



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

การบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม

วนศาสตร์

สาขา

คณะ

เรื่อง การทดลองพันธุ์ไม้โตเร็วที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง
จังหวัดตราด

Species Trials of Fast Growing Trees at Trat Agroforestry Research and Training Station,
Mueang District, Trat Province

นามผู้วิจัย นางสาวพิรชา มณีชาติ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รongศาสตราจารย์สันต์ เกตุปราณีต, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์จรงค์ วัชรินทร์รัตน์, วท.ด.)

ประธานสาขาวิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กาญจน์เขจร ชูชีพ, Dr.rer.nat)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รongศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สืบสิงห์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การทดลองพันธุ์ไม้โตเร็วที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด
อำเภอเมือง จังหวัดตราด

Species Trials of Fast Growing Trees at Trat Agroforestry Research and Training Station,
Mueang District, Trat Province

โดย

นางสาวพีรชา มณีชาติ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิรชา มณีชาติ 2557: การทดลองพันธุ์ไม้โตเร็วที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม) สาขาการบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม คณะวนศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สันต์ เกตุปราณีต, Ph.D. 72 หน้า

การทดลองพันธุ์ไม้โตเร็วได้ดำเนินการที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการเติบโต ผลผลิตของพันธุ์ไม้พื้นเมืองโตเร็ว และคัดเลือกชนิดไม้พื้นเมืองโตเร็วที่มีความเหมาะสมในการปลูกในสภาพพื้นที่ ใช้แผนการทดลองแบบ randomized complete block design มีพันธุ์ไม้โตเร็ว 4 ชนิด (tree species) มี 4 ซ้ำ (replication) ในแต่ละซ้ำเก็บข้อมูลพันธุ์ไม้ชนิดละ 36 ต้น ระยะปลูก 2 x 2 เมตร

ผลการศึกษา พบว่า การรอดตายและการเติบโตของไม้ทั้ง 4 ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) กระจุม ปออีแก้ง และ ขนุนป่า มีอัตราการรอดตายร้อยละ 16.67, 63.20 และ 63.89 ตามลำดับ มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเท่ากับ 17.46, 9.80 และ 9.46 เซนติเมตรตามลำดับ มีความสูงเท่ากับ 16.22, 10.86 และ 9.67 เมตร ตามลำดับ มีความเพิ่มพูนทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกรายปีเฉลี่ยเท่ากับ 2.18, 1.22 และ 1.18 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ มีความเพิ่มพูนทางความสูงทั้งหมดรายปีเฉลี่ยเท่ากับ 2.03, 1.36 และ 1.21 เมตรต่อปี ตามลำดับ มีมวลชีวภาพทั้งหมด เท่ากับ 8.25, 6.75 และ 4.41 ตันต่อไร่ ตามลำดับ และความเพิ่มพูนของมวลชีวภาพทั้งหมดรายปีเฉลี่ยเท่ากับ 1.03, 0.85 และ 0.55 ตันต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ และเมื่อนำไม้พื้นเมืองโตเร็ว 3 ชนิดเปรียบเทียบกับไม้กระถินเทพา พบว่า กระถินเทพามีค่าดังกล่าวสูงกว่าไม้พื้นเมืองโตเร็วทั้ง 3 ชนิดทั้งหมด การคัดเลือกชนิดไม้ที่เหมาะสมในการศึกษาครั้งนี้ โดยพิจารณาจากลักษณะที่ทำการศึกษาดังกล่าวโดยรวม สรุปว่าชนิดไม้ที่เหมาะสมในการปลูกในสภาพพื้นที่คือ กระจุม เนื่องจากจัดอยู่ในกลุ่มที่มีการเติบโตและผลผลิตโดยรวมสูง แต่ต้องพัฒนาให้มีอัตราการรอดตายสูงขึ้น

Peeracha Maneechart 2014: Species Trials of Fast Growing Trees at Trat Agroforestry Research and Training Station, Mueang District, Trat Province. Master of Science (Forest Resource and Environmental Administration), Major Field: Forest Resource and Environmental Administration, Faculty of Forestry. Thesis Advisor: Associate Professor San Kaitpraneet, Ph.D. 72 pages.

Species trial of fast growing tree species were carried out at Trat agroforestry research and training station, Mueang district, Trat province. The objectives of the study were to assess growth performances and biomass production of native fast growing tree species and to select suitable tree species for planting at the site by using Randomized Complete Block Design (RCBD) with four tree species, four replications, thirty six trees for each treatment and 2 m x 2 m spacing.

The results showed that survival and growth rate of 4 species were highly significant differences. Survival percentage of *Anthocephalus chinensis* Rich. Ex Walp, *Pterocymbium javanicum* R.Br. and *Artocarpus rididus* Blume. were 16.67%, 63.20% and 63.89%, respectively. Means of diameter at breast height (DBH) were 17.46, 9.80 and 9.46 cm., respectively. Mean of total height (H) of those were 16.22, 10.86 and 9.67 m., respectively. Means of annual increment of DBH of those were 2.18, 1.22 and 1.18 cm.yr⁻¹, respectively. Means of annual increment of height of those were 2.03, 1.36 and 1.21 m.yr⁻¹, respectively. For total above ground biomass of those were 8.25, 6.75 and 4.41 ton.ra⁻¹, respectively. Means of annual increment of total above ground biomass of those were 1.03, 0.85 and 0.55 ton.ra⁻¹.yr⁻¹, respectively. However, those native fast growing tree species had lower survival rate and growth rate than *Acacia mangium* Willd.

Hence, the results of the study, could conclude that suitable tree species for planting at the site was *Anthocephalus chinensis* because it showed better growth and biomass production than other native fast growing tree species. Higher survival percentage of *Anthocephalus chinensis* should be improved.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สันต์ เกตุปราณีต อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก และ อาจารย์ ดร. จงรัก วัชรินทร์รัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้
คำปรึกษาในการเรียน การวางแผนงานวิจัยวิทยานิพนธ์ ให้ความรู้ และแนะนำในด้านวิชาการ
ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. รุ่งเรือง พูลศิริ
ประธานกรรมการสอบ และ ผศ.ดร. บุญวงศ์ ไทยอุดมทรัพย์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ผ.ศ. แทนบัณฑิต
วิทยาลัยที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณณัฐวัฒน์ คลังทรัพย์ หัวหน้าสถานีวิจัยและฝึกอบรมรวมเกษตรตราด
จังหวัดตราด ที่ได้ให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลในภาคสนามเป็นอย่างดี
คุณปิยะวัฒน์ จามาโชติสิน คุณสุภารัตน์ โอภาชาติ คุณอุษารัตน์ เทียนไชย คุณอมรรัตน์ สะสีสังข์
และเจ้าหน้าที่สถานีวิจัย ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล คุณเมธพร พุฒขาว คุณสุวิมล
ต้นศิริ ตลอดจนพี่ น้อง และเพื่อนทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการศึกษาและทำ
วิทยานิพนธ์

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และน้องสาว ที่คอยสนับสนุนเป็นกำลังใจใน
เรื่องการเรียน และช่วยเหลือทุกๆ อย่างตลอดมา ให้ข้าพเจ้าได้ศึกษาจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี
ขอขอบพระคุณครู อาจารย์ และคณาจารย์คณะวนศาสตร์ทุกท่านที่กรุณาสั่งสอน และให้ความรู้แก่
ข้าพเจ้า หากประโยชน์อันใดที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้พึงมี ผู้วิจัยขอมอบคุณความดีทั้งหลายแต่ บิดา
มารดา ตลอดจนคณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

พีรชา มณีชาติ

มิถุนายน 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	26
อุปกรณ์	26
วิธีการ	26
ผลและวิจารณ์	34
สรุปและข้อเสนอแนะ	65
สรุป	65
ข้อเสนอแนะ	66
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	67
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	72

สารบัญญัตราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยของลักษณะภูมิอากาศของสถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด ตำบลท่ากุ่ม อำเภอเมือง จังหวัดตราด ในช่วงเดือนมกราคม 2548 ถึง ธันวาคม 2555	28
2	อัตราการรอดตายของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 8 ปี ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด	34
3	การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด	37
4	ความสูงทั้งหมด (H) ของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด	38
5	ผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของลำต้นของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด	50
6	ผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของกิ่งของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด	51
7	ผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของใบของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด	52
8	ผลิตผลมวลชีวภาพรวมของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด	53
9	ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย (MAI) และความเพิ่มพูนรายปี (CAI) ของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด	57
10	ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย (MAI) และความเพิ่มพูนรายปี (CAI) ของความสูง ของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด	58
11	ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย (MAI) และความเพิ่มพูนรายปี (CAI) ของมวลชีวภาพรวมของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด	59

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ที่ตั้งสถานีวิจัยและฝักอบรวมวนเกษตรตราด ตำบลท่ากุ่ม อำเภอเมือง จังหวัดตราด	27
2	ผังแสดงการปลูกทดลองพันธุ์ไม้โตเร็ว 4 ชนิด	29
3	อัตราการรอดตายของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 8 ปี ที่สถานีวิจัยและฝักอบรวมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด	36
4	เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝักอบรวมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด	37
5	ความสูงทั้งหมดของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝักอบรวมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด	39
6	สมการผลิตผลมวลชีวภาพของลำต้น (W_s) ผลิตผลมวลชีวภาพของกิ่ง (W_b) ผลิตผลมวลชีวภาพของใบ (W_L) และผลิตผลมวลชีวภาพรวม (W_T) ของไม้กระท่อม	43
7	สมการผลิตผลมวลชีวภาพของลำต้น (W_s) ผลิตผลมวลชีวภาพของกิ่ง (W_b) ผลิตผลมวลชีวภาพของใบ (W_L) และผลิตผลมวลชีวภาพรวม (W_T) ของไม้ปออีเก้ง	44
8	สมการผลิตผลมวลชีวภาพของลำต้น (W_s) ผลิตผลมวลชีวภาพของกิ่ง (W_b) ผลิตผลมวลชีวภาพของใบ (W_L) และผลิตผลมวลชีวภาพรวม (W_T) ของไม้ขนุนป่า	45
9	สมการผลิตผลมวลชีวภาพของลำต้น (W_s) ผลิตผลมวลชีวภาพของกิ่ง (W_b) ผลิตผลมวลชีวภาพของใบ (W_L) และผลิตผลมวลชีวภาพรวม (W_T) ของไม้กระถินเทพา	46
10	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ของ(1) กระท่อม, (2) ปออีเก้ง, (3) ขนุนป่า และ(4) กระถินเทพา อายุ 2-8 ปี	62
11	ความสูงทั้งหมด (H) ของ(1) กระท่อม, (2) ปออีเก้ง, (3) ขนุนป่า และ(4) กระถินเทพา อายุ 2-8 ปี	63
12	มวลชีวภาพทั้งหมด (W_T) ของ(1) กระท่อม, (2) ปออีเก้ง, (3) ขนุนป่า และ(4) กระถินเทพาอายุ 2-8 ปี	64

การทดลองพันธุ์ไม้โตเร็วที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด

อำเภอเมือง จังหวัดตราด

Species Trials of Fast Growing Trees at Trat Agroforestry Research and Training

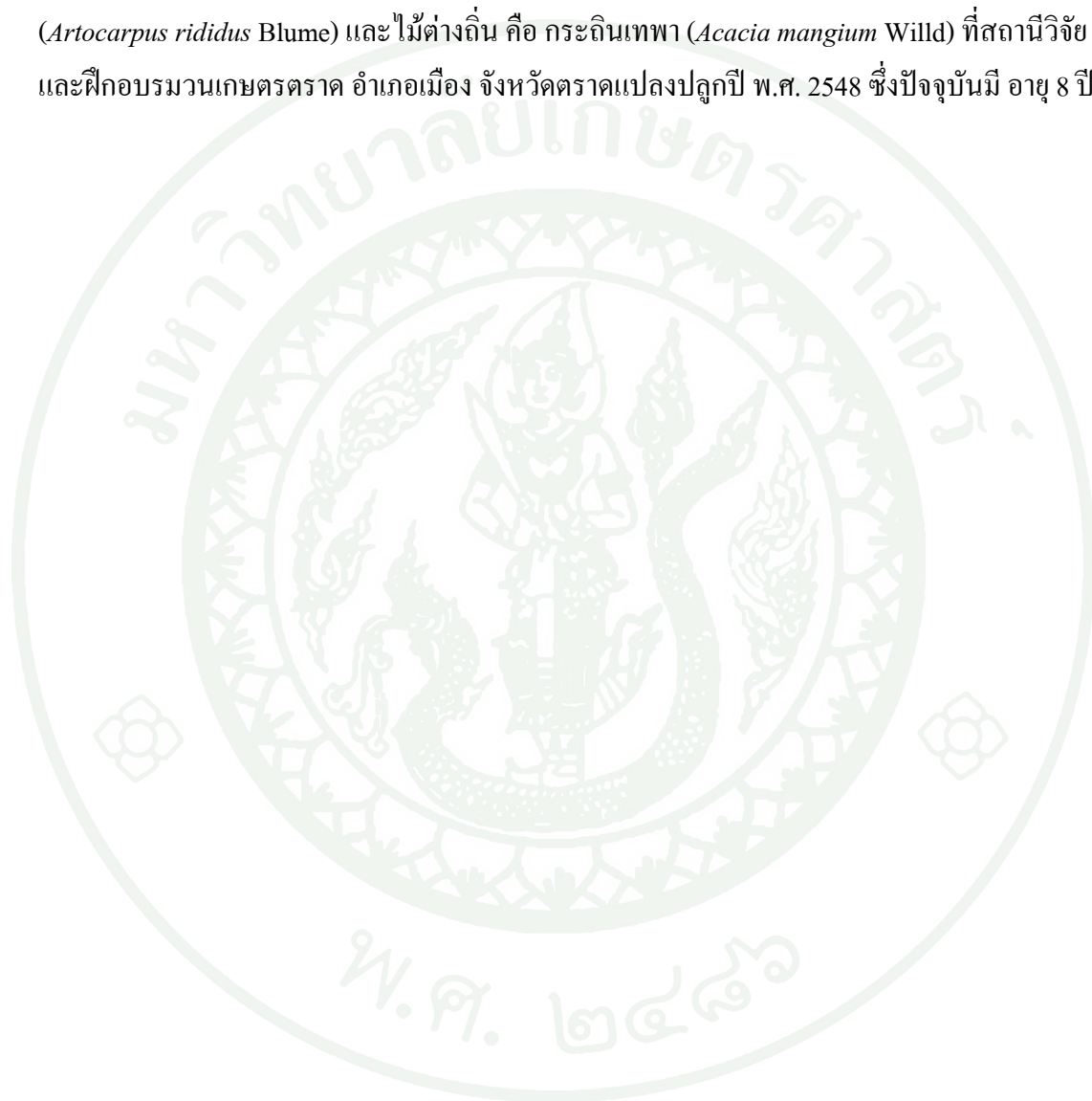
Station, Mueang District, Trat Province

คำนำ

การเพิ่มจำนวนประชากรโลกจากอดีตจนถึงปัจจุบัน มีผลกระทบต่อสภาพป่าธรรมชาติเป็นอย่างมาก ทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา นอกจากนี้การใช้ทรัพยากรป่าไม้อย่างฟุ่มเฟือย และไม่คุ้มค่า รวมไปถึงการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เพื่อพื้นที่ทำกินหรือพื้นที่การเกษตร ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้พื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยลดน้อยลงทุกๆ ปี จากสถิติพื้นที่ป่าไม้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 ถึง พ.ศ. 2551 พบว่าปี พ.ศ. 2516 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ทั้งประเทศ 221,707 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 43.21 แต่ในปี 2551 พื้นที่ป่าไม้ลดลงเหลือเพียง 171,585.65 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 33.44 (กรมป่าไม้, 2554) เห็นได้ชัดเจนว่าป่าไม้มีเนื้อที่ลดน้อยลงมาก นอกจากความพยายามในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ที่ยังคงเหลืออยู่ การปลูกสร้างสวนป่าจึงถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และการตอบสนองความต้องการใช้ประโยชน์จากป่าไม้ในรูปแบบต่างๆ

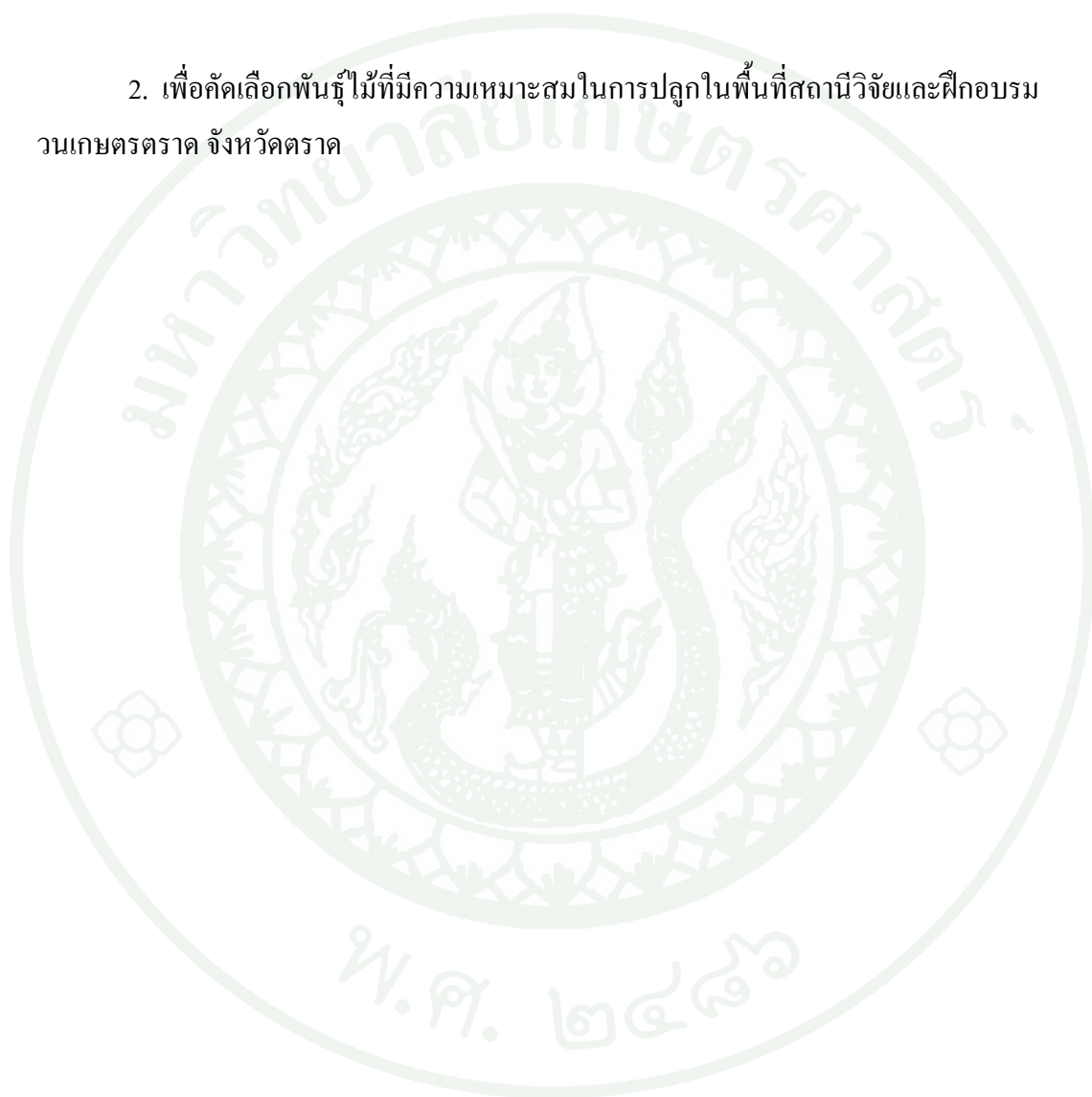
ชนิดไม้ที่มีความสำคัญสำหรับการปลูกสร้างสวนป่าในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นไม้โตเร็ว (fast growing species) ชนิดไม้พื้นเมือง (native species) เช่น สัก ยางนา พะยูง และชนิดไม้ต่างถิ่นที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่งปัจจุบันมีการนำเข้ามาปลูกจำนวนหลายชนิด เช่น สนประดิพัทธ์ กระถินณรงค์ กระถินเทพา และยูคาลิปตัส (กรมป่าไม้, 2545) การปลูกสร้างสวนป่าจะประสบความสำเร็จเพียงใดขึ้นอยู่กับการศึกษาวิจัยในการปลูกและบำรุงสวนป่า การคัดเลือกพื้นที่ การคัดเลือกชนิดไม้ที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ การปรับปรุงพันธุ์ และการปฏิบัติทางวนวัฒนวิทยาเป็นสำคัญ ในการตัดสินใจว่าชนิดไม้ใดมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการปลูกสร้างสวนป่า นอกจากพิจารณาในผลตอบแทนแล้ว ยังต้องพิจารณาความสามารถในการเติบโตและการรอดตายตลอดจนผลิตผลพื้นที่ของไม้แต่ละชนิดด้วย โดยข้อมูลต่างๆ ดังกล่าวสามารถศึกษาได้จากการทดลองพันธุ์ไม้ (species trial)

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อศึกษาลักษณะการเติบโต และผลิตผลของพันธุ์ไม้พื้นเมืองโตเร็ว และเพื่อคัดเลือกชนิดไม้พื้นเมืองโตเร็วที่มีความเหมาะสมในการปลูกในสภาพพื้นที่ทำการศึกษาจากแปลงทดลองปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ไม้พื้นเมืองโตเร็ว 3 ชนิด ประกอบด้วย ปออีเก้ง (*Pterocymbium javanicum* R. Br.) กระท่อม (*Anthocephalus chinensis* Rich. Ex Walp.) ขนุนป่า (*Artocarpus rididus* Blume) และไม้ต่างถิ่น คือ กระจินเทพา (*Acacia mangium* Willd) ที่สถานีวิจัย และฝึกรอบรบวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราดแปลงปลูกปี พ.ศ. 2548 ซึ่งปัจจุบันมี อายุ 8 ปี



วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบลักษณะการเติบโต และผลผลิตระหว่างพันธุ์ไม้พื้นเมืองโตเร็วกับไม้ต่างถิ่นกำเนิด ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด จังหวัดตราด
2. เพื่อคัดเลือกพันธุ์ไม้ที่มีความเหมาะสมในการปลูกในพื้นที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด จังหวัดตราด



การตรวจเอกสาร

การทดลองชนิดพันธุ์ไม้

การที่จะเลือกไม้ชนิดใดมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการปลูกสร้างสวนป่า นอกเหนือจากการพิจารณาทางด้านผลตอบแทนแล้ว ยังต้องให้ความสำคัญของความสามารถในการเติบโตและรอดตาย ตลอดจนผลิตผลต่อพื้นที่ของไม้แต่ละชนิดด้วย (พรศักดิ์, 2544) ซึ่งข้อมูลต่างๆ ดังกล่าวสามารถทำได้จากการทดลอง หรือทดสอบชนิดพันธุ์ไม้

วัตถุประสงค์ของการทดสอบชนิดไม้คือ เพื่อคัดเลือกหาชนิดไม้ที่มีอัตราการเติบโต (growth rate) ดี และอัตราการรอดตาย (survival rate) อยู่ในเกณฑ์สูง มาใช้ในการปลูกสร้างสวนป่า โดยทำการทดลองปลูกไม้ชนิดต่างๆ หลายชนิด ในพื้นที่ที่กำหนด เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอัตราการรอดตาย และการเติบโต โดยกำหนดวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ของไม้ ดังนี้

1. ไม้เชื้อเพลิง (fuel wood)

พลังงานจากไม้ยังมีความสำคัญต่อเนื่อง แม้ว่ามนุษย์จะมีวิทยาการที่เจริญก้าวหน้าจนสามารถนำเอาพลังงานจากแหล่งต่างๆ เช่น ถ่านหิน พลังน้ำ น้ำมัน หรือพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในประเทศกำลังพัฒนา หรือประเทศที่พัฒนาแล้ว ชนิดไม้ที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิง ควรจะเป็นชนิดไม้โตเร็วมีปริมาณมวลชีวภาพเหนือดินมาก โดยเฉพาะกิ่ง และ ลำต้นที่นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ให้ค่าความร้อนสูง และมีรอบตัดฟันสั้น เช่น ไม้สกุล *Eucalyptus* และ ไม้สกุล *Acacia* เป็นต้น

2. ไม้ท่อนกลม และ ไม้เสา (roundwood and pole)

ไม้ท่อนกลม และ ไม้เสาเป็นวัสดุสำคัญในการก่อสร้างขนาดเล็ก และขนาดกลาง โดยเฉพาะชนิดไม้ที่มีลักษณะเปลือกตรง และมีกิ่งก้านน้อย เช่น ไม้สกุล *Casuarina* และ ไม้ในสกุล *Eucalyptus* เป็นต้น

3. ไม้ซุงและไม้แปรรูป (log and sawn timber)

ชนิดไม้ที่นำมาใช้ประโยชน์ในรูปของไม้ซุง และไม้แปรรูป ส่วนใหญ่จะเป็นไม้ขนาดใหญ่ โตค่อนข้างช้า และมีรอบตัดฟันยาว มักจะเป็นพันธุ์ไม้ดั้งเดิมในท้องถิ่น เช่น สัก สน ยาง เต็ง รัง เป็นต้น

4. วัตถุดิบสำหรับเยื่อกระดาษและอุตสาหกรรมต่างๆ (pulp and wood industry)

วัตถุประสงค์ทางการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและอุตสาหกรรมไม้ต่างๆ เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณา ในปัจจุบันมีโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่งที่เป็นตลาดสำคัญของผลิตภัณฑ์จากสวนป่า เช่น โรงงานเยื่อกระดาษ โรงงานผลิตไม้บาง และไม้อัด เป็นต้น ชนิดไม้สำคัญสำหรับการนี้ ได้แก่ ไม้ในสกุล *Eucalyptus* และสกุล *Acacia*

5. ใช้เป็นพันธุ์ไม้สำหรับประโยชน์ด้านต่างๆ เช่น ป้องกันลม (wind break) และปรับปรุงดิน (soil improvement) เป็นต้น

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลองพันธุ์ไม้

กรมป่าไม้ (2545) รายงานว่า ในการวางแผนการทดลอง ควรประเมินผลได้ผลเสียในด้านการปลูกบำรุง และเศรษฐกิจโดยต้องพิจารณาไปตามท้องที่ทดลอง ได้แก่

1. ปัจจัยทางด้านวิชาการปลูกบำรุง

ลักษณะของสิ่งแวดล้อมทั้งหมดของท้องที่ที่จะทำการทดลองต้องทราบ ซึ่งจะทำให้สามารถกำหนดชนิดไม้ที่เหมาะสม เช่น สภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศ ลักษณะพันธุ์ไม้เดิม เป็นต้น

2. ปัจจัยทางเศรษฐกิจ

การคัดเลือกพันธุ์ไม้ไม่ว่าจะเลือกเฉพาะชนิดที่ขึ้นได้ดีที่สุดเท่านั้น แต่ต้องเลือกชนิดที่สามารถตอบสนองความต้องการเฉพาะอย่างหนึ่งอย่างใดที่ได้กำหนดไว้แต่เริ่มต้นตามวัตถุประสงค์ที่กล่าวมาแล้ว หากปลูกสวนป่าแล้วไม่คุ้มกับค่าใช้จ่ายหรือไม่ได้ตามวัตถุประสงค์ก็ไม่ต้องพิจารณา

ขั้นตอนการศึกษา

ในการทดลองชนิดไม้ อาจต้องมีการทดลองมากกว่าหนึ่งครั้ง จึงจะสามารถสรุปได้ว่า ชนิดใดมีความเหมาะสมมากที่สุด โดยอาจสรุปขั้นตอนต่างๆ ในการศึกษาตามวิธีการของ Burley and Wood (1976) ไว้ดังนี้

1. การทดสอบขั้นต้นที่เรียกว่า Species elimination trial phase เป็นการทดสอบชนิดไม้จำนวนมากชนิดโดยปลูกทดลองเป็นแปลงไม่ใหญ่มากนัก ในระยะเวลาอันสั้น (1/10-1/5 รอบตัดฟัน) เพื่อศึกษาการรอดตายและความแปรปรวนระหว่างชนิดไม้

2. การทดสอบระยะกลางที่เรียกว่า Species testing phase เป็นการศึกษาต่อจากขั้นแรก โดยทำการพิจารณาคัดเลือก ชนิดไม้ที่เหมาะสมจากขั้นตอนแรก (species elimination trial phase) มาทำการปลูก โดยให้ขนาดของแปลงทดลองใหญ่ขึ้น และมีระยะเวลาการทดลองมากขึ้น (1/4-1/2 รอบตัดฟัน)

3. การทดสอบขั้นสุดท้ายที่เรียกว่า Species proving phase เป็นขั้นตอนศึกษาทดลอง เพื่อสรุปหาชนิดพันธุ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำมาปลูกสร้างสวนป่า

ในทางปฏิบัติเราต้องคำนึงถึงความพร้อมในหลายๆ ด้าน เช่น การจัดหาเมล็ดพันธุ์ที่จะใช้ในการทดลอง สถานที่สำหรับทำการทดลอง และที่สำคัญคือ งบประมาณ ดังนั้นอาจรวมขั้นตอนของการทดลองพันธุ์ไม้ให้อยู่ในขอบเขตระยะเวลาอันสั้น และค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม โดยกำหนดความสำคัญของชนิดไม้ที่ต้องการให้อยู่ในกรอบที่เหมาะสม (กรมป่าไม้, 2545)

การคัดเลือกชนิดพันธุ์ไม้

การคัดเลือกชนิดพรรณไม้ในการปลูกสร้างสวนป่าขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ (บุญชู, 2540) ได้แก่ วัตถุประสงค์ในการปลูก ปัจจัยสิ่งแวดล้อม หรือความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกต่อไม้ชนิดที่ต้องการปลูก ความสามารถในการเติบโต และรอดตาย ต้นกล้า ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ และสังคม การตลาดหรือความต้องการใช้ไม้ในประเภทต่างๆ

พรศักดิ์ (2544) กล่าวว่า เพื่อให้การคัดเลือกชนิดพันธุ์ไม้ถูกต้องแน่ชัดนั้น ควรกำหนด วัตถุประสงค์ให้ชัดเจน และลึกลงไปอีกว่า การปลูกเพื่อผลตอบแทนทางการเงินหรือเพื่อผลตอบแทนจากเนื้อไม้โดยตรงนั้น ในรูปแบบไหนจะต้องใช้ทำอะไร เช่น เพื่อทำฟืน ถ่าน เสาเข็ม ไม้ขนาดเล็ก หรือเพื่อแปรรูปสำหรับการก่อสร้าง หรือเพื่อโรงงานเยื่อกระดาษ ไม้อัด หรืออื่นๆ ซึ่งจะนำมาพิจารณาจัดกลุ่มของชนิดพันธุ์ไม้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ดังกล่าว หากต้องการปลูกเพื่อผลทางอ้อมในด้านใดๆ ก็ควรกำหนดให้ชัดเจน เช่น ป้องกันลม ป้องกันการกร่อนของดิน หรือปรับปรุงดิน เป็นต้น

เมื่อกำหนดวัตถุประสงค์ชัดเจนแล้ว จึงพิจารณาหาชนิดไม้ต่างๆ ที่มีคุณสมบัติสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ดังกล่าว แล้วนำมาวางแผนสำหรับการศึกษาทดลองปลูกเพื่อหาศักยภาพของการเติบโตต่อไป การเลือกชนิดไม้ที่สามารถเติบโตได้ดีในพื้นที่นั้นๆ เป็นการคัดเลือกเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศ และสภาพภูมิประเทศ โดยต้องพิจารณาถึงพื้นที่นั้นๆ ดังนี้

1. สภาพภูมิอากาศ ต้องคำนึงถึงปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก ช่วงเวลาที่ฝนตก ช่วงเวลาที่ฝนทิ้งช่วง อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ตลอดจนข้อมูลอื่นๆ เกี่ยวกับธรรมชาติ เช่น อุทกภัย วาตภัย และอัคคีภัย เป็นต้น
2. สภาพภูมิประเทศที่สำคัญ ได้แก่ คุณสมบัติของดินทั้งทางเคมี และทางกายภาพ ตลอดจนความลาดชันของพื้นที่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล และการใช้ประโยชน์ในพื้นที่นั้นมาก่อน
3. พืชพรรณขึ้นอยู่เดิมตามธรรมชาติ ซึ่งนั่นหมายถึง พืชชนิดนั้นๆ สามารถปรับตัวขึ้นอยู่ได้ก่อนแล้ว แต่เมื่อสภาพแวดล้อมถูกทำลายให้เปลี่ยนไป พืชบางชนิดยังคงสามารถเติบโตได้ดี แต่

บางชนิดไม่สามารถปรับตัวขึ้นอยู่ได้อีกต่อไป ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องหาชนิดพันธุ์ไม้ใหม่มาทดลอง เพื่อศึกษาดูความเป็นไปได้และความเหมาะสมกับพื้นที่ต่อไป เช่น บางพื้นที่ เมื่อป่าไม้ถูกทำลายลงจนหมดสิ้น เกิดสภาพสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป เช่น ดินเค็ม เนื่องจากระดับน้ำใต้ดินที่เค็มถูกดันสูงขึ้นมายังผิวดิน ดังนั้น ไม่สามารถที่จะปลูกพรรณไม้พื้นเดิมได้ จึงต้องหาชนิดพันธุ์ไม้ใหม่ที่มีความทนเค็มมาปลูกทดแทนในพื้นที่ดังกล่าว

ชนิดไม้ที่มีความสำคัญสำหรับการปลูกสร้างสวนป่าในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นพันธุ์ไม้โตเร็ว (fast growing species) ซึ่งรวมทั้งชนิดไม้ที่เป็นพันธุ์ดั้งเดิม (indigenous) และพันธุ์ต่างถิ่น (exotic) ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ (กรมป่าไม้, 2545)

ชนิดไม้โตเร็ว

ไม้โตเร็ว คือ ไม้ที่มีอายุตัดฟันเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ไม่เกิน 10 ปี ไม้โตเร็วจะต้องมีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.0 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี และต้องมีอายุรอบหมุนเวียนในการตัดฟันไม่เกิน 7 ปี (บุญวงศ์, 2549) หรือต้นไม้ที่มีอัตราการเติบโตทางเส้นรอบวงภายในระยะ 10-15 ปี โตได้มากกว่าหรือเท่ากับปีละประมาณ 5 เซนติเมตร เนื่องจากไม้โตปกติมีอัตราการเติบโตปีละประมาณ 2.5-4 เซนติเมตร (กรมป่าไม้, ม.ป.ป.) โดยไม้โตเร็วนั้นมีทั้งไม้ท้องถิ่น และไม้ที่นำเข้ามาปลูกจากต่างประเทศ ซึ่งไม้โตเร็วท้องถิ่น ได้แก่ สะเดา เลียน สีเสียดแก่น สนทะเล ส่วนไม้ต่างประเทสนั้นบางชนิดได้นำเข้ามาปลูกในประเทศเป็นเวลานานแล้ว เช่น กระจินณรงค์ กระจินเทพา สนประดิพัทธ์ สะเดาเทียม และยูคาลิปตัส เป็นต้น สำหรับไม้โตเร็วที่มีบทบาทสำคัญในการปลูกสร้างสวนป่าเศรษฐกิจในปัจจุบัน คือ ยูคาลิปตัส และกระจินเทพา โดยใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ อุตสาหกรรมชิ้นไม้สับ อุตสาหกรรมก่อสร้าง และไม้ใช้สอยต่างๆ รวมทั้งฟืน และถ่าน นอกจากนี้การใช้ไม้โตเร็วเพื่อใช้เป็นพลังงานมวลชีวภาพ (biomass) ในการผลิตไฟฟ้า และ การผลิตเมทานอล (methanol) และ เอทานอล (ethanol) เพื่อใช้ผสมเบนซินเป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ (วิฑูรย์, ม.ป.ป.)

ปัจจุบันได้มีการกำหนดมาตรฐานการเติบโตของต้นไม้ขึ้นมาใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ และสนองตอบทางด้านเศรษฐกิจให้มากยิ่งขึ้น จึงได้มีผู้กำหนดมาตรฐานการเติบโตของต้นไม้ป่าไว้เพียง 3 ประเภทด้วยกัน คือ ไม้โตเร็ว (fast growing tree) ไม้โตปานกลาง (medium growing tree) และไม้โตช้า (slow growing tree) ซึ่งได้กำหนดเอาความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย (mean

annual increment) เป็นปริมาตรต่อหน่วยพื้นที่เป็นมาตรฐานการวัด สำหรับมาตรฐานการปลูกที่ ระยะปลูก 3x3 เมตร ดังนี้

1. ไม้โตเร็ว เป็นไม้ที่มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยตั้งแต่ 15 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกแตร์ หรือ 2.4 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ขึ้นไป ตัวอย่างไม้โตเร็ว ได้แก่ ไม้ตระกูลยูคาลิปตัสเกือบทุกชนิด กระถินเทพา (*Acacia mangium*) กระถินออลาโคคาร์ป้า (*A. aulacocarpa*) กระถินคราสสิคาร์ป้า (*A. crassicarpa*) กระถินลูกผสมหรือกระถินเทพณรงค์ (*A. mangium* x *A. auriculiformis*) ตะกู (*Anthocephalus chinensis*) และเพาโลเนีย (*Paulownia taiwaniana*)

2. ไม้โตปานกลาง เป็นไม้ที่มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยระหว่าง 10-15 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกแตร์ หรือ 1.6-2.4 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตัวอย่างไม้โตปานกลาง ได้แก่ สัก (*Tectona grandis*) ซ้อ (*Gmelina arborea*) สะเดาเทียม (*Azadirachta excels*) และดินเป็ด (*Alstonia scholaris*) เป็นต้น

3. ไม้โตช้า เป็นไม้ที่มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยน้อยกว่า 10 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกแตร์ หรือ 1.6 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตัวอย่างไม้โตช้า ได้แก่ ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) แดง (*Xylocarpus xylocarpa*) พะยุง (*Dalbergia cochinchinensis*) ชิงชัน (*Dalbergia oliveri*) ตะเถียนทอง (*Hopea odorata*) และไม้ในวงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) อื่นๆ เป็นต้น (คณะวนศาสตร์, 2552)

ชนิดไม้พื้นเมือง

ชนิดพันธุ์ไม้ดั้งเดิมในพื้นที่นั้นๆ ถือเป็น ไม้พื้นเมืองเดิม อาจขึ้นอยู่กับเฉพาะท้องถิ่นที่ทั่วไป แต่ไม่จำเป็นต้องพบเห็นทั่วไปในประเทศก็ได้ พันธุ์ไม้พื้นเมืองเป็นตัวเลือกที่ควรจะได้รับพิจารณาเป็นอันดับแรก เพราะพันธุ์ไม้ดั้งเดิมมีข้อได้เปรียบหลายประการ คือ

1. ลักษณะการเติบโตของหมู่ไม้ที่ขึ้นอยู่ในธรรมชาติ จะเป็นดัชนีในการตัดสินใจเลือกชนิดไม้ได้ง่ายขึ้น

2. ไม้พื้นเมืองเดิม มีความสามารถเข้ากับสภาพแวดล้อมได้โดยไม่ต้องปรับตัว และความเสียดื้อโรค และแมลงก็มีน้อยหรือแทบไม่มีเลย ในกรณีที่สภาพแวดล้อมไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

3. การปลูกไม้พื้นเมืองเดิม นอกจากจะเป็นการตอบสนองทางด้านเศรษฐกิจแล้ว ในขณะเดียวกันยังมีคุณค่าทางด้านนิเวศวิทยา และสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

สำหรับตัวอย่างไม้พื้นเมือง เช่น สัก กระทุ่ม(ตะกู) ยางนา ตะเคียน เลี่ยน(กรมป่าไม้, 2545)

ชนิดไม้ต่างถิ่น

เมื่อสภาพป่าดั้งเดิมถูกทำลาย และความต้องการใช้เนื้อไม้มากขึ้น การปลูกสร้างสวนป่าส่วนใหญ่จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อนำผลิตผลเนื้อไม้ไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ในระยะเวลาอันรวดเร็วที่สุด และเป็นพันธุ์ไม้ที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการอุตสาหกรรมที่ให้ผลตอบแทนสูงสุด และคุ้มค่ากับการลงทุน โดยเน้นไปที่ชนิดไม้โตเร็ว ซึ่งชนิดไม้ต่างถิ่น หลายชนิดที่มีความสามารถในการเติบโตดีและเร็วกว่า จึงถูกนำมาใช้ในการปลูกสร้างสวนป่าแทนไม้ดั้งเดิม ที่ส่วนใหญ่จะเป็นไม้โตช้า แต่ไม้ต่างถิ่นจะถูกเลือกนำมาใช้ในการปลูกสวนป่าในกรณีที่ชนิดไม้ดั้งเดิมไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ ซึ่งข้อได้เปรียบของชนิดไม้ต่างถิ่น คือ

1. เมื่อนำมาปลูกเป็นสวนป่าจะมีรูปร่างที่สม่ำเสมอ (uniform) และให้ผลิตผลมากกว่า
2. ให้ผลิตผลต่อพื้นที่มากกว่าในระยะเวลาที่รวดเร็ว ในเมื่อไม้ต่างถิ่นโตเร็วกว่า และมีประโยชน์เท่ากับไม้พันธุ์ดั้งเดิม
3. ในสภาพป่าที่ถูกทำลายหลายๆท้องถิ่น ไม้พันธุ์ดั้งเดิมเติบโตได้ไม่ดี
4. ไม้ต่างถิ่นหลายชนิดที่มีความเหมาะสมในการนำมาปลูกสร้างสวนป่ามาก เพราะได้มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยมาก่อนแล้วในต่างประเทศ
5. ไม้ต่างถิ่นชนิดสำคัญๆ ได้ถูกทำการปรับปรุงพันธุ์มาก่อน จนได้สายพันธุ์ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการด้านต่างๆได้
6. ใช้เป็นพันธุ์ไม้ประโยชน์ด้านอื่นๆ เช่น ป้องกันลม เป็นอาหาร หรือเป็นเชื้อเพลิง

สำหรับตัวอย่างไม้ต่างถิ่น เช่น กระถินณรงค์ กระถินเทพา ยูคาลิปตัส สนคาริเบีย (กรมป่าไม้, 2545)

พันธุ์ไม้โตเร็วที่ทำการศึกษา

1. ขนุนป่า

ขนุนป่า มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Artocarpus rigidus* Blume ชื่อพื้นเมืองขนุนป่าเป็นไม้ต้นไม่ผลัดใบ ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่สูง 10-45 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มกลมทึบ หรือแผ่กว้าง เปลือกนอกแตกเป็นร่องลึกหรือร่อนเป็นแผ่น สีน้ำตาลปนเทา มีน้ำยางสีขาวข้น มีลักษณะเป็นใบเดี่ยว เรียงเวียนสลับ ใบรูปไข่ หรือรูปไข่แกมรูปขอบขนาน ขนาด 3.5-15 x 6.5-26 เซนติเมตร ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่นเล็กน้อย ฐานใบสอบ ปลายใบมน ผิวใบด้านล่างมีขนมากกว่าด้านบน แผ่นใบหนาแข็งและสาก เส้นแขนงใบ 8-18 คู่ ก้านใบยาว 3-4 เซนติเมตร มีขน ลักษณะดอกมีสีเหลือง ออกเป็นช่อแบบช่อกระจุกแน่น หรือเป็นช่อเดี่ยวบริเวณซอกใบ ดอกแยกเพศร่วมต้น ดอกเพศผู้รูปไข่แกมขอบขนานหรือกลม ขนาด 1.2-2.5 เซนติเมตร ดอกเพศเมียรูปไข่หรือกลมจำนวนมากเรียงอัดแน่นบนฐานรองดอกอันเดียวกันขนาด 1.5-2.0 เซนติเมตร ก้านช่อดอกยาว 1-5 มิลลิเมตร ผลสดแบบผลรวม ทรงกลมสีเขียวอมเหลือง มีหนามยาวตรงเท่ากันรอบผล ผลสุกสีส้มขนาด 10-15 เซนติเมตร มีเนื้อหุ้มเมล็ดสีเหลือง ก้านช่อผลยาว 1.5-2.0 เซนติเมตร เมล็ดสีน้ำตาลอมส้ม ทรงกลม มีเมล็ดเป็นจำนวนมากในหนึ่งผล (คำรณ, 2552) ช่วงระยะเวลาออกดอก เดือนมกราคม ช่วงระยะเวลาออกผล เดือนมิถุนายน

การใช้ประโยชน์

เนื้อไม้มีสีเหลืองบริเวณแก่น ใช้ในการก่อสร้าง ผลเป็นอาหารของสัตว์ป่า

2. กระทุ่ม

กระทุ่ม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Anthocephalus chinensis* Rich. Ex Walp. ชื่อพื้นเมืองกระทุ่ม, กระทุ่มบก (ภาคกลาง และภาคเหนือ), ตะโกใหญ่ หรือตะโกส้ม (ภาคตะวันออก) และคุ่มขี้หมู (ภาคใต้) ไม้ต้นขนาดใหญ่ขึ้นในป่าดงดิบชื้น ป่าดิบแล้ง เรือนยอดมีลักษณะเป็นพุ่มกลมกิ่ง

ตั้งฉากกับลำต้น เปลือกสีเทาปนน้ำตาลค่อนข้างเรียบเนื้อไม้มีสีเหลืองอ่อน ใบเป็นแบบใบเดี่ยวรูปไข่ ออกเป็นคู่ๆ ตรงข้ามกัน ใบมีขนาดใหญ่ประมาณ 5-12 x 10-24 เซนติเมตร ปลายใบมนหรือเป็นติ่งแหลมโคนใบป้าน เนื้อใบค่อนข้างหนาหลังใบมีขนสากๆ และมีสีเข้มกว่าท้องใบ ท้องใบมีขนนุ่มและจะหลุดร่วงไปเมื่อใบแก่ เส้นแขนงใบมี 7-14 คู่ ดอกมีขนาดเล็กติดกันแน่นอยู่บนช่อดอกแบบ head สีขาวปนเหลืองหรือส้ม กลิ่นหอมอ่อนๆ ออกเป็นช่อกลมเดี่ยวหรือเป็นกระจุกไม่เกิน 2 ช่อ อยู่ตามปลายกิ่ง ผลเป็นแบบผลเดี่ยวโดยเรียงกันแน่นเป็นก้อนกลมอยู่บนช่อดอก ซึ่งเรียกผลแบบนี้ว่า หัวรูปเห็ด (fruiting head) มีขนาดความโตวัดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.4-6 เซนติเมตร (ปรีศมีธรรม, 2553) ช่วงระยะเวลาออกดอก เดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน ช่วงระยะเวลาออกผล เดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม

ถิ่นกำเนิดและการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติ

กระทุ้มเป็นไม้พื้นเมืองของทวีปเอเชีย พบการกระจายพันธุ์อยู่ในช่วงละติจูดที่ 9-27 องศาเหนือ ตั้งแต่ประเทศเนปาล ไล่มาทางทิศตะวันออกจนถึงบังคลาเทศ อินเดีย ศรีลังกา พม่า ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ลงไปจนถึงหมู่เกาะปาปัวนิวกินี สำหรับในประเทศไทยพบกระทุ้มอยู่ทั่วไปแทบทุกภาคของประเทศ โดยพบที่ เชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง ตาก แพร่ กำแพงเพชร อุทัยธานี เลย เพชรบูรณ์ นครราชสีมา ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา ระยอง ชลบุรี ตรัง จันทบุรี ตรัง สตูล และภูเก็ต เดิบโตได้ดีตั้งแต่ระดับน้ำทะเลปานกลางไปจนถึงระดับความสูง 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 15 องศาเซลเซียส สูงสุดเฉลี่ย 35 องศาเซลเซียส แต่จะเติบโตได้ดีในที่ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีอยู่ระหว่าง 21-32 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝน 1,500-5,000 มิลลิเมตรต่อปี และมีความชื้นในบรรยากาศไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ กระทุ้มมักจะขึ้นอยู่เป็นกลุ่มเล็กๆ ตามริมแม่น้ำลำธาร หนองบึง พื้นที่ชุ่มน้ำ และอ่างเก็บน้ำ ซึ่งดินเป็นดินตะกอนที่ถูกน้ำพัดพามาทับถมเป็นเวลานาน เป็นดินลึก ระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์สูง นอกจากนี้ยังพบเห็นไม้กระทุ้มขึ้นอยู่ตามสองข้างถนนตัดใหม่ซึ่งตัดผ่านป่าดิบชื้น หรือป่าดิบแล้งที่มีความชื้นสูง ทั่วๆ ไป รวมทั้งตามริมลำธารในบริเวณไร่ร้างซึ่งป่าดิบชื้นหรือป่าดิบแล้งถูกแผ้วถางลง (บุญวงศ์, 2551)

คุณภาพเนื้อไม้

ไม้กระทุ้มถูกจัดให้อยู่ในประเภทไม้เนื้อแข็งปานกลาง แต่มีความทนทานตามธรรมชาติต่ำ(ตามเกณฑ์การแบ่งคุณภาพเนื้อไม้ตามมาตรฐานกรมป่าไม้) เพราะมีความแข็งแรงในการตัดเท่ากับ 735 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และมีค่าความทนทานตามธรรมชาติเท่ากับ 1.5 ปี และเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ยางพารา จำปาป่า กระถินเทพา และยูคาลิปตัสแล้ว (บุญวงศ์, 2551) ไม้กระทุ้มมีค่าความแข็งแรง ความเหนียวจากการเคาะ และความแข็งต่ำที่สุด แต่ในด้านคุณสมบัติในการใช้งาน ทั้งการเลื่อย การไส การเจาะ การกลึง ทำได้ค่อนข้างง่าย ส่วนการยึดเหนี่ยวตะปูมีน้อย การขัดเงาทำได้ง่ายมาก

การใช้ประโยชน์

ใช้ทำเครื่องเรือนราคาถูก ทำไม้รองยก (พาเลท) ไม้ประสาน กรอบและบานหน้าต่าง งานกลึง แกะสลัก ทำพื้นและฝาที่ใช้งานในร่ม (ใช้ภายนอกไม่ทนทาน) ทำ ไม้อัด ไม้บาง ก้าน ไม้ขีดไฟแผ่นขึ้น ไม้อัด (particle board) แปรลงกระดาน และรองเท้า ในท้องที่ภาคใต้นิยมใช้ทำคอกเลี้ยงสุกร การใช้ประโยชน์สำคัญอีกประการหนึ่งของไม้กระทุ้ม ได้แก่ ใช้ในการทำเชื้อและกระดาษ(กรมป่าไม้, 2551)

3. ปออีแก้ง

ปออีแก้ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pterocymbium javanicum* R. Br. ชื่อพื้นเมือง กะพงใหญ่, ปอกระด้าง, ปอจีแฮด, หมี่คำราม, อ้อยช้าง, พญาครุฑ ไม้ต้นขนาดใหญ่สูงถึง 30 เมตร ผลัดใบ เรือนยอดเป็นพุ่มกลมหรือรูปกรวยค่อนข้างโปร่ง ลำต้นเปลาตรง เปลือกเรียบสีน้ำตาลปนเทา ใบมีลักษณะเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับ ใบรูปหัวใจ กว้าง 5-11 เซนติเมตร ยาว 7-16 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบหยักเว้า ขอบใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ใบแก่เกลี้ยง เส้นแขนงใบข้างละ 5-7 เส้น ก้านใบยาว 3-8 เซนติเมตร ดอกเป็นกลีบรวมสีขาวนวล ออกเป็นช่อแบบช่อแยกแขนงห้อยลงเป็นพวงสั้นๆ ตามซอกใบและปลายกิ่งยาว 10-15 เซนติเมตร กลีบเลี้ยงสีเขียวอ่อนปลายแยก 5 แฉก ไม่มีกลีบดอก ดอกบานเต็มที่กว้าง 1.5-2 เซนติเมตร ผลแห้ง รูปกระสวย เกลี้ยง มีกาบบางสีแดงเรื่อๆ เป็นกระโดง โคนยาว 8-10 เซนติเมตร หุ้มส่วนหนึ่งของผลคล้ายเรือ เมล็ดรูปไข่ 1-2 เมล็ด ช่วงระยะเวลาออกดอก เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม ช่วงระยะเวลาออกผลเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม

คุณภาพเนื้อไม้

ปออีแก้งจัดเป็นไม้เนื้ออ่อนตามมาตรฐานกรมป่าไม้ คือเป็นไม้ที่มีความแข็งแรงในการตัด ของไม้แห้งต่ำกว่า 600 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่นน้อย 430-590 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หากสิ่งไม้ดีหรือการกองไม้ไม่ถูกต้องและไม่ระมัดระวัง จะถูกเห็ดราขี้มสีเกาะ ทำให้ไม้เป็นสีเทาหรือสีดำได้ง่าย มีความทนทานตามธรรมชาติเฉลี่ย 1.3 ปี ซึ่งจัดอยู่ในไม้ที่มีความทนทานต่ำ น้อยกว่า 2 ปี ถูกเชื้อราและปลวกเข้าทำลายได้ง่าย ด้านคุณสมบัติการใช้งาน การเลื่อย การไส การกลึง และการขัดเงา ทำได้ง่ายมาก แต่การยึดเหนี่ยวตะปูมีค่าน้อยมาก (เคลลินิวส์, 2552)

การใช้ประโยชน์

ใช้ทำหีบใส่ของ ไม้กระดาน หลักเข็ม รองเท้าไม้ แบบรองเท้า ไม้ขีดไฟ ไม้จิ้มฟัน ไม้บาง ไม้อัด ส่วนทางอ้อม เปลือกใช้ทำเชือกหยาบๆ ได้

พันธุ์ไม้ต่างถิ่น

1. กระจินเทพา

กระจินเทพามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Acacia mangium* Willd เป็นพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่ง อยู่ในวงศ์ย่อย Mimosoidae เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ไม้ผลัดใบ ต้นขนาดโตเต็มที่สูงประมาณ 30 เมตร โดยมีช่วงยาวของลำต้นที่ปราศจากกิ่งก้านเกือบครึ่งหนึ่งของความสูงทั้งหมด เส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก 40 เซนติเมตร เปลือกมีสีเทาหรือเทาอมน้ำตาล ค่อนข้างหนา เมื่อแก่ผิวเปลือกจะหยาบ กิ่งมีสีเขียว เมื่อแก่จะเป็นสีเขียวมืดน้ำตาล ไม่มีกิ่งแขนงมาก ใบ มีลักษณะเป็นแบบใบเดี่ยวเกิดแบบสลับ ส่วนที่เห็นแผ่นใบคือ ส่วนของก้านใบเปลี่ยนรูปมาทำหน้าที่เป็นใบ ดอกเป็นดอกช่อรูปทรงกระบอกแบบหางกระรอก สีขาวครีม ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ฝัก มีลักษณะบิดไปมาเป็นกลุ่มก้อนแน่น เมื่อแก่มีสีน้ำตาลเข้ม เมล็ด มีสีดำขนาด 3-5 มิลลิเมตร เกิดเรียงไปตามความยาวของฝักและยึดติดกับฝักด้วยรก ซึ่งมีสีเหลืองสด ฝักเมื่อแก่เต็มที่จะแตกปริตามตะเข็บ แล้วเมล็ดแก่ซึ่งมีสีดำเปลือกแข็งมีขนาด 3-5 x 2-3 มิลลิเมตร จะห้อยติดตัวอยู่กับใยสีเหลืองสด ภายในไม่กี่วัน โดยเฉพาะถ้ามีลมแรง ใยจะหลุดออกจากฝัก และเมล็ดซึ่งติดอยู่กับใยจะร่วงหล่นสู่พื้นดิน

ถิ่นกำเนิดและการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติ

กระถินเทพามีถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติอยู่ 3 กลุ่ม คือตามแนวชายฝั่ง ตะวันออกเฉียงเหนือของออสเตรเลียหรือทางตอนเหนือของรัฐควีนแลนด์ แถบเมืองเคนส์ ทางตอนใต้ของประเทศ ปาปัวนิวกินี และกลุ่มสุดท้ายคือ บริเวณ เกาะซีแรม ฮารู และอิราเนียน ชายา ของประเทศอินโดนีเซีย ในบริเวณเส้นละติจูด 1-19 องศาใต้ เส้นลองจิจูด 125-146 องศาตะวันออก พบอยู่ทั่วไปในบริเวณเหนือระดับน้ำทะเลเล็กน้อยไปจนถึงระดับความสูง 100 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ระดับความสูงของพื้นที่ที่จำกัดการเจริญเติบโตของไม้ชนิดนี้ตั้งแต่ 780 เมตรขึ้นไป (บุญวงศ์, 2547ก) จะขึ้นในพื้นที่ที่มีอากาศร้อนชื้น ซึ่งมีอุณหภูมิระหว่าง 31-34 องศาเซลเซียส ส่วนอากาศเย็นจะมีอุณหภูมิระหว่าง 15-22 องศาเซลเซียส (กรมป่าไม้, ม.ป.ป.) อุณหภูมิเฉลี่ยควรอยู่ระหว่าง 25-32 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิต่ำสุดไม่ควรจะต่ำกว่า 13 องศาเซลเซียส (บุญวงศ์, 2547ข) เพราะกระถินเทพาไม่ชอบอากาศหนาว เติบโตได้ดีแม้ในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ชอบดินที่มีฤทธิ์เป็นกรด มีค่า pH ระหว่าง 4.5-6.5 ปัจจัยในการเลือกพื้นที่ปลูกที่สำคัญที่สุดคือ ปริมาณน้ำฝนซึ่งควรมีฝนตกเกินกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี หรืออย่างน้อยสุด ปริมาณน้ำฝนรายปีก็ไม่ควรต่ำกว่า 1,500 มิลลิเมตร และที่สำคัญคือต้องไม่มีช่วงความแห้งแล้งที่เด่นชัดติดต่อกันยาวนานมากเกินไป

คุณภาพเนื้อไม้

คุณสมบัติเชิงกลของเนื้อไม้กระถินเทพา มีค่าความหนาแน่นระหว่าง 530-690 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ที่ระดับความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความถ่วงจำเพาะ 0.65 กระพี้สีเหลืองอ่อน แก่นมีสีน้ำตาล ฟัง อบ ตกแต่งไสกบให้เรียบได้ง่าย

การใช้ประโยชน์

กระถินเทพา เหมาะสำหรับนำมาทำไม้แปรรูปในงานก่อสร้างทั่วไป ทำวงกบประตู หน้าต่าง เครื่องเรือน ตู้เสื้อผ้า ต่อเรือ ไม้บาง ไม้อัด และอุตสาหกรรมชิ้นไม้สับ รวมทั้งใช้เลี้ยงกบใช้เพาะเห็ดหอมได้ดี และใช้ในงานก่อสร้างที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมากนัก นอกจากนี้สามารถนำไปใช้ทำแผ่นขึ้นไม้อัด (particle board) ได้ดี โดยใช้ไม้อายุประมาณ 7-8 ปี ผสมกับไม้ชนิดอื่น เช่น *Albizia falcataria* ในอัตราส่วน 30:70 ไม้กระถินเทพา ยังใช้เป็นไม้พื้นได้ดี เพราะมีความหนาแน่น และค่า

ความร้อนสูง (4,800-4,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม) จึงเหมาะสำหรับเป็น ไม้พลังงานและอุตสาหกรรมถ่านอัดแท่ง และถ่านขาว เพราะให้ถ่านที่มีคุณภาพสูงเป็นที่ต้องการของตลาด ถึงแม้ว่าการปลูกไม้ชนิดนี้จะไม่เน้นเพื่อเป็นไม้เชื้อเพลิง ก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านนี้ได้เช่นกัน(บุญวงศ์, 2547ข) ส่วนเชื้อไม้กระถินเทพาที่ผ่านการฟอกแล้ว นำไปผลิตเป็นกระดาษชนิดสี เช่น กระดาษเขียนหนังสือ เพราะมีคุณภาพใกล้เคียงกับเชื้อที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ในโรงงานที่ผลิตกระดาษชนิดต่างๆ (กรมป่าไม้, 2537)

สำหรับประโยชน์ทางอ้อม เนื่องจากกระถินเทพาเป็นพืชตระกูลถั่วจึงสามารถตรึงไนโตรเจนเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน ระบบรากเกาะยึดดินได้ดีเหมาะสำหรับปลูกเพื่อป้องกันการกร่อนของดิน ด้วยเรื้อนยอดที่แน่นทึบของไม้ไม่ผลัดใบจึงปลูกเป็นไม้แนวกันไฟ แนวกันลม และไม้ให้ร่มตามแนวถนน นอกจากนี้ประโยชน์ในทางอ้อมที่เด่นชัดก็คือ ปลูกเพื่อกำจัดหญ้าคาในพื้นที่เสื่อมโทรม ซึ่งปกติในแถบร้อนชื้นทั่วไปที่ดินรกร้างว่างเปล่ามักจะมีหญ้าคาขึ้นอยู่หนาแน่นและปราบยาก หญ้าคาเป็นพืชที่ต้องการแสงสว่างมาก ไม้ทนม ร่มเงาที่แน่นทึบของไม้กระถินเทพาจึงช่วยกำจัดหญ้าคาได้อย่างดี (บุญวงศ์, 2547ข)

การเติบโต

การเติบโต (growth) หมายถึง การเพิ่มขึ้นของขนาด น้ำหนัก จำนวนเซลล์ ปริมาณ โพรโทพลาซึม หรือความซับซ้อน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านปริมาณ (quantitative) ที่สามารถวัดได้โดยการชั่งตวงวัด ส่วนการพัฒนา (development) หมายถึง สิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบในโครงสร้างหรืออวัยวะต่างๆ เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเซลล์และเนื้อเยื่อของโครงสร้างนั้นๆ (นิศย์, 2542) ส่วน Husch *et al.*(1972) กล่าวว่า การเติบโตและพัฒนาของต้นไม้ มีปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตอยู่ 2 ปัจจัยซึ่งกระทำร่วมกัน คือปัจจัยทางด้านพันธุกรรม (genetic factor) และปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพสิ่งแวดล้อม (environment factor) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมดังกล่าวแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ปัจจัยคงที่ ได้แก่ ดินและสภาพภูมิประเทศ และปัจจัยแปรผัน ได้แก่ ลักษณะภูมิอากาศและการแข่งขัน ซึ่งคล้ายกับที่ Toumey (1947) ได้กล่าวว่า การเติบโตและพัฒนาของต้นไม้แตกต่างกันไปตามปัจจัยภายในของต้นไม้แต่ละชนิด และอิทธิพลภายนอก สิ่งจำเป็นสำหรับการเติบโตของต้นไม้ ได้แก่ สารอาหาร สารประกอบพวกไนโตรเจน แกลือแร่ธาตุ สอร์โอมิน วิตามิน และสารอื่นๆ อีกหลายอย่าง การเติบโตมีทั้งทางความสูงและความโต

ซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมของเยื่อเจริญ (meristematic tissue) Hocker (1979) ได้กล่าวว่าปัจจัยสำคัญอีกที่มีผลต่อการเติบโตของต้นไม้แต่ละชนิด ได้แก่ อายุ ความหนาแน่น และสภาพท้องถิ่น

การวัดการเติบโต ที่นิยมนำมาใช้โดยทั่วไป คือ การวัดขนาดและน้ำหนักการวัดขนาด จะวัด ความสูง (ต้น) ความยาว (ราก ใบ ช่อดอก ผล) พื้นที่(ใบ) เส้นผ่านศูนย์กลาง(ลำต้น ทรงพุ่ม) หรือ การวัดปริมาตร ส่วนการวัดน้ำหนัก คือการเก็บเกี่ยวส่วนต่างๆของพืชหรือพืชทั้งต้นที่ต้องการวัดมา ชั่งน้ำหนัก การวัดแบบนี้มี 2 แบบ คือวัดแบบน้ำหนักสด และวัดน้ำหนักแห้ง (นิคย์, 2542)

Baker (1950) กล่าวว่า การเติบโตของต้นไม้สามารถแสดงได้ในรูปตัว S ที่เรียกว่า sigmoid curve ซึ่งแบ่งการเติบโตออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงแรกเป็นระยะที่เริ่มมีการสร้างส่วนต่างๆ ซึ่งจะมีการเติบโตได้อย่างช้า เรียกระยะนี้ว่า formation period ช่วงที่สองเป็นช่วงที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็วซึ่งจะยาวนานกว่าในช่วงแรก เรียกระยะนี้ว่า grand period of growth และช่วงที่มีการเติบโตเต็มที่ ซึ่งเรียกระยะนี้ว่า period of maturity เป็นช่วงที่มีการเติบโตน้อยแต่เป็นช่วงที่ยาวนานที่สุด และมีการแปรผันมากที่สุดเนื่องจากต้นไม้แต่ละชนิดมีอายุยืนยาวต่างกัน

การเติบโตของต้นไม้ คือ การเพิ่มขนาดของส่วนต่างๆของต้นไม้ เช่น ขนาดราก ลำต้น กิ่ง ก้าน ตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการเติบโตของส่วนต่างๆ ของต้นไม้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับขนาด น้ำหนัก ปริมาตร และรูปทรงต้นไม้ (Husch *et al.*, 1972) ซึ่งการเติบโตของส่วนต่างๆ ของต้นไม้ทำให้เกิดการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter growth) การเติบโตทางความสูง (height growth) การเติบโตทางพื้นที่หน้าตัด (basal area growth) และการเติบโตทางปริมาตร (volume growth) ดังนั้นการเติบโตของต้นไม้จะแสดงด้วยค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ความเพิ่มพูนรายปีที่เพิ่งผ่านมา (current annual increment) เป็นการเติบโตหรือความเพิ่มพูนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี
2. ความเพิ่มพูนตามคาบ (periodic increment) เป็นความเพิ่มพูนที่เพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลาซึ่งมากกว่าหนึ่งปี หรืออาจเป็นช่วงละ 5 ปี 10 ปี
3. ความเพิ่มพูนรายปี (เฉลี่ย) ตามคาบ (periodic annual increment) เป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยในช่วงระยะเวลาหนึ่ง หาได้โดยเอาความเพิ่มพูนระยะคาบหารด้วยจำนวนปีในระยะเวลา นั้น

4. ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย (mean annual increment) เป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยที่หาได้จากความเพิ่มพูนสะสมทั้งหมดหารด้วยอายุทั้งหมด (ปีสตี, 2534)

ผลิตผล และการประมาณผลิตผลมวลชีวภาพ

ผลิตผล

ผลิตผล หมายถึงปริมาณทั้งหมดที่จะสามารถตัดฟันได้ หรือตัดฟันได้จริงๆ ในเวลาที่กำหนด (Spurr, 1952) ดังนั้นปริมาณทั้งหมดของหมู่ไม้ ณ เวลาใดเวลาหนึ่งก็คือ ผลิตผลของหมู่ไม้ โดยที่ตลอดระยะเวลาการเติบโตตั้งแต่แรกจนถึงอายุที่กำหนดไม่ได้มีการตัดขยายระยะออกไป (Toumey, 1947) ผลิตผลอาจมีความหมายอยู่ด้วยกัน 2 ด้าน คือ ผลผลิตด้านเศรษฐกิจ (economic yield) หมายถึง ผลิตผลที่ใช้ในเชิงการค้า เช่น ไม้ท่อน ไม้แปรรูป ไม้ฟืน ฯลฯ ซึ่งส่วนใหญ่จะวัดปริมาณออกมาเป็นขนาดลูกบาศก์ หรือน้ำหนัก ส่วนอีกด้านหนึ่ง คือ ผลิตผลด้านชีวภาพ (biological yield) ซึ่งเป็นผลิตผลที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์แสงและการดูดซับธาตุอาหารไปเสริมสร้างให้เกิดอินทรีย์วัตถุในส่วนต่างๆ ของพืช ซึ่งมักบอกเป็นมวลชีวภาพ (biomass) ในรูปของน้ำหนักแห้ง ซึ่งเรียกว่า ปริมาณผลิตผลมวลชีวภาพ (biomass production) สำหรับผลิตผลของหมู่ไม้นั้นจะแปรผันไปตามปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ชนิดไม้ องค์ประกอบของหมู่ไม้ คุณภาพท้องที่ ชั้นอายุ ความหนาแน่น การรบกวนจากภายนอก และการปฏิบัติทางด้านวนวัฒนวิทยา (Toumey, 1947)

ผลิตผลขั้นปฐมภูมิ

ในธรรมชาติสังคมของหมู่ไม้ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาอันเนื่องมาจากการเจริญเติบโตและการสนองต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ โดยที่พืชสีเขียวจะเปลี่ยนแปลงพลังงานจากดวงอาทิตย์มาเป็นพลังงานทางชีวเคมีเพื่อสร้างเนื้อเยื่อ โดยกระบวนการสังเคราะห์แสงเนื้อเยื่อของพืชที่ได้จากกระบวนการนี้ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเรียกว่าผลิตผลขั้นปฐมภูมิและเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นจากกระบวนการนี้ต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลาเรียกว่า ผลิตผลปฐมภูมิ (primary productivity) โดยมีหน่วยเป็นตันต่อเฮกแตร์ต่อปี (ton/ha/yr) นอกจากนี้ยังมีกระบวนการอีกกระบวนการหนึ่งซึ่งเกิดควบคู่ไปกับกระบวนการสังเคราะห์แสงคือ กระบวนการที่เผาผลาญอาหารส่วนที่พืชผลิตได้เพื่อใช้เป็นพลังงานในการดำรงชีพของพืชเรียกกระบวนการนี้ว่าการหายใจ (respiration) ดังนั้นการเพิ่มพูนของเนื้อเยื่อของต้นไม้หรือของหมู่ไม้จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อกระบวนการแรกมีอัตราสูงกว่า

กระบวนการหลังด้วยเหตุนี้จึงแบ่งผลิตผลขั้นปฐมภูมิออกได้เป็น 2 ประเภทคือ 1) ปริมาณเนื้อเยื่อทั้งหมดที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงรวมทั้งส่วนที่สูญเสียไปจากกระบวนการหายใจในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเรียกว่าผลิตผลขั้นปฐมภูมิทั้งหมด (gross primary production, GPP) และ 2) ปริมาณเนื้อเยื่อทั้งหมดที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยไม่รวมทั้งส่วนที่สูญเสียไปเนื่องจากกระบวนการหายใจเรียกว่าผลิตผลขั้นปฐมภูมิสุทธิ (net primary production, NPP) ส่วนของเนื้อเยื่อที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงและมีหน้าที่ต่อการเติบโตของพืชหรือหญ้าไม้ในขณะใดขณะหนึ่งนั้นเรียกว่ามวลชีวภาพ (biomass) และนิยมวัดออกมาในรูปน้ำหนักแห้งหรือน้ำหนักแห้งปราศจากน้ำโดยมีค่าเป็นน้ำหนักต่อหน่วยของพืช เช่น ต่อดันจะมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อดัน หรือต่อหน่วยพื้นที่จะมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อไร่หรือตันต่อเฮกแตร์ปกติตามมาตรฐานสากลหน่วยจะใช้เป็น Mg/ha (Mega gram/เฮกแตร์ โดยที่ 1 Mg = 1 ton) (ชิงชัย, 2546)

การประมาณหาผลิตผลของหญ้าไม้ สามารถสรุปได้ 2 วิธี คือ (1) วิธีโดยอ้อม เป็นการวัดหาปริมาณปัจจัยการผลิต (input) และผลผลิต (output) หรือส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเติบโต แล้วนำค่าที่ได้ไปประเมินผลิตผลของหญ้าไม้อีกครั้งหนึ่ง และ (2) เทคนิคตัดฟัน (harvest technique) เป็นวิธีการตัดฟันไม้ลงเพื่อหาผลิตผลของหญ้าไม้โดยตรง ส่วนใหญ่ใช้ในการหาผลิตผลขั้นปฐมภูมิสุทธิ (net primary production, NPP) (สมภักทร, 2544) สำหรับวิธี เทคนิคตัดฟัน (harvest technique) นั้น Satoo (1970) และ Whittaker and Woodwell (1971) สามารถสรุปวิธีการไว้ 3 วิธี คือ

1. ต้นไม้เฉลี่ย (mean tree) ใช้ในกรณีสังคมพืชที่มีชั้นอายุเดียว เช่น สวนป่า (artificial forest) โดยเลือกไม้ตัวอย่างจากแปลงเพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ทำการตัดฟันและชั่งน้ำหนักเป็นค่าน้ำหนักเฉลี่ย (\bar{w}) ของแต่ละชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง แล้วนำค่านี้ไปคูณกับจำนวนต้นไม้ทั้งหมดในชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนั้นๆ (n) ผลรวมของผลคูณในแต่ละชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรวมกันจะเป็นปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดในแปลง (W) ดังสมการ

$$W = \sum (\bar{w} n)$$

2. อัตราส่วนผลิตผล (production ratio) เป็นวิธีการที่ใช้กับไม้พื้นล่าง โดยสุ่มเลือกไม้ตัวอย่างให้กระจายในทุกชั้นขนาด เพื่อเป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษา วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ตัวอย่างในแปลงเพื่อคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดของไม้ตัวอย่าง (G) วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ทั้งหมดเพื่อคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดของไม้ทั้งหมด ($\sum g$) และตัดชั่งไม้ตัวอย่างเพื่อหาปริมาณ

มวลชีวภาพของไม้ตัวอย่าง ($\sum w$) คำนวณหาปริมาณมวลชีวภาพของไม้ทั้งหมดในแปลง (W) จากสมการ

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

3. การวิเคราะห์ขนาด (dimension analysis) เป็นวิธีการที่ใช้กับหมู่ไม้ที่มีหลายชั้นอายุ เช่น ป่าธรรมชาติ (natural forest) เป็นการวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) โดยการเลือกไม้ตัวอย่างขนาดต่างๆ กันให้กระจายทั่วแปลง เพื่อเป็นตัวแทนในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของส่วนต่างๆ กับมวลชีวภาพของต้นไม้ ผลรวมของมวลชีวภาพของต้นไม้ทุกขนาดที่ได้รับการประมาณโดยสมการความสัมพันธ์ดังกล่าว จะเป็นค่ามวลชีวภาพของหมู่ไม้นั้น วิธีนี้เหมาะสำหรับการศึกษาในแปลงตัวอย่างที่ไม่ต้องการตัดฟัน ไม้ออกทั้งแปลง

Satoo and Senda (1958) ได้นำเอาวิธีการวิเคราะห์ขนาด (dimension analysis) นี้มาใช้ในการประมาณปริมาณมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และราก โดยอาศัยสมการแอลโลเมตรี (allometry) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว คือ (1) ขนาดของส่วนต่างๆ ที่วัดได้จากต้นไม้เป็นตัวแปรอิสระ (x) และ (2) ปริมาณมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของต้นไม้เป็นตัวแปรตาม (y) จากต้นไม้ตัวอย่าง ดังสมการ

$$Y = aX^h$$

หรือ $\log Y = \log a + h \log X$

โดยที่ Y คือ ปริมาณมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของต้นไม้
 X คือ parabolic volume ในรูป D^2H ซึ่ง D คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เพียงอก และ H คือความสูงทั้งหมดของลำต้น
 a และ h คือ ค่าคงที่ของสมการ

ค่าตัวแปรอิสระ (x) ค่าใดจะถูกต้องมากที่สุดนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการพิจารณาและเลือกให้มีความเหมาะสมเป็นกรณีไป Kira and Shidei (1967) พบว่า ถ้านำเอาความสูงทั้งหมดของต้นไม้

(H) มาเป็นตัวแปรอิสระร่วมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกยกกำลังสอง (D^2) ในรูป D^2H จะทำให้สามารถประมาณหาปริมาณมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง และรากได้อย่างถูกต้องที่สุด เพราะ D^2H เป็นค่าโดยประมาณของปริมาตรของลำต้น ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับมวลชีวภาพหรือน้ำหนัก แต่ในส่วนมวลชีวภาพของใบนั้น Shinozaki *et al.* (1964) ได้เสนอทฤษฎีว่า ปริมาณของใบจะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงกิ่งสดกิ่งแรก (D_B) ซึ่งในทางปฏิบัติไม่สะดวกในการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงกิ่งสดกิ่งแรกของต้นไม้ในแปลงทดลองหรือในป่าธรรมชาติ

ในการประมาณค่ามวลชีวภาพโดยอาศัยความสัมพันธ์ทางแอลโลเมตรี (allometry) นั้น มีข้อที่จะต้องคำนึงถึงอยู่ด้วยกัน 3 ข้อ คือ (1) ไม่ควรที่จะเลือกไม้ตัวอย่างเฉพาะต้นที่มีลักษณะดี หรือเติบโตดี เพราะค่าที่ประมาณได้จะสูงกว่าความเป็นจริง (2) ไม่ควรเลือกไม้มีขนาดใหญ่ที่สุดในแปลง เพราะถ้านำความสัมพันธ์มาใช้ประมาณค่ามวลชีวภาพของไม้ขนาดเล็ก จะทำให้ได้ค่าปริมาณมวลชีวภาพที่มากกว่าความเป็นจริง (3) การใช้ค่าความสูงทั้งหมดของลำต้นมาเป็นตัวแปรร่วม ในรูป D^2H จะทำให้การประมาณหาปริมาณมวลชีวภาพได้ถูกต้องยิ่งขึ้น (Kira and Shidei, 1967)

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กันดินนันท และ ชิงชัย (2545ก) ทำการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของ ไม้ยางนา อายุ 19 ปี ที่สวนป่าห้วยระบำ อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี จากแปลงปลูกของบริษัทไม้อัดไทย จำกัด แปลงปลูกปี พ.ศ.2523 มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ย 200 เมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,629.33 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 34.05 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 20.13 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 89.45 เปอร์เซ็นต์ ยังไม่เคยผ่านการตัดขยายระยะมาก่อน ลักษณะดินอยู่ในชุดดินจันทิก (Cu) มีลักษณะดินเป็นดินลึก มีการระบายน้ำค่อนข้างมาก เนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ โดยวางแปลงเก็บข้อมูลขนาดพื้นที่ 20x20 เมตร ในพื้นที่แปลงปลูกไม้ยางนา ระยะปลูก 2x2 เมตร โดยวางแปลงในพื้นที่ที่ต้นไม้ไม่มีความสม่ำเสมอมากที่สุด ได้สมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยางนา อายุ 19 ปี ดังนี้

$$\text{มวลชีวภาพของส่วนลำต้น}(W_S) \quad W_S = 0.0180 (D^2H)^{1.0196} \quad (R^2 = 0.9963)$$

$$\text{มวลชีวภาพของส่วนที่เป็นกิ่ง}(W_B) \quad W_B = 0.0010 (D^2H)^{1.1556} \quad (R^2 = 0.9785)$$

$$\text{มวลชีวภาพของส่วนที่เป็นใบ}(W_L) \quad W_L = 0.0064 (D^2H)^{0.7885} \quad (R^2 = 0.9142)$$

$$\text{มวลชีวภาพทั้งหมด}(W_T) \quad W_T = 0.0207 (D^2H)^{1.0286} \quad (R^2 = 0.9951)$$

โดยที่ D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)
 H คือ ความสูงทั้งหมดของลำต้น (เมตร)
 R^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination)

กันดินันท์ และ ชิงชัย (2545ข) ทำการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้กระถินเทพา อายุ 2-18 ปี จำนวน 17 แปลงตัวอย่างที่สวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา แปลงในพื้นที่สวนป่าของบริษัทไม้อัดไทย จำกัด ระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ย 70 เมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 28.8 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,312 มิลลิเมตรต่อปี ครอบคลุมระยะปลูก และชุดดินต่างๆ กัน ระยะปลูกที่พบคือ 1x3 เมตร, 1x4 เมตร, 2x2 เมตร, 2x3 เมตร, 3x3 เมตร และ 8x8 เมตร ชุดดินที่พบจำนวน 5 ชุดดิน คือ ควนขนุน (Kkn) ปางไร่ (Pg) สดึกและวาริน (Suk&Wn) กบินทร์ (Kb) และสดึก (Suk) โดยวางแปลงตัวอย่างขนาดอย่างน้อย 20x20 เมตร ในแต่ละชั้นอายุ ระยะปลูก และชนิดดินที่ปรากฏ โดยคัดเลือกหมู่ไม้ที่มีความสม่ำเสมอมากที่สุด จากการตัดไม้ตัวอย่างที่อายุ 7 ปีได้ สมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้กระถินเทพา ดังนี้

$$\text{มวลชีวภาพของส่วนลำต้น}(W_S) \quad W_S = 0.017 (D^2H)^{0.9973} \quad (R^2 = 0.9928)$$

$$\text{มวลชีวภาพของส่วนที่เป็นกิ่ง}(W_B) \quad W_B = 0.00004 (D^2H)^{1.4430} \quad (R^2 = 0.8882)$$

$$\text{มวลชีวภาพของส่วนที่เป็นใบ}(W_L) \quad W_L = 0.00004 (D^2H)^{1.3462} \quad (R^2 = 0.9756)$$

$$\text{มวลชีวภาพทั้งหมด}(W_T) \quad W_T = 0.0130 (D^2H)^{1.0452} \quad (R^2 = 0.9950)$$

$$\text{ปริมาตรลำต้น}(V_S) \quad V_S = 0.00009 (D^2H)^{0.9099} \quad (R^2 = 0.9938)$$

โดยที่ D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)
 H คือ ความสูงทั้งหมดของลำต้น (เมตร)

R^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination)

สมภัทร (2544) ทำการศึกษาการเติบโตและผลผลิตของไม้ดินเป็ดอายุ 4 ปีที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต่างกัน ที่สถานีวิจัยวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด ได้สมการแอลโลเมตรี (allometry) สำหรับประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของ ไม้ดินเป็ด ดังนี้

$$\text{มวลชีวภาพของส่วนลำต้น}(W_S) \quad W_S = 0.0088 (D^2H)^{0.947} \quad (R^2 = 0.991)$$

$$\text{มวลชีวภาพของส่วนที่เป็นกิ่ง}(W_B) \quad W_B = 0.0099 (D^2H)^{0.998} \quad (R^2 = 0.961)$$

$$\text{มวลชีวภาพของส่วนที่เป็นใบ}(W_L) \quad W_L = 0.0023 (D^2H)^{1.024} \quad (R^2 = 0.844)$$

$$\text{มวลชีวภาพของส่วนที่เป็นเนื้อไม้}(W_C) \quad W_C = 0.0106 (D^2H)^{1.016} \quad (R^2 = 0.983)$$

$$\text{มวลชีวภาพทั้งหมด}(W_T) \quad W_T = 0.0108 (D^2H)^{1.036} \quad (R^2 = 0.985)$$

$$\text{ปริมาตรลำต้น}(V_S) \quad V_S = 34.7536 (D^2H)^{0.919} \quad (R^2 = 0.988)$$

โดยที่ D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

H คือ ความสูงทั้งหมดของลำต้น (เมตร)

R^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination)

ชิงชัย และคณะ(2547) ได้ทำการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินเพื่อหาสมการแอลโลเมตรี ที่สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ห้วยทา อำเภอน้ำแกลี้ยง จังหวัดศรีสะเกษ ได้สมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ตะเคียนทอง อายุ 6 ปี ดังนี้

$$\text{มวลชีวภาพของส่วนลำต้น}(W_S) \quad W_S = 0.0223 (D^2H)^{1.0199} \quad (R^2 = 0.9442)$$

$$\text{มวลชีวภาพของส่วนที่เป็นกิ่ง}(W_B) \quad W_B = 0.0027 (D^2H)^{1.2228} \quad (R^2 = 0.8580)$$

$$\text{มวลชีวภาพของส่วนที่เป็นใบ}(W_L) \quad W_L = 0.0032 (D^2H)^{1.0477} \quad (R^2 = 0.9016)$$

$$\text{มวลชีวภาพทั้งหมด}(W_T) \quad W_T = 0.0241 (D^2H)^{1.0842} \quad (R^2 = 0.9457)$$

$$\text{ปริมาตรลำต้น}(V_S) \quad V_S = 0.000077 (D^2H)^{0.9091} \quad (R^2 = 0.9773)$$

โดยที่	D	คือ	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)
	H	คือ	ความสูงทั้งหมดของลำต้น (เมตร)
	R ²	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination)

อนันต์ และคณะ (2531) ได้ทำการศึกษาผลผลิตของไม้กระถินเทพาที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่าสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ปรากฏว่า กระถินเทพา เมื่ออายุ 4 ปี ระยะปลูก 2x2 เมตร มีความโตเฉลี่ย 9.31±1.31 เซนติเมตร และสูงเฉลี่ย 10.87±1.31 เมตร และเมื่อทำการศึกษามวลชีวภาพของไม้กระถินเทพาเปรียบเทียบกับไม้ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*) กระถินณรงค์ และกระถินยักษ์ ที่อายุเดียวกัน พบว่ากระถินเทพามีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสูงที่สุด คือ 52.68 ต้นต่อเฮกตาร์ โดยมีมวลชีวภาพของลำต้นเฉลี่ย 26.34 กิโลกรัมต่อต้น

กันตินันท์ และ ชิงชัย (2545ก) พบว่า ไม้ยางนา อายุ 19 ปี มีอัตราการรอดตายเท่ากับ 57 เปอร์เซ็นต์ มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 14.145 ± 5.812 เซนติเมตร และมีความสูงทั้งหมดเฉลี่ย 13.376 ± 3.180 เมตร และเมื่อยางนา อายุ 20 ปี พบว่าอัตราการรอดตายไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย และความสูงทั้งหมดเฉลี่ย เพิ่มขึ้นเป็น 15.212 ± 6.543 เซนติเมตร และ 13.714 ± 3.117 เมตร ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นความเพิ่มพูนทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.9547±0.5614 เซนติเมตร และความเพิ่มพูนทางด้านความสูงเท่ากับ 0.337 เมตร มีค่า Form Factor เฉลี่ย 0.5310 โดยที่มีปริมาตรทั้งหมด 218.8269 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ (35.0123 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) มีผลผลิตมวลชีวภาพในส่วนของลำต้น, ใบ, กิ่ง และมวลชีวภาพรวมทั้งหมด เท่ากับ 114.0214, 5.7065, 21.6930 และ 141.4209 ต้น/เฮกตาร์ หรือเท่ากับ 18.2434, 0.9130, 3.4709 และ 22.6273 ต้น/ไร่ ตามลำดับ โดยมีค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ (LAI) เท่ากับ 5.675

กันตินันท์ และ ชิงชัย (2545ข) ทำการศึกษามวลชีวภาพของไม้กระถินเทพาอายุ 7 ปี ทำให้สามารถประมาณมวลชีวภาพลำต้น ใบ กิ่ง และมวลชีวภาพทั้งหมด ได้เท่ากับ 85.1, 3.4, 7.5 และ 95.8 ตันต่อเฮกเตอร์ หรือเท่ากับ 13.616, 0.544, 1.2 และ 15.328 ตันต่อไร่ ตามลำดับ และประมาณปริมาตรทั้งหมดได้เท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกเตอร์ หรือ 3.584 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

ชิงชัย และคณะ (2547) ทำการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้จำนวน 4 ชนิด คือ ไม้สะเดา ไม้ตะเคียนทอง ไม้พฤษภ อายุ 6 ปี และไม้เลื้อย อายุ 5 ปี พบว่า ไม้เลื้อย มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสูงสุด เท่ากับ 68.909 ตันต่อเฮกเตอร์ หรือ 11.025 ตันต่อไร่ รองลงมา คือ ไม้สะเดา ไม้ตะเคียนทอง และ ไม้พฤษภ มีค่าเท่ากับ 44.026, 32.704 และ 24.807 ตันต่อเฮกเตอร์ หรือ 7.044, 5.232 และ 3.969 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

สุทัศน์ (2540) ทำการทดลองระยะปลูกไม้สะเดา พบว่าไม้สะเดา อายุ 10 ปี ระยะปลูก 2x2 เมตร มีอัตราการรอดตายเท่ากับ 70.39 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยเท่ากับ 6.18 เซนติเมตร และความสูงทั้งหมดเฉลี่ย เท่ากับ 5.16 เมตร

วีระพงษ์ (2540) ทำการศึกษาการเจริญเติบโตและมูลค่าเศรษฐกิจของไม้กระถินเทพาอายุ 8 ปี ในระยะปลูกต่างๆ กัน ได้ทำการศึกษาในพื้นที่แปลงทดลองระยะปลูกไม้กระถินเทพา ในพื้นที่โครงการวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า กรมป่าไม้ โครงการตั้งอยู่ในพื้นที่ป่าสะแกราช บ้านห้วยน้ำเค็ม ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา พบว่า ในระยะปลูก 2x2 เมตร การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย และความสูงทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 12.59 เซนติเมตร และ 16.72 เมตร ตามลำดับ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดความสูง
2. สายวัด (tape)
3. เทปวัดระยะทาง
4. อุปกรณ์บันทึกภาพ กล้องถ่ายรูปดิจิทัล
5. อุปกรณ์และแบบการบันทึกข้อมูล
6. ชุดอุปกรณ์คอมพิวเตอร์(computer) และ โปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูป

วิธีการ

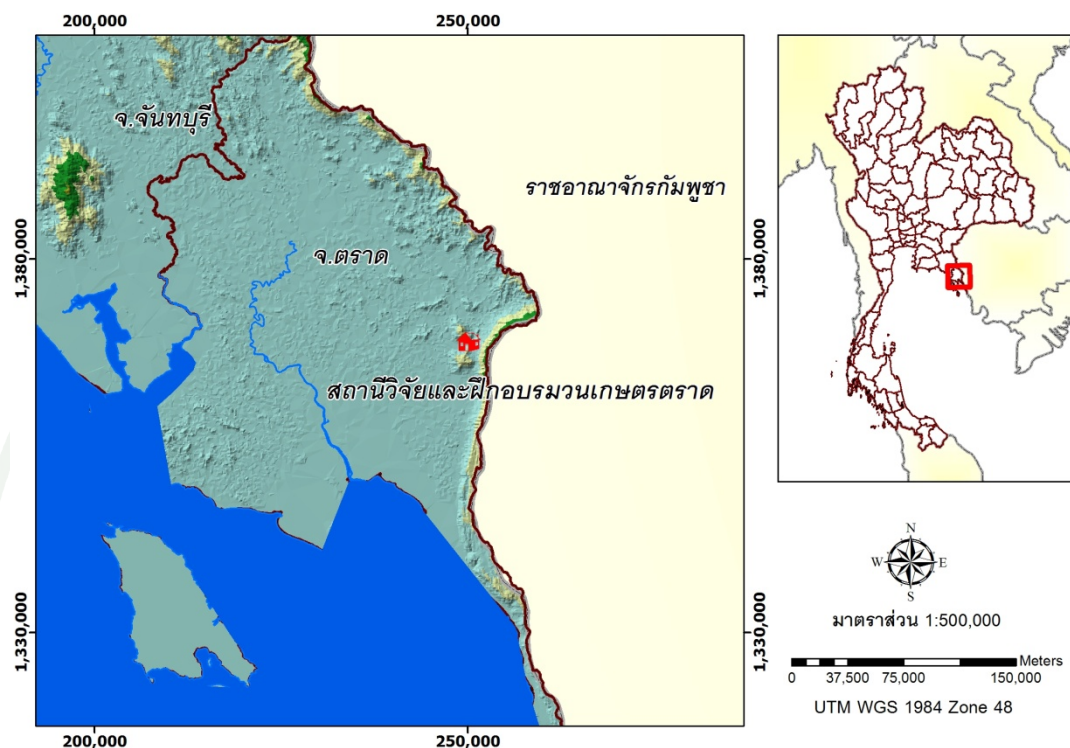
1. พันธุ์ไม้ที่ทำการศึกษา

พันธุ์ไม้ที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ ประกอบด้วยพันธุ์ไม้โตเร็ว 4 ชนิด ได้แก่ ขนุนป่า (*Artocarpus rididus* Blume) ปออีแก้ง (*Pterocymbium javanicum* R. Br.) กระจับปี่ (*Anthocephalus chinensis* Rich. Ex Walp.) กระจับปี่ (*Acacia mangium* Willd)

2. ลักษณะแปลงทดลองพันธุ์ไม้

แปลงทดลองพันธุ์ไม้พื้นเมืองโตเร็วและไม้นอกถิ่นกำเนิดรวม 4 ชนิด ในสถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด จังหวัดตราด ตั้งอยู่ที่ 37/1 หมู่ที่ 6 ตำบลท่ากุ่ม อำเภอเมือง จังหวัดตราด (ภาพที่ 1) เป็นแปลงทดลองปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ไม้โตเร็ว 4 ชนิด ซึ่งดำเนินการปลูกในปี พ.ศ. 2548 ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 20 เมตร ในสภาพพื้นที่มีทั้งดินร่วน ดินทรายร่วน

ดินปนทราย และดินร่วนเหนียวปนทราย ความเป็นกรดเป็นด่างของดินอยู่ระหว่าง 4.6-5.6 สภาพเดิมเป็นป่าดิบชื้น (สมภักทร, 2544)



ภาพที่ 1 ที่ตั้งสถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด ตำบลท่ากุ่ม อำเภอเมือง จังหวัดตราด

ลักษณะภูมิอากาศ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.69 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.18 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝน 3,133.32 มิลลิเมตรต่อปี โดยมีช่วงแล้งระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคมของทุกปี ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ร้อยละ 90.34 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของลักษณะภูมิอากาศของสถานีวิจัยและฝึกรอบบริเวณเกษตรตราด ตำบลท่ากุ่ม อำเภอเมือง จังหวัดตราด ในช่วงเดือนมกราคม 2548 ถึง ธันวาคม 2555

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	อุณหภูมิสูงสุด เฉลี่ย (°C)	อุณหภูมิต่ำสุด เฉลี่ย (°C)	อุณหภูมิ เฉลี่ย (°C)	ความชื้น สัมพัทธ์เฉลี่ย (ร้อยละ)
มกราคม	22.25	33.49	20.89	27.19	90.00
กุมภาพันธ์	35.41	34.15	22.44	28.29	89.72
มีนาคม	90.05	34.37	23.16	28.77	89.56
เมษายน	132.59	34.71	23.54	29.13	89.96
พฤษภาคม	354.16	33.11	24.15	28.63	90.58
มิถุนายน	407.81	31.89	24.35	28.12	90.70
กรกฎาคม	606.58	31.39	24.09	27.74	90.62
สิงหาคม	533.31	31.16	24.07	27.61	90.59
กันยายน	611.00	31.42	23.98	27.70	90.61
ตุลาคม	281.54	31.67	23.84	27.76	90.63
พฤศจิกายน	55.11	32.51	22.55	27.53	90.56
ธันวาคม	3.52	32.40	21.11	26.75	90.51
เฉลี่ย	-	32.69	23.18	27.93	90.34
รวม	3,133.32	-	-	-	-

หมายเหตุ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ระหว่างปี พ.ศ. 2548-2555

มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) ประกอบด้วย พันธุ์ไม้โตเร็ว 4 ชนิด (treatment) ได้แก่ กระทุ้ม ปออีเก็ง ขนุนป่า และกระถินเทพา จำนวน 4 ซ้ำ (replications) ในแต่ละซ้ำจะปลูกต้น ไม้ชนิดละ 36 ต้น ระยะปลูก 2x2 เมตร (ภาพที่ 2)

ปออีเก้ง	กระถินเทพา	ปออีเก้ง	ปออีเก้ง
กระถินเทพา	กระท่อม	กระท่อม	กระถินเทพา
กระท่อม	ปออีเก้ง	กระถินเทพา	ขนุนป่า
ขนุนป่า	ขนุนป่า	ขนุนป่า	กระท่อม
Block 1	Block 2	Block 3	Block 4

ภาพที่ 2 ฝั่งแสดงการปลูกทดลองพันธุ์ไม้โตเร็ว 4 ชนิด

3. การเก็บข้อมูลการเติบโต

ในแต่ละแปลงตัวอย่างจะเก็บข้อมูล จำนวน 36 ต้น โดยทำการเก็บข้อมูลของต้นไม้ เมื่ออายุ 8 ปี นับจำนวนต้นไม้ที่รอดตายทุกต้นที่ได้ดำเนินการเก็บข้อมูล ความสูงทั้งหมด (H) และเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 อัตราการรอดตาย

นำข้อมูลการรอดตายของต้นไม้แต่ละชนิด (ในแต่ละซ้ำ) ที่ได้ดำเนินการเก็บข้อมูล ความสูง และความเติบโต ไปคำนวณหาอัตราการรอดตาย มีหน่วยเป็นร้อยละ โดยสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\text{อัตราการรอดตาย (\%)} = \frac{\text{จำนวนต้นไม้ที่เหลืออยู่จริง} \times 100}{\text{จำนวนต้นไม้ที่ปลูกทั้งหมด}}$$

4.2 การเติบโต

นำข้อมูลความสูง และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ของต้นไม้แต่ละชนิด (แต่ละซ้ำ) ไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยของแต่ละค่าในแต่ละแปลงย่อย โดยสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\text{เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย (ซม.)} = \frac{\text{ผลรวมของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้แต่ละต้น}}{\text{จำนวนต้นไม้ในแปลงตัวอย่าง}}$$

$$\text{ความสูงเฉลี่ย (ม.)} = \frac{\text{ผลรวมของความสูงของต้นไม้แต่ละต้น}}{\text{จำนวนต้นไม้ในแปลงตัวอย่าง}}$$

4.3 ผลิตผลมวตชีวภาพ

ศึกษาปริมาณผลิตผลมวตชีวภาพของลำต้น (W_S) กิ่ง (W_B) ใบ (W_L) และผลิตผลมวตชีวภาพเหนือพื้นดินรวม (W_T) ของไม้โตเร็วแต่ละชนิด โดยทำการตัดไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตามชั้นขนาดความโตที่กำหนด (5 ชั้นขนาดความโต) โดยตัดไม้ในแต่ละชั้นความโตชั้นละ 1 ต้นจำนวนทั้งหมด 5 ต้นต่อชนิด และดำเนินการดังนี้

4.3.1 วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่างๆของไม้ตัวอย่างที่ตัด คือ ที่ระดับชิดดิน (D_0) ที่ระดับความสูง 0.30 เมตร ($D_{.30}$) ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร (DBH) และทุกๆ 1 เมตรจนถึงยอด ที่ระดับใต้กิ่งสดกิ่งแรก (D_B) ความสูงของกิ่งสดกิ่งแรก (H_B) และความสูงทั้งหมด (H)

4.3.2 ตัดทอนไม้ออกเป็นท่อนๆ จากโคนต้นจนถึงปลายยอด และทำการแยกส่วนที่เป็นใบ กิ่ง และลำต้น

4.3.3 ชั่งน้ำหนักสดของใบ กิ่ง และลำต้นของไม้ตัวอย่างด้วยเครื่องชั่ง

4.3.4 สุ่มเก็บตัวอย่าง ใบ กิ่ง และลำต้น ชั่งน้ำหนักสดเพื่อนำไปหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น และคำนวณเป็นน้ำหนักแห้ง

4.3.5 การหาปริมาณความชื้นโดยการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากสูตร

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

4.3.6 นำเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ได้ในแต่ละส่วนไปใช้เปลี่ยนน้ำหนักสดของส่วนต่างๆ ในแต่ละท่อน มาเป็นน้ำหนักแห้งจากสูตร

$$\text{น้ำหนักแห้ง} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักสด}}{\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} + 100}$$

4.3.7 ประมาณหาผลผลิตผลมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ และปริมาตรของลำต้น โดยใช้สมการทางแอลโลเมตรี ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว คือ ขนาดของส่วนต่างๆ ที่วัดได้จากต้นไม้ คือ ตัวแปรอิสระ (x) กับปริมาณมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของต้นไม้มือ ตัวแปรตาม (y) และถ้าเอาความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (H) มาเป็นตัวแปรอิสระร่วมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกกำลังสอง (D^2) ในรูปของ D^2H จะทำให้สามารถประมาณค่ามวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ ได้อย่างถูกต้อง (Kira and Shidei, 1967) โดยมีความสัมพันธ์ คือ

$$y = ax^h \text{ หรือ } \log y = \log a + h \log x$$

โดยที่ y คือ ปริมาณมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของต้นไม้มือ
 x คือ ค่าตัวแปรอิสระ (D^2H) ซึ่งใช้ในการประมาณหามวลชีวภาพและปริมาตรของลำต้น
 a และ h คือ ค่าคงที่ของสมการ

4.4 ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย

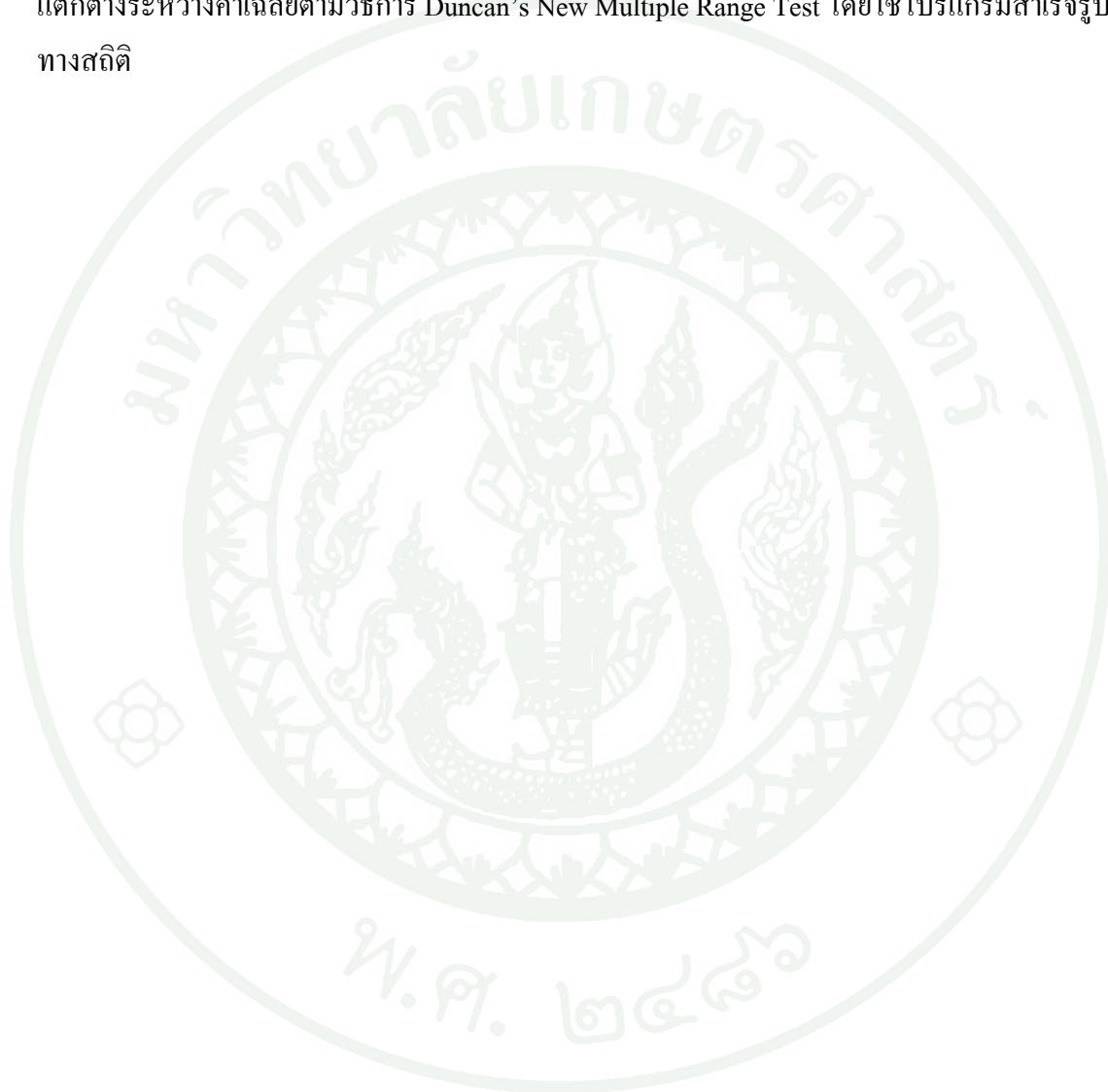
คำนวณหาความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย (Mean Annual Increment, MAI) ของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกเฉลี่ย ความสูงทั้งหมดเฉลี่ย มวลชีวภาพของแต่ละชนิด โดยใช้สูตร

$$MAI = X_n/N$$

เมื่อ MAI คือ ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย
 X_n คือ ค่าเฉลี่ยของค่าต่างๆ ของปีที่ n และ
 N คือ อายุ n ปี

4.5 นำข้อมูลเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออก (DBH) และความสูง (H) ของไม้แต่ละชนิดมาสร้างรูปแบบการเติบโต โดยใช้สมการ Power function ในโปรแกรม Excel

4.6 ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH), ความสูง (H), ผลิตผลมวลชีวภาพของลำต้น (W_s), ผลิตผลมวลชีวภาพของกิ่ง (W_b), ผลิตผลมวลชีวภาพของใบ (W_L) และผลิตผลมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวม (W_T) ของไม้แต่ละชนิด วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยตามวิธีการ Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ



ผลและวิจารณ์

การศึกษาการทดลองพันธุ์ไม้โตเร็วที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด ได้ศึกษาถึงอัตราการรอดตาย การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความสูง ทั้งหมด และผลิตผลมวลชีวภาพ ซึ่งมีรายละเอียดการศึกษา ดังนี้

1. อัตราการรอดตาย

จากการศึกษาพบว่า อัตราการรอดตายเฉลี่ยของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 8 ปี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ดังแสดงใน ตารางที่ 2, ภาพที่ 3 โดย พบว่า กระจินเทพามีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 90.28 รองลงมา คือ ขนุนป่า และ ปออีแก้ง มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยร้อยละ 63.89 และ 63.20 ตามลำดับ ส่วนกระทุ่มมีอัตราการรอดตายต่ำที่สุดเท่ากับ ร้อยละ 16.67

ตารางที่ 2 อัตราการรอดตายของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 8 ปี ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด

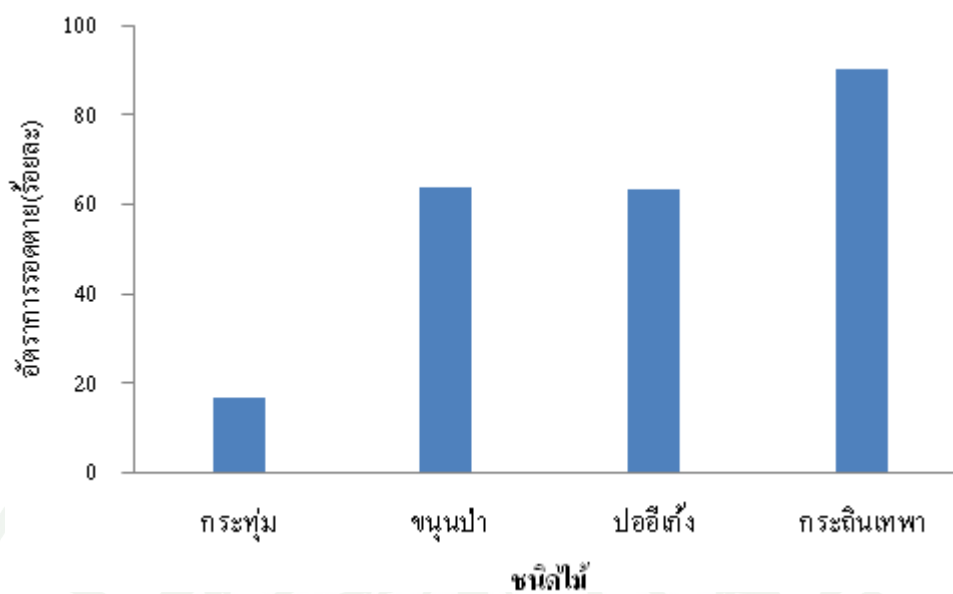
ชนิดไม้	อัตราการรอดตาย(ร้อยละ)
กระทุ่ม	16.67 ^c
ปออีแก้ง	63.20 ^b
ขนุนป่า	63.89 ^b
กระจินเทพา	90.28 ^a
F-value	17.69**

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบ

โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

จากตารางที่ 2 พบว่า กระจินเทพามีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุด ส่วนกระท่อมมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยต่ำที่สุด จากการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นของทางสถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตร ปรากฏ ทำให้ทราบว่าปัญหาในการเตรียมกล้าไม้ กล้าไม้ที่ใช้ปลูกจึงไม่แข็งแรง และอ่อนแอ ส่งผลให้อัตราการรอดตายต่ำ สอดคล้องกับที่สังจาพร และ บรรดิษฐ์ (2544) ได้แนะนำไว้ว่าการเตรียมกล้าไม้เพื่อนำไปปลูกในสวนป่าให้ได้ผลและคุ้มค่าที่สุดอยู่ที่เทคนิคการเตรียมกล้าไม้ และการจัดการดูแลกล้าไม้ในระยะเพาะชำ และเนื่องจากกระท่อมเป็นไม้ที่โตเร็วมาก ประกอบกับมีเรือนยอดแผ่กว้างเพราะกิ่งตั้งฉากกับลำต้น ระยะปลูกที่เหมาะสมไม่ควรน้อยกว่า 4x4 เมตร หรือความหนาแน่นของหมู่ไม้ไม่เกิน 100 ต้นต่อไร่ ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้ใช้ระยะปลูก 2x2 เมตร เป็นระยะปลูกที่ค่อนข้างถี่ หรือหมู่ไม้มีความหนาแน่นสูงอาจทำให้มีปัญหาเรื่อง โรค ราแมลง มากกว่าหมู่ไม้ที่ขึ้นอยู่ห่างๆ เป็นกลุ่มๆ ตามธรรมชาติ ซึ่งแมลงศัตรูที่สำคัญของไม้กระท่อม ได้แก่ หนอนม้วนใบ (*Margaronia hilaralis*) หนอนผีเสื้อ (*Arthroschista hilarasis*) และนีมาโทด จำพวก *Meloidogyne* spp. เข้าทำลายเรือนรากทำให้ไม้กระท่อมยืนต้นตาย ซึ่งสอดคล้องกับการปลูกกระท่อมที่อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว ของบริษัท สโตรา เอ็นโซ (ประเทศไทย) จำกัด เมื่อกระท่อมอายุครบ 1 ปี เติบโตเร็วมาก แต่เข้าปีที่ 2-3 แมลงกินใบเริ่มระบาด กินแผ่นใบหมด และเจาะกินยอดทำให้ยอดด้วน หลังจากนั้นก็ทยอยยืนต้นตาย และการเจริญเติบโตไม่ดี เพราะดินเป็นกรวดทราย มีความชุ่มชื้นและความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ต้นกระท่อมที่รอดตายและเติบโตดีส่วนใหญ่อยู่ตามริมน้ำ และบริเวณน้ำท่วมถึง ส่วนต้นที่อยู่บนเนินห่างจากหนองน้ำออกไปจะค่อยๆ โตช้าลงเรื่อยๆ ตามระยะทางที่ห่างจากริมน้ำ และความลาดชันของพื้นที่ที่เพิ่มขึ้น (บุญวงศ์, 2551)



ภาพที่ 3 อัตราการรอดตายของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 8 ปี ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมรวมเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด

2. การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออก

จากตารางที่ 3, ภาพที่ 4 พบว่า การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกเฉลี่ยของไม้โตเร็ว 4 ชนิด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยปีปลูกที่ 2-6 พบว่า กระจินเทพามีการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกเฉลี่ยสูงที่สุด ส่วน กระทุ่ม ปออีแก้ง และขนุนป่า อยู่ในกลุ่มที่มีการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกเฉลี่ยต่ำที่สุด ในปีปลูกที่ 7-8 พบว่า กระจินเทพา และ กระทุ่ม มีการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกเฉลี่ยสูงที่สุด ส่วน ปออีแก้ง และ ขนุนป่า มีการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกเฉลี่ยต่ำที่สุด ซึ่งปีปลูกที่ 8 กระจินเทพา กระทุ่ม ปออีแก้ง และ ขนุนป่า มีการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกเฉลี่ย เท่ากับ 17.48, 17.46, 9.80 และ 9.45 เซนติเมตร ตามลำดับ

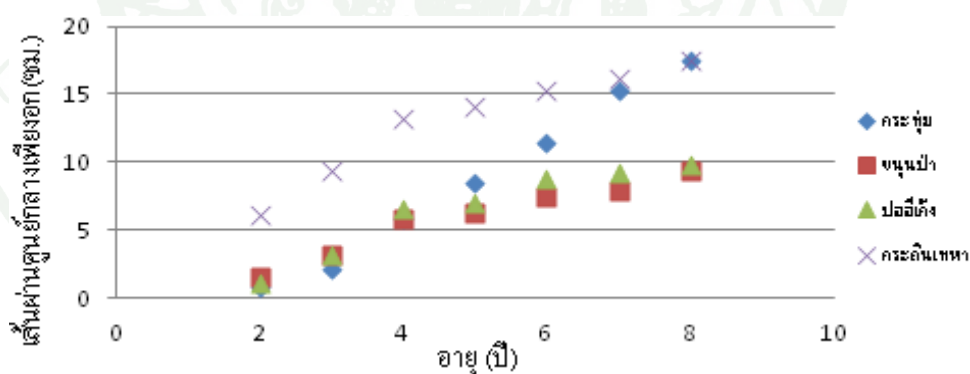
ตารางที่ 3 การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด

ชนิดไม้	เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)						
	อายุ (ปี)						
	2	3	4	5	6	7	8
กระท่อม	0.76 ^c	2.19 ^b	5.87 ^b	8.57 ^b	11.45 ^b	15.36 ^a	17.46 ^a
ปออีแก้ง	1.06 ^{bc}	3.17 ^b	6.53 ^b	6.97 ^b	8.72 ^{bc}	9.20 ^b	9.80 ^b
ขนุนป่า	1.60 ^b	3.14 ^b	5.88 ^b	6.22 ^b	7.43 ^c	7.96 ^b	9.45 ^b
กระถินเทพา	6.16 ^a	9.44 ^a	13.27 ^a	14.11 ^a	15.32 ^a	16.15 ^a	17.48 ^a
F-value	191.19**	81.65**	16.44**	7.11*	12.78**	10.18**	8.69**

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)



ภาพที่ 4 เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด

3. การเติบโตทางความสูงทั้งหมด

จากตารางที่ 4, ภาพที่ 5 พบว่า การเติบโตทางความสูงทั้งหมดเฉลี่ยของไม้โตเร็ว 4 ชนิด มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยปีปลูกที่ 2 พบว่า กระจินเทพา มีการเติบโตทางความสูงทั้งหมดเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือ ขนุนป่า และ ปออีแก้ง ส่วนกระท่อม มีการเติบโตทางความสูงทั้งหมดเฉลี่ยต่ำที่สุด ส่วนปีปลูกที่ 3-6 พบว่า กระจินเทพา มีการเติบโตทางความสูงทั้งหมดเฉลี่ยสูงสุด ส่วน กระท่อม ปออีแก้ง และขนุนป่า มีการเติบโตทางความสูงทั้งหมดเฉลี่ยต่ำที่สุด ส่วนปีปลูกที่ 7-8 พบว่า กระจินเทพา และ กระท่อม มีการเติบโตทางความสูงทั้งหมดเฉลี่ยสูงสุด ส่วน ปออีแก้ง และ ขนุนป่า มีการเติบโตทางความสูงทั้งหมดเฉลี่ยต่ำที่สุด ซึ่งปีปลูกที่ 8 กระจินเทพา กระท่อม ปออีแก้ง และขนุนป่า มีการเติบโตทางความสูงทั้งหมดเฉลี่ย เท่ากับ 20.84, 16.22, 10.86 และ 9.67 เมตร ตามลำดับ

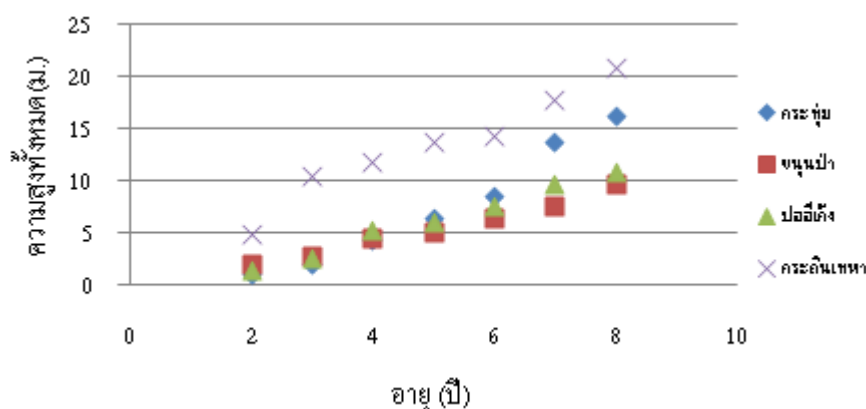
ตารางที่ 4 ความสูงทั้งหมด (H) ของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด

ชนิดไม้	ความสูงทั้งหมด (เมตร)						
	อายุ (ปี)						
	2	3	4	5	6	7	8
กระท่อม	1.03 ^d	2.16 ^b	4.47 ^b	6.49 ^b	8.63 ^b	13.86 ^b	16.22 ^b
ปออีแก้ง	1.52 ^c	2.71 ^b	5.42 ^b	6.16 ^b	7.67 ^b	9.73 ^c	10.86 ^c
ขนุนป่า	2.13 ^b	2.85 ^b	4.56 ^b	5.19 ^b	6.54 ^b	7.59 ^c	9.67 ^c
กระจินเทพา	5.01 ^a	10.51 ^a	11.82 ^a	13.82 ^a	14.44 ^a	17.93 ^a	20.84 ^a
F-value	162.46**	163.92**	20.13**	23.11**	12.73**	20.56**	13.70**

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบ

โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)



ภาพที่ 5 ความสูงทั้งหมดของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกรวมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด

จากตารางที่ 3 และ ตารางที่ 4 พบว่า การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และการเติบโตทางความสูงทั้งหมดของกระทุ่มหลังจากปีปลูกที่ 4 อัตราการเพิ่มพูนทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงทั้งหมดของไม้ 3 ชนิด ได้แก่ ปออีเก้ง ขนุนป่า และ กระถินเทศา มีอัตราการลดลง แต่กระทุ่มเพิ่มขึ้นมาก เพราะกระทุ่มเหลือจำนวนต้นรอดตายน้อยกว่าไม้ทั้ง 3 ชนิด ทำให้ไม้ต้องมีการแก่งแย่งปัจจัยในการเจริญเติบโต เช่น แสงแดด น้ำ ธาตุอาหารต่างๆ หรือปัจจัยด้านพื้นที่ ปัจจัยสภาพแวดล้อม และความหนาแน่น หรือระยะปลูกที่ต่างกัน (กรมป่าไม้, 2545) จึงทำให้ต้นกระทุ่มมีอัตราการเพิ่มพูนทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และ ความสูงทั้งหมดมากกว่าไม้ทั้ง 3 ชนิด

กัณดินันท์ และ ชิงชัย (2545ก) พบว่าไม้ยางนา อายุ 19 ปี ที่สวนป่าห้วยระบำ อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี จากแปลงปลูกของบริษัทไม้อัดไทย จำกัด ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,629.33 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 34.05 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 20.13 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 89.45 เปอร์เซ็นต์ ยังไม่เคยผ่านการตัดขยายระยะมาก่อน ลักษณะดินอยู่ในชุดดินจันทิก (Cu) มีลักษณะดินเป็นดินลิก มีการระบายน้ำค่อนข้างมาก เนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ระยะปลูก 2x2 เมตร มีอัตราการรอดตายเท่ากับร้อยละ 57 มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 14.145 ± 5.812 เซนติเมตร และมีความสูงทั้งหมดเฉลี่ย 13.376 ± 3.180 เมตร ส่วน สุทัศน์ (2540) ทำการทดลองระยะปลูกไม้สะเดา ภายในบริเวณพื้นที่สถานีทดลองปลูกพรรณไม้หินลับ จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ไม้สะเดา อายุ 10 ปี ระยะปลูก 2x2 เมตร มีอัตราการรอดตายเท่ากับ 70.39 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยเท่ากับ 6.18 เซนติเมตร และความสูงทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 5.16 เมตร แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า กระทุ่ม และ กระถินเทศา อายุ 8 ปีซึ่งมีอายุน้อยกว่า

ไม้ยางนา และสะเดา แต่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย และความสูงทั้งหมดเฉลี่ยมากกว่า ไม้ยางนา และสะเดาที่มีอายุมากกว่า และเมื่อนำกระทุ้มในการทดลองครั้งนี้มาเปรียบเทียบกับไม้ ยางนาของ บรรดิษฐ์ (ม.ป.ป.) ซึ่งเป็นไม้พื้นเมืองเหมือนกัน และมีอายุ 8 ปีเท่ากัน ยังพบว่า กระทุ้ม มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย และความสูงทั้งหมดเฉลี่ยมากกว่า ไม้ยางนาอีกด้วย เนื่องมาจาก ไม้ยางนาเป็นพันธุ์ไม้พื้นเมืองโตช้า (คณะวนศาสตร์, 2554) ส่วนวีระพงษ์ (2540) ทำการศึกษาการ เจริญเติบโตและมูลค่าเศรษฐกิจของไม้กระถินเทพาอายุ 8 ปี ในระยะปลูกต่างๆกัน ได้ทำการศึกษา ในพื้นที่แปลงทดลองระยะปลูกไม้กระถินเทพา ในพื้นที่โครงการวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้าง สวนป่า กรมป่าไม้ โครงการตั้งอยู่ในพื้นที่ป่าสะแกราช บ้านห้วยน้ำเค็ม ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวัง น้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา พบว่า ในระยะปลูก 2x2 เมตร การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียง อกเฉลี่ย และความสูงทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 12.59 เซนติเมตร และ 16.72 เมตร ตามลำดับ เมื่อ เปรียบเทียบกับการทดลองครั้งนี้ พบว่ากระถินเทพา อายุ 8 ปีในการทดลองครั้งนี้มีขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย และความสูงทั้งหมดเฉลี่ยมากกว่าเท่ากับ 17.48 เซนติเมตร และ 20.84 เมตร ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากปัจจัยด้านพื้นที่ ปัจจัยสภาพแวดล้อม และความหนาแน่น หรือระยะ ปลูกที่ต่างกัน (กรมป่าไม้, 2545)

4. ผลิตผลมวลชีวภาพที่อยู่เหนือพื้นดิน

4.1 การประเมินผลิตผลมวลชีวภาพ

จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดหรือมิติต่างๆของต้นไม้กับผลิตผล มวลชีวภาพของลำต้น (W_s) ผลิตผลมวลชีวภาพของกิ่ง (W_b) ผลิตผลมวลชีวภาพของใบ (W_L) และ ผลิตผลมวลชีวภาพของส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินทั้งหมด (W_T) โดยอาศัยสมการ Allometric relation โดยนำความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (H) มาเป็นตัวแปรอิสระร่วมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ยกกำลังสอง (D^2) ในรูป D^2H จะทำให้สามารถประมาณหาปริมาณมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง และ รากได้อย่างถูกต้องที่สุด เพราะ D^2H เป็นค่าโดยประมาณของปริมาตรของลำต้น ซึ่งมีความสัมพันธ์ อย่างใกล้ชิดกับมวลชีวภาพหรือน้ำหนัก (Kira and Shidei, 1967) ซึ่งสมการที่ได้สามารถใช้ในการ ประเมินผลิตผลมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ทั้งสี่ชนิด คือ กระถินเทพา (*Acacia mangium* Willd) ปออีเก็ง (*Pterocymbium javanicum* R. Br.) ขนุนป่า (*Artocarpus rididus* Blume) และกระทุ้ม (*Anthocephalus chinensis* Rich. Ex Walp.) อายุ 8 ปี ดังนี้

1) กระท่อม

มวลชีวภาพของส่วนลำต้น	$W_S = 0.0249(D^2H)^{0.9327}$	$(R^2 = 0.9999)$
มวลชีวภาพของส่วนกิ่ง	$W_B = 0.0006(D^2H)^{1.1860}$	$(R^2 = 0.9957)$
มวลชีวภาพของส่วนใบ	$W_L = 0.0024(D^2H)^{0.9199}$	$(R^2 = 0.9831)$
มวลชีวภาพทั้งหมด	$W_T = 0.0247(D^2H)^{0.9654}$	$(R^2 = 0.9995)$

2) ปออีเก็ง

มวลชีวภาพของส่วนลำต้น	$W_S = 0.0330(D^2H)^{0.8720}$	$(R^2 = 0.9955)$
มวลชีวภาพของส่วนกิ่ง	$W_B = 0.0024(D^2H)^{0.9960}$	$(R^2 = 0.9831)$
มวลชีวภาพของส่วนใบ	$W_L = 0.0027(D^2H)^{0.8421}$	$(R^2 = 0.9587)$
มวลชีวภาพทั้งหมด	$W_T = 0.0373(D^2H)^{0.8855}$	$(R^2 = 0.9944)$

3) ขนุนป่า

มวลชีวภาพของส่วนลำต้น	$W_S = 0.0304(D^2H)^{0.8620}$	$(R^2 = 0.9985)$
มวลชีวภาพของส่วนกิ่ง	$W_B = 0.0110(D^2H)^{0.7354}$	$(R^2 = 0.9965)$
มวลชีวภาพของส่วนใบ	$W_L = 0.0079(D^2H)^{0.7538}$	$(R^2 = 0.9715)$
มวลชีวภาพทั้งหมด	$W_T = 0.0468(D^2H)^{0.8352}$	$(R^2 = 0.9971)$

4) กระจับปี่

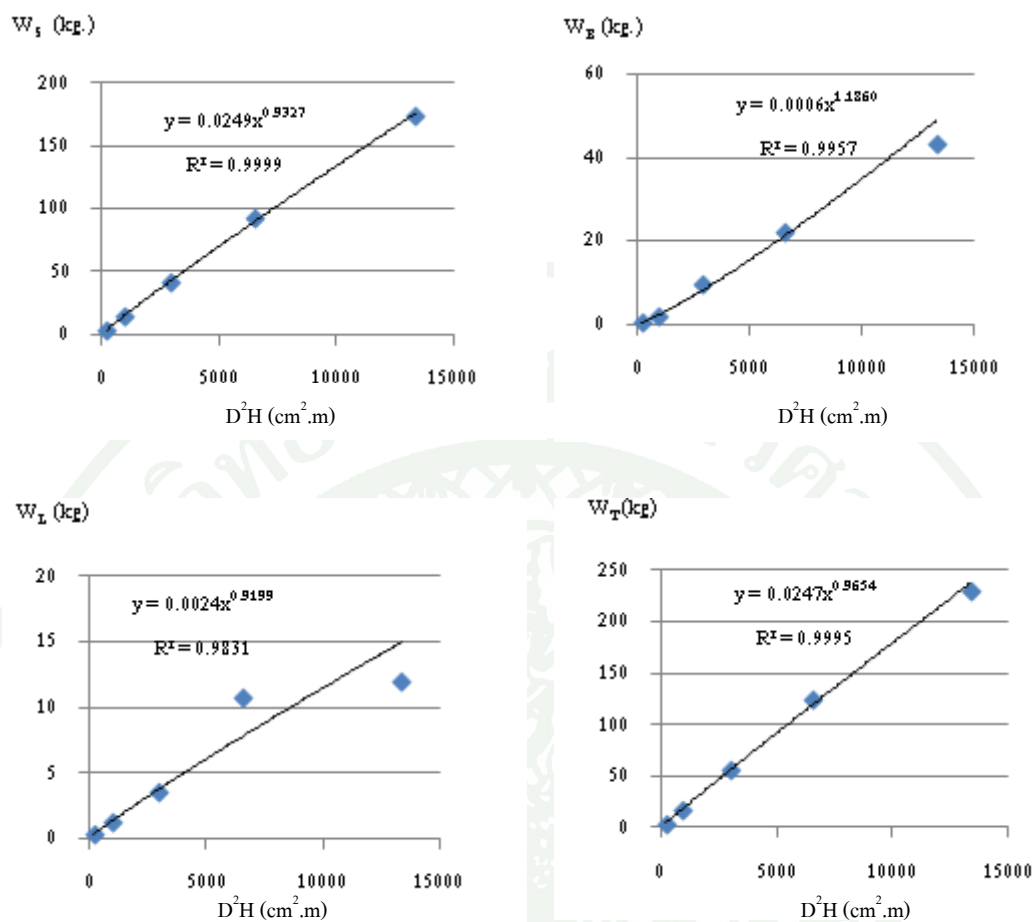
มวลชีวภาพของส่วนลำต้น	$W_S = 0.0185(D^2H)^{0.9841}$	$(R^2 = 0.9983)$
มวลชีวภาพของส่วนกิ่ง	$W_B = 0.0023(D^2H)^{1.0147}$	$(R^2 = 0.9538)$
มวลชีวภาพของส่วนใบ	$W_L = 0.0068(D^2H)^{0.8108}$	$(R^2 = 0.9734)$
มวลชีวภาพทั้งหมด	$W_T = 0.0253(D^2H)^{0.9732}$	$(R^2 = 0.9971)$

เมื่อ W_S คือ มวลชีวภาพของส่วนลำต้น (กิโลกรัม)
 W_B คือ มวลชีวภาพของส่วนกิ่ง (กิโลกรัม)

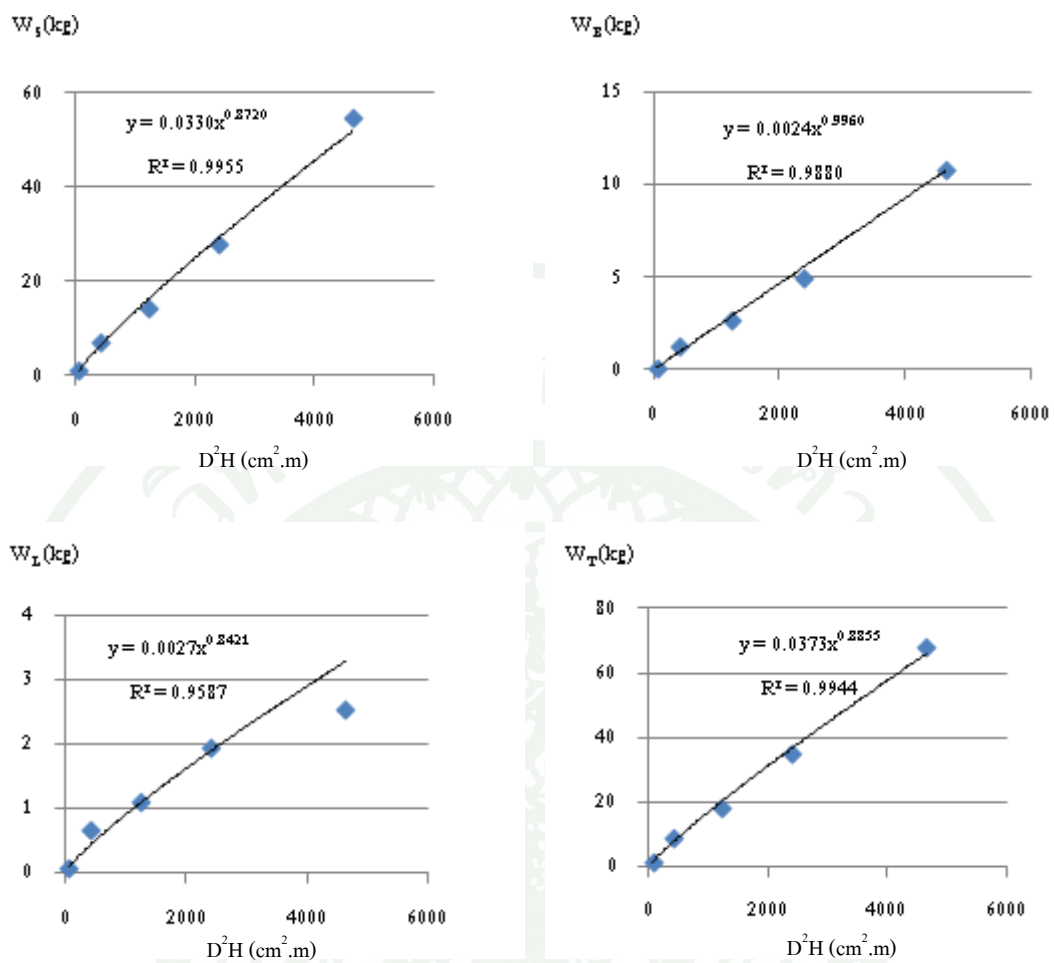
	W_L	คือ	มวลชีวภาพของส่วนใบ (กิโลกรัม)
	W_T	คือ	มวลชีวภาพของส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินทั้งหมด (กิโลกรัม)
โดยที่	D	คือ	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออก (เซนติเมตร)
	H	คือ	ความสูงทั้งหมดของลำต้น (เมตร)
	R^2	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination)

จากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ได้สมการแอลโลเมตรี (allometry) สำหรับประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ทั้งสี่ชนิด คือ กระจับปี่ กระจับปี่ ขนุนป่า และ ปออีเก้ง อายุ 8 ปี (ภาพที่ 6-9) ซึ่งคล้ายกับการทดลองของ กันตินันท์ และ ชิงชัย (2545) และ สมภัทร (2544) ซึ่งจะได้สมการแอลโลเมตรี (allometry) ของไม้กระจับปี่อายุ 7 ปี และ ไม้ตีนเป็ดอายุ 4 ปี ตามลำดับ

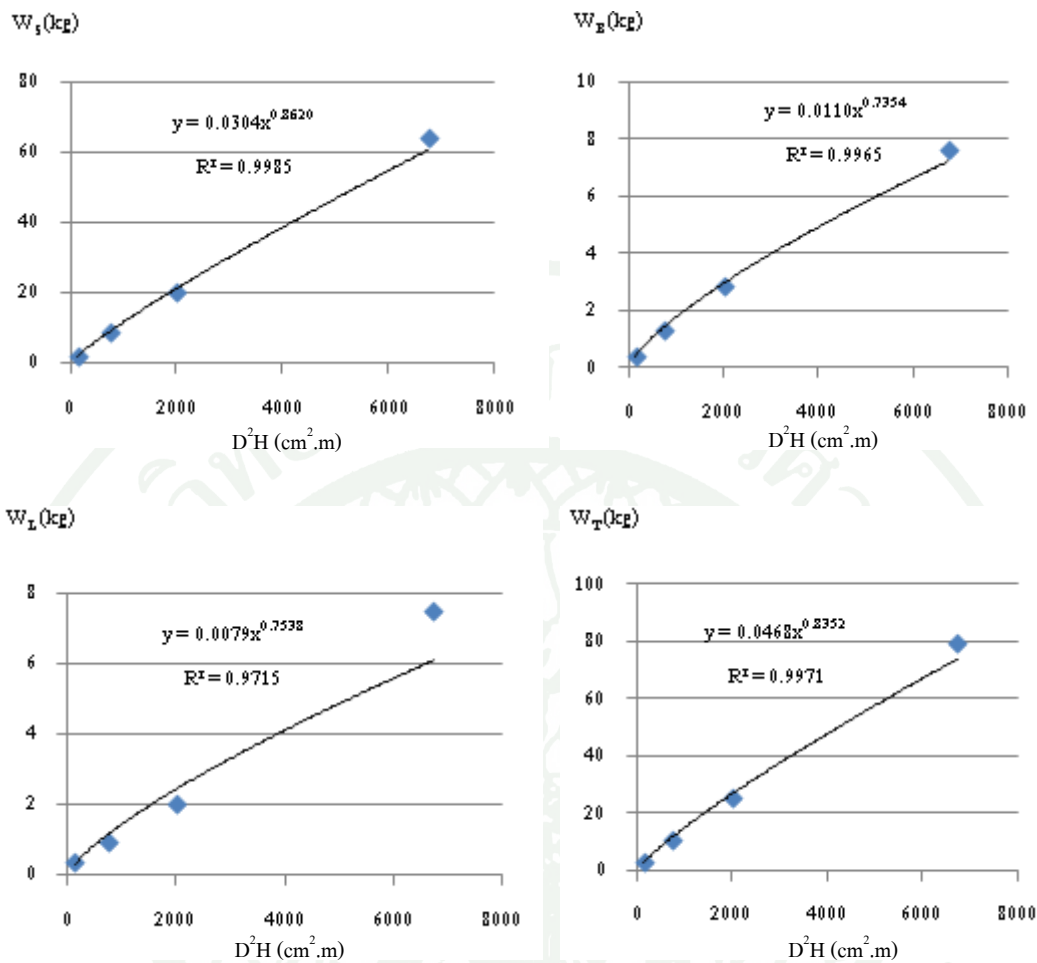
ความเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกของไม้ตัวอย่างที่ตัดทั้งสี่ชนิด ได้แก่ กระจับปี่ ปออีเก้ง ขนุนป่า และ กระจับปี่ มีการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกสูงที่สุด เท่ากับ 27.30, 19.00, 20.05 และ 25.61 เซนติเมตร ตามลำดับ การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกต่ำที่สุด เท่ากับ 5.70, 3.15, 4.57 และ 8.30 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการเติบโตทางความสูงทั้งหมดสูงที่สุด เท่ากับ 17.95, 12.86, 16.78 และ 22.98 เมตร ตามลำดับ การเติบโตทางความสูงทั้งหมดต่ำที่สุด เท่ากับ 6.28, 6.09, 6.50 และ 12.18 เมตร ตามลำดับ



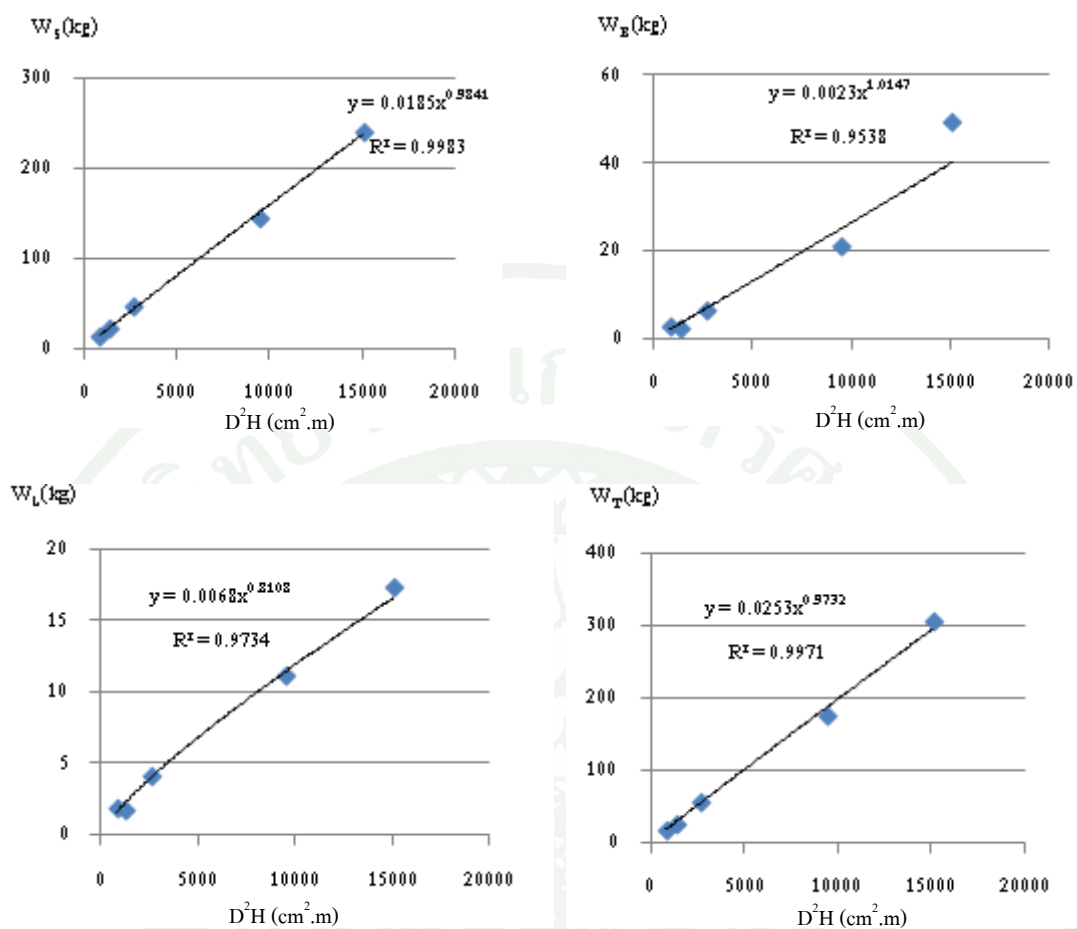
ภาพที่ 6 สมการผลิตผลมวลชีวภาพของลำต้น (W_s) ผลิตผลมวลชีวภาพของกิ่ง (W_b) ผลิตผลมวลชีวภาพของใบ (W_l) และผลิตผลมวลชีวภาพรวม (W_t) ของไม้กระทุ้ม



ภาพที่ 7 สมการผลิตผลมวลชีวภาพของลำต้น (W_s) ผลิตผลมวลชีวภาพของกิ่ง (W_b) ผลิตผลมวลชีวภาพของใบ (W_l) และผลิตผลมวลชีวภาพรวม (W_t) ของไม้ปออีเก็ง



ภาพที่ 8 สมการผลิตผลมวลชีวภาพของลำต้น (W_s) ผลิตผลมวลชีวภาพของกิ่ง (W_b) ผลิตผลมวลชีวภาพของใบ (W_l) และผลิตผลมวลชีวภาพรวม (W_t) ของไม้ขนุนป่า



ภาพที่ 9 สมการผลิตผลมวลชีวภาพของลำต้น (W_s) ผลิตผลมวลชีวภาพของกิ่ง (W_b) ผลิตผลมวลชีวภาพของใบ (W_l) และผลิตผลมวลชีวภาพรวม (W_t) ของไม้กระถินเทพา

4.2 ผลผลิตผลมวลชีวภาพของส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน

4.2.1 ผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของลำต้น

จากตารางที่ 5 เมื่อวิเคราะห์ผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนลำต้นของไม้โตเร็วสี่ชนิด พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในปีปลูกที่ 2-6 กระจินเทพา มีผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของลำต้นสูงที่สุด ส่วนกระตุม ปออีเก้ง และขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของลำต้นต่ำที่สุด ในปีปลูกที่ 7 พบว่า กระจินเทพา มีผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของลำต้นสูงที่สุด รองลงมาคือ กระตุม ส่วน ปออีเก้ง และ ขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของลำต้นต่ำที่สุด ในปีปลูกที่ 8 พบว่า กระจินเทพา และ กระตุม มีผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของลำต้นสูงที่สุด ส่วน ปออีเก้ง และ ขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของลำต้นต่ำที่สุด ซึ่งปีปลูกที่ 8 กระจินเทพา กระตุม ปออีเก้ง และ ขนุนป่า มีผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของลำต้นเท่ากับ 135.995, 91.290, 21.623 และ 13.838 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ หรือ 49.110, 6.086, 5.466 และ 3.536 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นพื้นที่หนึ่งไร่ มีจำนวนต้นกระจินเทพา ต้นกระตุม ต้นปออีเก้ง และ ต้นขนุนป่า เท่ากับ 361, 67, 253 และ 256 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ

4.2.2 ผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของกิ่ง

จากตารางที่ 6 เมื่อวิเคราะห์ผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนกิ่งของไม้โตเร็วสี่ชนิด พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในปีปลูกที่ 2-5 พบว่า กระจินเทพา มีผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของกิ่งสูงที่สุด ส่วน กระตุม ปออีเก้ง และ ขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของกิ่งต่ำที่สุด ในปีปลูกที่ 6 พบว่า กระจินเทพา มีผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของกิ่งสูงที่สุด รองลงมา คือ กระตุม ส่วนปออีเก้ง และ ขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของกิ่งต่ำที่สุด ในปีปลูกที่ 7-8 พบว่า กระจินเทพา และ กระตุม มีผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของกิ่งสูงที่สุด ส่วนปออีเก้ง และ ขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของกิ่งต่ำที่สุด ซึ่งปีปลูกที่ 8 กระจินเทพา กระตุม ปออีเก้ง และ ขนุนป่า มีผลผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของกิ่งเท่ากับ 23.258, 25.655, 4.243 และ 1.978 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ หรือ 8.398, 1.710, 1.072 และ 0.506 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นพื้นที่หนึ่งไร่ มีจำนวนต้นกระจินเทพา ต้นกระตุม ต้นปออีเก้ง และ ต้นขนุนป่า เท่ากับ 361, 67, 253 และ 256 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ

4.2.3 ผลิตผลมวลชีวภาพส่วนองใบ

จากตารางที่ 7 เมื่อวิเคราะห์ผลิตผลมวลชีวภาพส่วนองใบองไม้โตเร็วสี่ชนิด พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในปีปลูกที่ 2-5 พบว่า กระจินเทพา มีผลิตผลมวลชีวภาพส่วนองใบสูงที่สุด ส่วนกระท่อม ปออีแก้ง และขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีผลิตผลมวลชีวภาพส่วนองใบต่ำที่สุด ปีปลูกที่ 6-7 พบว่า กระจินเทพา มีผลิตผลมวลชีวภาพส่วนองใบสูงที่สุด รองลงมา คือ กระท่อม ส่วนปออีแก้ง และ ขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีผลิตผลมวลชีวภาพส่วนองใบต่ำที่สุด ปีปลูกที่ 8 พบว่า กระจินเทพา และ กระท่อม มีผลิตผลมวลชีวภาพส่วนองใบสูงที่สุด ส่วนปออีแก้ง และขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีผลิตผลมวลชีวภาพส่วนองใบต่ำที่สุด ซึ่งปีปลูกที่ 8 กระจินเทพา กระท่อม ปออีแก้ง และ ขนุนป่า มีผลิตผลมวลชีวภาพส่วนองใบเท่ากับ 8.785, 6.733, 1.030 และ 1.435 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ หรือ 3.172, 0.449, 0.261 และ 0.367 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นพื้นที่หนึ่งไร่ มีจำนวนต้นกระจินเทพา ต้นกระท่อม ต้นปออีแก้ง และ ต้นขนุนป่า เท่ากับ 361, 67, 253 และ 256 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ

4.2.4 ผลิตผลมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวม

จากตารางที่ 8 เมื่อวิเคราะห์ผลิตผลมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมองไม้โตเร็วสี่ชนิด พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในปีปลูกที่ 2-5 พบว่า กระจินเทพา มีผลิตผลมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมสูงที่สุด ส่วนกระท่อม ปออีแก้ง และขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีผลิตผลมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมต่ำที่สุด ปีปลูกที่ 6-7 พบว่า กระจินเทพา มีผลิตผลมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมสูงที่สุด รองลงมาคือ กระท่อม ส่วนปออีแก้ง และขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีผลิตผลมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมต่ำที่สุด ปีปลูกที่ 8 พบว่า กระจินเทพา และ กระท่อม มีผลิตผลมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมสูงที่สุด ส่วนปออีแก้ง และขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีผลิตผลมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมต่ำที่สุด ซึ่งปีปลูกที่ 8 กระจินเทพา กระท่อม ปออีแก้ง และ ขนุนป่า มีผลิตผลมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมเท่ากับ 168.038, 123.678, 26.723 และ 17.255 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ หรือ 60.680, 8.245, 6.755 และ 4.409 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นพื้นที่หนึ่งไร่ มีจำนวนต้นกระจินเทพา ต้นกระท่อม ต้นปออีแก้ง และ ต้นขนุนป่า เท่ากับ 361, 67, 253 และ 256 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ

กันดินันท์ และ ชิงชัย (2545ก) ทำการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ยางนา อายุ 19 ปี ที่สวนป่าห้วยระบำ อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี จากแปลงปลูกของบริษัทไม้้อดไทย จำกัด แปลงปลูกปี พ.ศ.2523 มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ย 200 เมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,629.33 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 34.05 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 20.13 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 89.45 เปอร์เซ็นต์ ยังไม่เคยผ่านการตัดขยายระยะมาก่อน ลักษณะดินอยู่ในชุดดินจันทึก (Cu) มีลักษณะดินเป็นดินลึก มีการระบายน้ำค่อนข้างมาก เนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ โดยวางแปลงเก็บข้อมูลขนาดพื้นที่ 20x20 เมตร ในพื้นที่แปลงปลูกไม้ยางนา ระยะปลูก 2x2 เมตร โดยวางแปลงในพื้นที่ที่ต้นไม้มิมีความสม่ำเสมอมากที่สุดพบว่า มีผลผลิตมวลชีวภาพในส่วนของลำต้น ใบ กิ่ง และมวลชีวภาพรวมทั้งหมด 18.2434, 0.9130, 3.4709 และ 22.6273 ตันต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตมวลชีวภาพในส่วนต่างๆ ของไม้ยางนากับการศึกษารุ่นนี้ พบว่า การศึกษาของ กันดินันท์ และ ชิงชัย (2545ก) มีค่าน้อยกว่า ทั้งที่มีอายุมากกว่า ส่วนกันดินันท์ และ ชิงชัย (2545ข) ทำการศึกษามวลชีวภาพของไม้กระถินเทพา อายุ 2-18 ปี จำนวน 17 แปลงตัวอย่างที่สวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา แปลงในพื้นที่สวนป่าของบริษัทไม้้อดไทย จำกัด ระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ย 70 เมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 28.8 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,312 มิลลิเมตรต่อปี ครอบคลุมระยะปลูก และชุดดินต่างๆ กัน ระยะปลูกที่พบคือ 1x3 เมตร, 1x4 เมตร, 2x2 เมตร, 2x3 เมตร, 3x3 เมตร และ 8x8 เมตร ชุดดินที่พบจำนวน 5 ชุดดิน คือ ควนขนุน (Kkn) ปางไร่ (Pg) สดึกและวาริน (Suk&Wn) กบินทร์ (Kb) และ สดึก (Suk) โดยวางแปลงตัวอย่างขนาดอย่างน้อย 20x20 เมตร ในแต่ละชั้นอายุ ระยะปลูก และ ชนิดดินที่ปรากฏ โดยคัดเลือกหมู่ไม้ที่มีความสม่ำเสมอมากที่สุด ทำให้สามารถประมาณมวลชีวภาพลำต้น กิ่ง ใบ และมวลชีวภาพทั้งหมด ได้เท่ากับ 13.62, 1.20, 0.54 และ 15.33 ตันต่อไร่ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับกรทดลองในครั้งนี้ ก็พบว่ามิมวลชีวภาพลำต้น กิ่ง ใบ และมวลชีวภาพทั้งหมดต่ำกว่ามาก ทั้งที่ห่างกันเพียง 1 ปี แต่เมื่อนำการศึกษารุ่นนี้มาเปรียบเทียบกับ การศึกษาของชิงชัย และคณะ (2547) ที่ทำการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้จำนวน 4 ชนิด คือ สะเดา ตะเคียนทอง พฤษภ อายุ 6 ปี และ เลียน อายุ 5 ปี พบว่า เลียน มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน สูงสุด เท่ากับ 68.909 ตันต่อเฮกแตร์ หรือ 11.025 ตันต่อไร่ รองลงมา คือ สะเดา ตะเคียนทอง และ พฤษภ มีค่าเท่ากับ 44.026, 32.704 และ 24.807 ตันต่อเฮกแตร์ หรือ 7.044, 5.232 และ 3.969 ตันต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับ กระทุ้ม ปออีเก็ง และขนุนป่า ที่อายุปลูกเท่ากัน แต่กลับมีผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินต่ำกว่า อาจมีสาเหตุปัจจัยทางด้านพื้นที่ ปัจจัยสภาพแวดล้อม และความหนาแน่น หรือระยะปลูกที่ต่างกัน (กรมป่าไม้, 2545) จึงทำให้ผลผลิตมวลชีวภาพลำต้น กิ่ง ใบ และมวลชีวภาพทั้งหมดแตกต่างกัน แม้จะมีอายุการปลูกที่เท่ากัน

ตารางที่ 5 ผลผลิตมวลชีวภาพส่วนของลำต้นของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด

ชนิดไม้	มวลชีวภาพของลำต้น													
	มวลชีวภาพ (กิโลกรัมต่อต้น)							มวลชีวภาพ (ตันต่อไร่)						
	อายุ (ปี)							อายุ (ปี)						
	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8
กระท่อม	0.153 ^b	1.168 ^b	6.120 ^b	11.683 ^b	33.800 ^b	57.178 ^b	91.290 ^a	0.044 ^b	0.273 ^b	1.037 ^b	1.655 ^b	3.286 ^b	4.606 ^b	6.086 ^b
ปออีเก็ง	0.140 ^b	1.348 ^b	5.953 ^b	7.378 ^b	14.868 ^b	17.540 ^c	21.623 ^b	0.053 ^b	0.479 ^b	1.786 ^b	2.213 ^b	4.377 ^b	4.628 ^b	5.466 ^b
ขนุนป่า	0.213 ^b	0.850 ^b	3.245 ^b	4.118 ^b	6.353 ^b	9.160 ^c	13.838 ^b	0.077 ^b	0.293 ^b	0.937 ^b	1.155 ^b	1.747 ^b	2.493 ^b	3.536 ^b
กระถินเทพา	3.880 ^a	18.713 ^a	40.278 ^a	52.568 ^a	65.795 ^a	95.223 ^a	135.995 ^a	1.551 ^a	7.382 ^a	15.552 ^a	20.151 ^a	25.221 ^a	36.501 ^a	49.110 ^a
F-value	90.85**	49.42**	17.78**	28.16**	26.56**	16.06**	11.41**	89.75**	50.69**	20.34**	38.42**	41.83**	24.04**	17.26**

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01)

ตารางที่ 6 ผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของกิ่งของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด

ชนิดไม้	มวลชีวภาพของกิ่ง													
	มวลชีวภาพ (กิโลกรัมต่อต้น)							มวลชีวภาพ (ตันต่อไร่)						
	อายุ (ปี)							อายุ (ปี)						
	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8
กระท่อม	0.013 ^b	0.128 ^b	0.995 ^b	2.050 ^b	7.283 ^b	13.693 ^a	25.655 ^a	0.003 ^b	0.030 ^b	0.168 ^b	0.291 ^b	0.708 ^b	1.103 ^b	1.710 ^b
ปออีเก้ง	0.017 ^b	0.188 ^b	0.985 ^b	1.253 ^b	2.690 ^c	3.325 ^b	4.243 ^b	0.006 ^b	0.067 ^b	0.295 ^b	0.376 ^b	0.792 ^b	0.877 ^b	1.072 ^b
ขนุนป่า	0.055 ^b	0.178 ^b	0.575 ^b	0.705 ^b	1.020 ^c	1.388 ^b	1.978 ^b	0.020 ^b	0.062 ^b	0.166 ^b	0.198 ^b	0.281 ^b	0.378 ^b	0.506 ^b
กระถินเทพา	0.590 ^a	2.993 ^a	6.610 ^a	8.693 ^a	10.955 ^a	16.068 ^a	23.258 ^a	0.236 ^a	1.181 ^a	2.552 ^a	3.332 ^a	4.200 ^a	6.160 ^a	8.398 ^a
F-value	81.84**	47.64**	16.86**	22.44**	21.43**	11.89**	8.86**	90.22**	47.45**	19.42**	33.89**	37.08**	21.87**	15.85**

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 7 ผลิตผลมวลชีวภาพส่วนของใบของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด

ชนิดไม้	มวลชีวภาพของใบ													
	มวลชีวภาพ (กิโลกรัมต่อต้น)							มวลชีวภาพ (ตันต่อไร่)						
	อายุ (ปี)							อายุ (ปี)						
	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8
กระท่อม	0.013 ^b	0.090 ^b	0.463 ^b	0.883 ^b	2.525 ^b	4.248 ^b	6.733 ^a	0.003 ^b	0.021 ^b	0.079 ^b	0.125 ^b	0.245 ^b	0.342 ^b	0.449 ^b
ปออีเก็ง	0.009 ^b	0.070 ^b	0.295 ^b	0.365 ^b	0.723 ^c	0.843 ^c	1.030 ^b	0.003 ^b	0.025 ^b	0.089 ^b	0.109 ^b	0.213 ^b	0.223 ^b	0.261 ^b
ขนุนป่า	0.038 ^b	0.123 ^b	0.403 ^b	0.498 ^b	0.730 ^c	1.000 ^c	1.435 ^b	0.013 ^b	0.043 ^b	0.117 ^b	0.140 ^b	0.200 ^b	0.272 ^b	0.367 ^b
กระถินเทพา	0.480 ^a	1.760 ^a	3.278 ^a	4.098 ^a	4.928 ^a	6.618 ^a	8.785 ^a	0.192 ^a	0.694 ^a	1.266 ^a	1.571 ^a	1.888 ^a	2.536 ^a	3.172 ^a
F-value	137.70**	72.89**	25.68**	40.12**	34.45**	19.04**	12.06**	174.81**	75.51**	29.20**	56.68**	61.35**	33.40**	22.56**

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 8 ผลผลิตผลมวลชีวภาพรวมของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด

ชนิดไม้	มวลชีวภาพทั้งหมด													
	มวลชีวภาพ (กิโลกรัมต่อต้น)							มวลชีวภาพ (ตันต่อไร่)						
	อายุ (ปี)							อายุ (ปี)						
	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8
กระทุ้ม	0.178 ^b	1.390 ^b	7.580 ^b	14.620 ^b	43.608 ^b	75.115 ^a	123.678 ^a	0.050 ^b	0.324 ^b	1.284 ^b	2.071 ^b	4.240 ^b	6.051 ^b	8.245 ^b
ปออีแก้ง	0.165 ^b	1.598 ^b	7.203 ^b	8.958 ^b	18.120 ^c	21.593 ^c	26.723 ^b	0.062 ^b	0.569 ^b	2.160 ^b	2.687 ^b	5.335 ^b	5.699 ^b	6.755 ^b
ขนุนป่า	0.305 ^b	1.153 ^b	4.225 ^b	5.323 ^b	8.098 ^c	11.543 ^c	17.255 ^b	0.109 ^b	0.397 ^b	1.220 ^b	1.493 ^b	2.228 ^b	3.143 ^b	4.409 ^b
กระถินเทพา	4.950 ^a	23.468 ^a	50.168 ^a	63.355 ^a	81.678 ^a	117.905 ^a	168.038 ^a	1.980 ^a	9.257 ^a	19.370 ^a	25.053 ^a	31.309 ^a	45.197 ^a	60.680 ^a
F-value	92.68**	50.45**	18.04**	27.87**	26.15**	15.51**	10.93**	93.02**	51.76**	20.66**	38.68**	41.96**	24.15**	17.30**

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

5. ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย (MAI) และความเพิ่มพูนรายปี (CAI)

5.1 ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย (MAI)

5.1.1 ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก

จากตารางที่ 9 ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของไม้โตเร็วสี่ชนิด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในปีปลูกที่ 2-6 พบว่า กระจดินเทพา มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกสูงที่สุด ส่วนกระท่อม ปออีเก้ง และ ขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกต่ำที่สุด ปีปลูกที่ 7-8 พบว่า กระจดินเทพา และ กระท่อม มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกสูงที่สุด ส่วนปออีเก้ง และ ขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกต่ำที่สุด ซึ่งปีปลูกที่ 8 กระจดินเทพา กระท่อม ปออีเก้ง และ ขนุนป่า มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก เท่ากับ 2.18, 2.18, 1.22 และ 1.18 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ

5.1.2 ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางความสูงทั้งหมด

จากตารางที่ 10 ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางความสูงทั้งหมดของไม้โตเร็วสี่ชนิด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในปีปลูกที่ 2 พบว่า กระจดินเทพา มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางความสูงทั้งหมดสูงที่สุด รองลงมาคือ ขนุนป่า และ ปออีเก้ง ส่วนกระท่อมมีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางความสูงทั้งหมดต่ำที่สุด ปีปลูกที่ 3-6 พบว่า กระจดินเทพา มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางความสูงทั้งหมดสูงที่สุด ส่วนกระท่อม ปออีเก้ง และ ขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางความสูงทั้งหมดต่ำที่สุด ปีปลูกที่ 7-8 พบว่า กระจดินเทพา มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางความสูงทั้งหมดสูงที่สุด รองลงมาคือ กระท่อม ส่วนปออีเก้ง และ ขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางความสูงทั้งหมดต่ำที่สุด ซึ่งปีปลูกที่ 8 กระจดินเทพา กระท่อม ปออีเก้ง และ ขนุนป่า มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางความสูงทั้งหมดเท่ากับ 2.60, 2.03, 1.36 และ 1.21 เมตรต่อปี ตามลำดับ

5.1.3 ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยของมวลชีวภาพทั้งหมด

จากตารางที่ 11 ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางมวลชีวภาพทั้งหมดของไม้โตเร็วสี่ชนิด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ในปีปลูกที่ 2-5 พบว่า กระจินเทพา มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางมวลชีวภาพทั้งหมดสูงที่สุด ส่วนกระท่อม ปออีเก้ง และ ขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางมวลชีวภาพทั้งหมดต่ำที่สุด ปีปลูกที่ 6-7 พบว่า กระจินเทพา มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางมวลชีวภาพทั้งหมดสูงที่สุด รองลงมาคือ กระท่อม ส่วนปออีเก้ง และ ขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางมวลชีวภาพทั้งหมดต่ำที่สุด ปีปลูกที่ 8 พบว่า กระจินเทพา และ กระท่อม มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางมวลชีวภาพทั้งหมดสูงที่สุด ส่วนปออีเก้ง และ ขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางมวลชีวภาพทั้งหมดต่ำที่สุด ซึ่งปีปลูกที่ 8 กระจินเทพา กระท่อม ปออีเก้ง และ ขนุนป่า มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางมวลชีวภาพทั้งหมดเท่ากับ 21.01, 15.46, 3.34 และ 2.16 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ตามลำดับ

5.2 ความเพิ่มพูนรายปี (CAI)

5.2.1 ความเพิ่มพูนรายปีทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก

จากตารางที่ 9 ความเพิ่มพูนรายปีทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของไม้โตเร็วสี่ชนิด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ในปีปลูกที่ 2-3 พบว่า กระจินเทพา มีความเพิ่มพูนรายปีทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกสูงที่สุด ส่วนกระท่อม ปออีเก้ง และ ขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีความเพิ่มพูนรายปีทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกต่ำที่สุด ปีปลูกที่ 7 พบว่า กระท่อม มีความเพิ่มพูนรายปีทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกสูงที่สุด ส่วนปออีเก้ง ขนุนป่า และ กระจินเทพา อยู่กลุ่มที่มีความเพิ่มพูนรายปีทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกต่ำที่สุด ส่วนในปีที่ 4-6 และ ปีที่ 8 พบว่า ไม้โตเร็วสี่ชนิด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปีปลูกที่ 8 กระจินเทพา กระท่อม ปออีเก้ง และ ขนุนป่า มีความเพิ่มพูนรายปีทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเท่ากับ 1.33, 2.11, 0.60 และ 1.50 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ

5.2.2 ความเพิ่มพูนรายปีทางความสูงทั้งหมด

จากตารางที่ 10 ความเพิ่มพูนรายปีทางความสูงทั้งหมดของไม้โตเร็วสี่ชนิด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในปีปลูกที่ 2 พบว่า กระจินเทพา มีความเพิ่มพูนรายปีทางความสูงทั้งหมดสูงที่สุด รองลงมาคือ ขนุนป่า และ ปออีแก้ง ส่วนกระท่อม มีความเพิ่มพูนรายปีทางความสูงทั้งหมดต่ำที่สุด ปีปลูกที่ 3 พบว่า กระจินเทพา มีความเพิ่มพูนรายปีทางความสูงทั้งหมดสูงที่สุด ส่วนกระท่อม ปออีแก้ง และ ขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีความเพิ่มพูนรายปีทางความสูงทั้งหมดต่ำที่สุด ปีปลูกที่ 7 พบว่า กระท่อม มีความเพิ่มพูนรายปีทางความสูงทั้งหมดสูงที่สุด ส่วนปออีแก้ง ขนุนป่า และ กระจินเทพา อยู่กลุ่มที่มีความเพิ่มพูนรายปีทางความสูงทั้งหมดต่ำที่สุด ส่วนในปีปลูกที่ 4-6 และปีที่ 8 พบว่าไม้โตเร็วทั้งสี่ชนิด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปีปลูกที่ 8 กระจินเทพา กระท่อม ปออีแก้ง และขนุนป่า มีความเพิ่มพูนรายปีทางความสูงทั้งหมดเท่ากับ 2.91, 2.37, 1.13 และ 2.09 เมตรต่อปี ตามลำดับ

5.2.3 ความเพิ่มพูนรายปีทางมวลชีวภาพทั้งหมด

จากตารางที่ 11 ความเพิ่มพูนรายปีทางมวลชีวภาพทั้งหมดของไม้โตเร็วสี่ชนิด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในปีปลูกที่ 2-5 พบว่า กระจินเทพา มีความเพิ่มพูนรายปีทางมวลชีวภาพทั้งหมดสูงที่สุด ส่วนกระท่อม ปออีแก้ง และ ขนุนป่า อยู่กลุ่มที่มีความเพิ่มพูนรายปีทางมวลชีวภาพทั้งหมดต่ำที่สุด ปีปลูกที่ 6 พบว่า กระท่อม มีความเพิ่มพูนรายปีทางมวลชีวภาพทั้งหมดสูงที่สุด ส่วนปออีแก้ง ขนุนป่า และ กระจินเทพา อยู่กลุ่มที่มีความเพิ่มพูนรายปีทางมวลชีวภาพทั้งหมดต่ำที่สุด ส่วนปีปลูกที่ 7-8 พบว่า กระจินเทพา และ กระท่อม มีความเพิ่มพูนรายปีทางมวลชีวภาพทั้งหมดสูงที่สุด ส่วนปออีแก้ง และ ขนุนป่า มีความเพิ่มพูนรายปีทางมวลชีวภาพทั้งหมดต่ำที่สุด ซึ่งปีปลูกที่ 8 กระจินเทพา กระท่อม ปออีแก้ง และขนุนป่า มีความเพิ่มพูนรายปีทางมวลชีวภาพทั้งหมดเท่ากับ 50.13, 48.56, 5.13 และ 5.71 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ตามลำดับ

ตารางที่ 9 ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย (MAI) และความเพิ่มพูนรายปี (CAI) ของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด

ชนิดไม้	เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)													
	ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย (MAI)							ความเพิ่มพูนรายปี (CAI)						
	อายุ (ปี)							อายุ (ปี)						
	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8
กระท่อม	0.38 ^c	0.73 ^b	1.47 ^b	1.71 ^b	1.91 ^b	2.19 ^a	2.18 ^a	0.76 ^c	1.43 ^b	3.68 ^a	2.70 ^a	2.88 ^a	3.91 ^a	2.11 ^a
ปออีเก็ง	0.53 ^{bc}	1.06 ^b	1.63 ^b	1.39 ^b	1.45 ^{bc}	1.31 ^b	1.22 ^b	1.06 ^{bc}	2.11 ^b	3.36 ^a	0.44 ^a	1.75 ^a	0.48 ^b	0.60 ^a
ขนุนป่า	0.80 ^b	1.05 ^b	1.47 ^b	1.24 ^b	1.24 ^c	1.14 ^b	1.18 ^b	1.60 ^b	1.54 ^b	2.74 ^a	0.34 ^a	1.21 ^a	0.53 ^b	1.50 ^a
กระถินเทพา	3.08 ^a	3.15 ^a	3.32 ^a	2.82 ^a	2.55 ^a	2.31 ^a	2.18 ^a	6.16 ^a	3.27 ^a	3.83 ^a	0.85 ^a	1.21 ^a	0.82 ^b	1.33 ^a
F-value	191.53**	81.35**	16.41**	7.11**	12.76**	10.07**	8.63**	191.19**	6.15*	0.68 ^{ns}	2.51 ^{ns}	2.00 ^{ns}	7.81**	0.52 ^{ns}

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 10 ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย (MAI) และความเพิ่มพูนรายปี (CAI) ของความสูง ของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมรวมเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด

ชนิดไม้	ความสูง (เมตร)													
	ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย (MAI)							ความเพิ่มพูนรายปี (CAI)						
	อายุ (ปี)		อายุ (ปี)		อายุ (ปี)		อายุ (ปี)		อายุ (ปี)		อายุ (ปี)		อายุ (ปี)	
	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8
กระท่อม	0.52 ^d	0.72 ^b	1.12 ^b	1.30 ^b	1.44 ^b	1.98 ^b	2.03 ^b	1.04 ^d	1.12 ^b	2.32 ^a	2.02 ^a	2.14 ^a	5.23 ^a	2.37 ^a
ปออีเก็ง	0.76 ^c	0.90 ^b	1.35 ^b	1.23 ^b	1.28 ^b	1.39 ^c	1.36 ^c	1.52 ^c	1.20 ^b	2.70 ^a	0.74 ^a	1.51 ^{ab}	2.06 ^{bc}	1.13 ^a
ขนุนป่า	1.06 ^b	0.95 ^b	1.14 ^b	1.04 ^b	1.09 ^b	1.08 ^c	1.21 ^c	2.13 ^b	0.72 ^b	1.71 ^a	0.63 ^a	1.35 ^{ab}	1.04 ^c	2.09 ^a
กระถินเทพา	2.51 ^a	3.50 ^a	2.95 ^a	2.76 ^a	2.41 ^a	2.56 ^a	2.60 ^a	5.01 ^a	5.50 ^a	1.31 ^a	2.00 ^a	0.62 ^b	3.49 ^b	2.91 ^a
F-value	162.54**	161.62**	20.29**	22.92**	12.72**	20.23**	13.77**	162.46**	51.68**	1.03 ^{ns}	1.06 ^{ns}	2.87 ^{ns}	11.19**	0.74 ^{ns}

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 11 ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย (MAI) และความเพิ่มพูนรายปี (CAI) ของมวลชีวภาพรวม ของไม้โตเร็ว 4 ชนิด อายุ 2-8 ปี (พ.ศ. 2550-2556) ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมรวมเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด

ชนิดไม้	มวลชีวภาพรวม (กิโลกรัมต่อต้น)													
	ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย (MAI)							ความเพิ่มพูนรายปี (CAI)						
	อายุ (ปี)							อายุ (ปี)						
	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8
กระท่อม	0.09 ^b	0.47 ^b	1.89 ^b	2.93 ^b	7.27 ^b	10.73 ^b	15.46 ^a	0.18 ^b	1.21 ^b	6.19 ^b	7.04 ^{bc}	28.99 ^a	31.51 ^a	48.56 ^a
ปออีเก็ง	0.09 ^b	0.53 ^b	1.80 ^b	1.79 ^b	3.02 ^c	3.09 ^c	3.34 ^b	0.17 ^b	1.44 ^b	5.60 ^b	1.76 ^b	9.16 ^{bc}	3.48 ^b	5.13 ^b
ขนุนป่า	0.16 ^b	0.39 ^b	1.06 ^b	1.06 ^b	1.35 ^c	1.65 ^c	2.16 ^b	0.31 ^b	0.85 ^b	3.07 ^b	1.10 ^b	2.78 ^c	3.44 ^b	5.71 ^b
กระถินเทพา	2.48 ^a	7.82 ^a	12.54 ^a	13.07 ^a	13.61 ^a	16.84 ^a	21.01 ^a	4.95 ^a	18.52 ^a	26.70 ^a	15.19 ^a	16.32 ^b	36.23 ^a	50.13 ^a
F-value	92.53**	50.44**	18.06**	27.88**	22.19**	15.50**	10.94**	92.68**	40.70**	7.66*	4.82*	14.76**	5.44*	5.43*

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

6. รูปแบบการเติบโตของไม้โตเร็ว 4 ชนิด

รูปแบบการเติบโตของไม้โตเร็ว 4 ชนิด ได้แก่ กระจ่่ม ปออีเก้ง ขนุนป่า และ กระจ่ินเทพา นั้นแสดงโดยหาความสัมพันธ์ระหว่างอายุ (t) กับการเติบโตและผลิตผลของไม้ ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ความสูงทั้งหมด (H) และมวลชีวภาพรวม (W_T) ซึ่งความสัมพันธ์อยู่ในรูปยกกำลัง ดังนี้

รูปแบบการเติบโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก

กระจ่่ม	$D = 0.782t^{1.662}$	($R^2 = 0.990$)
ปออีเก้ง	$D = 1.322t^{1.141}$	($R^2 = 0.938$)
ขนุนป่า	$D = 1.734t^{0.901}$	($R^2 = 0.968$)
กระจ่ินเทพา	$D = 6.538t^{0.530}$	($R^2 = 0.969$)

เมื่อ	D	คือ	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)
	t	คือ	อายุ (ปี)
	R^2	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination)

รูปแบบการเติบโตของความสูงทั้งหมด

กระจ่่ม	$H = 0.917t^{1.447}$	($R^2 = 0.989$)
ปออีเก้ง	$H = 1.492t^{1.034}$	($R^2 = 0.986$)
ขนุนป่า	$H = 1.914t^{0.773}$	($R^2 = 0.971$)
กระจ่ินเทพา	$H = 5.558t^{0.662}$	($R^2 = 0.955$)

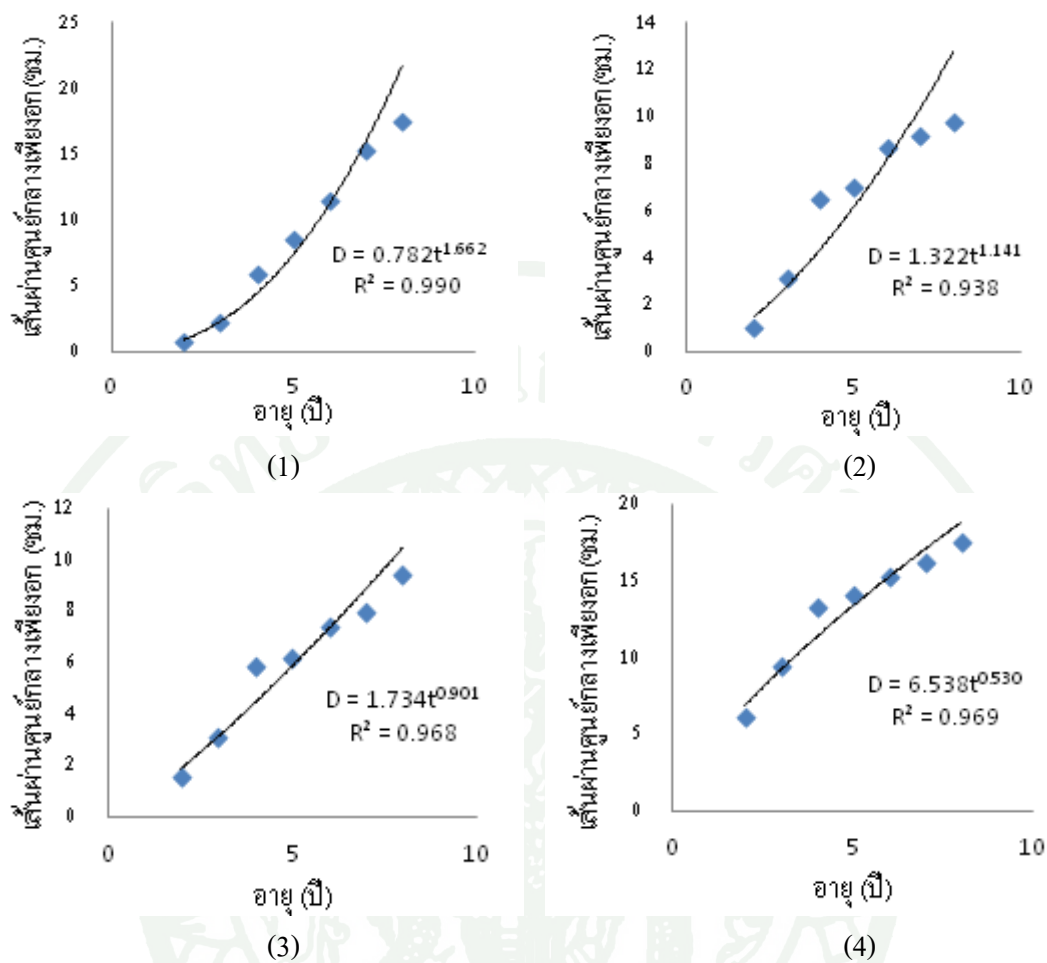
เมื่อ	H	คือ	ความสูงทั้งหมด (เมตร)
	t	คือ	อายุ (ปี)
	R^2	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination)

รูปแบบการเติบโตของมวลชีวภาพรวม

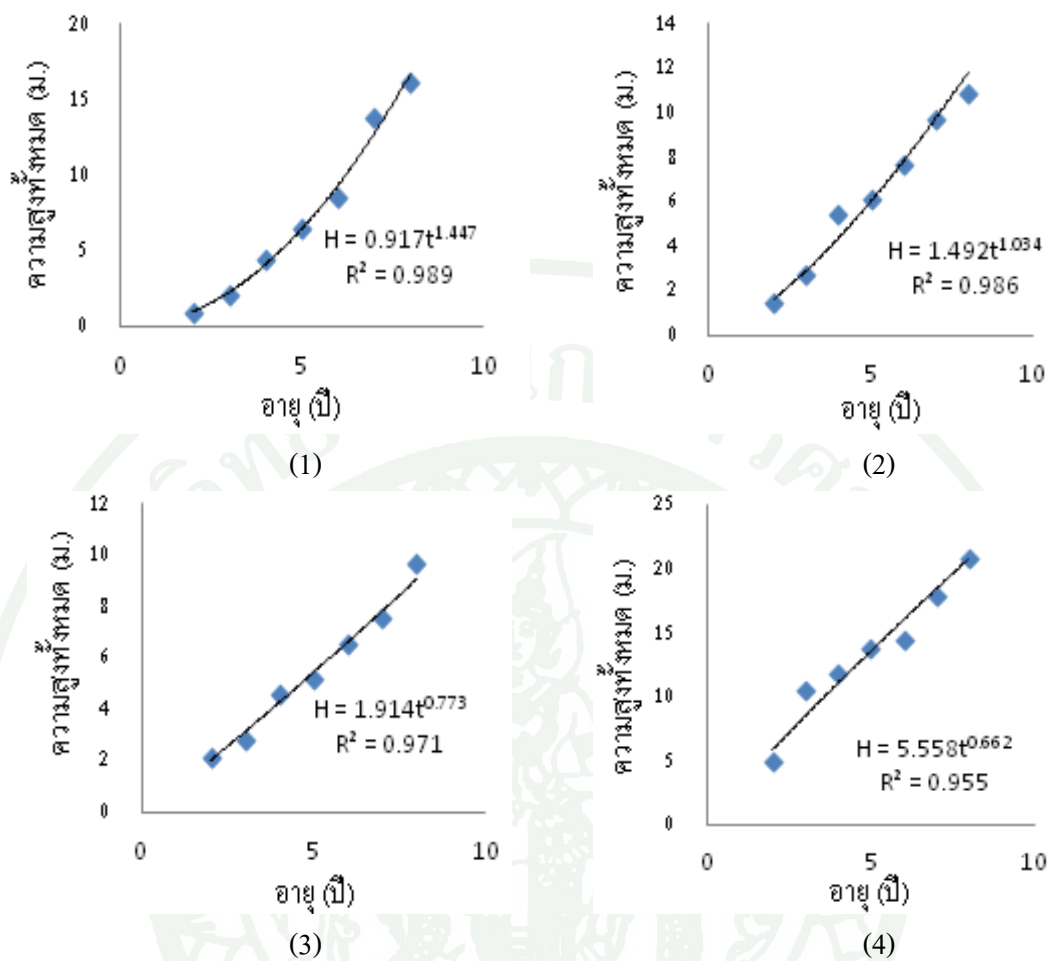
กระทุ่ม	$W_T = 54.34t^{2.651}$	$(R^2 = 0.994)$
ปออีแก้ง	$W_T = 89.34t^{2.420}$	$(R^2 = 0.961)$
ขนุนป่า	$W_T = 115.80t^{1.874}$	$(R^2 = 0.989)$
กระถินเทพา	$W_T = 2414.00t^{1.675}$	$(R^2 = 0.980)$

เมื่อ	W_T	คือ	มวลชีวภาพรวม (กิโลกรัมต่อไร่)
	t	คือ	คือ อายุ (ปี)
	R^2	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination)

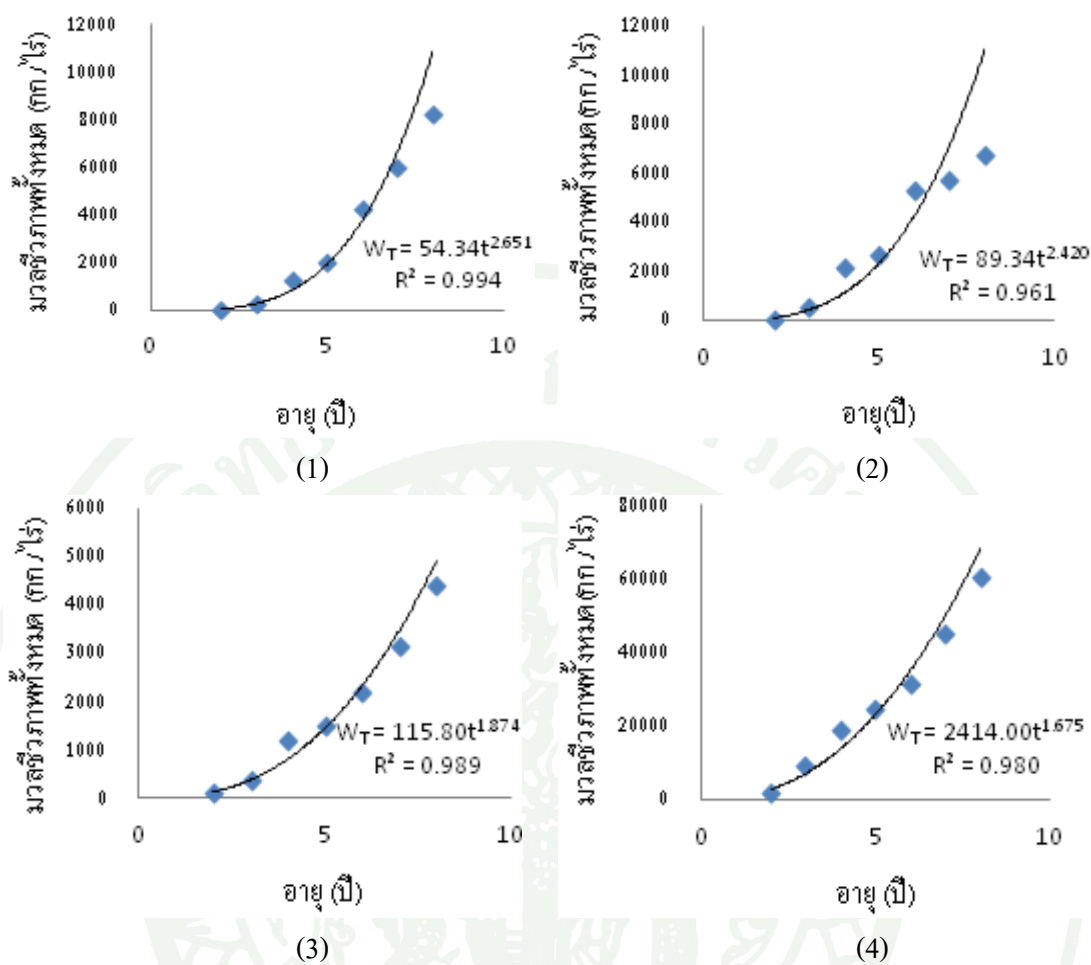
การเติบโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (ภาพที่ 10) ไม้โตเร็วท้องถิ่น คือ กระทุ่ม มีการเติบโตสูงสุด รองลงมาคือ ปออีแก้ง และขนุนป่า พบว่าในปีปลูกที่ 2-4 ขนุนป่า และปออีแก้ง มีการเติบโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่สูงกว่ากระทุ่ม แต่เมื่อเข้าสู่ปีที่ 5-8 กระทุ่มมีการเติบโตที่สูงกว่า ส่วนความสูงทั้งหมด (ภาพที่ 11) ไม้โตเร็วท้องถิ่น คือ กระทุ่ม มีการเติบโตสูงสุด รองลงมาคือ ปออีแก้ง และขนุนป่า พบว่าในปีปลูกที่ 2-4 ปออีแก้ง และขนุนป่า มีการเติบโตทางความสูงทั้งหมดสูงกว่ากระทุ่ม แต่เมื่อเข้าสู่ปีที่ 5-8 กระทุ่มมีการเติบโตที่สูงกว่า และเมื่อเปรียบเทียบกับกระถินเทพา พบว่า การเติบโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงทั้งหมดของกระทุ่มใกล้เคียงกับกระถินเทพา โดยในช่วงปีปลูกระยะแรก กระทุ่มมีการเติบโตช้ากว่าไม้ชนิดอื่น เนื่องจากมีปัญหาในการเตรียมกล้าไม้ กล้าไม้ที่ใช้ปลูกจึงไม่แข็งแรง และอ่อนแอ ส่งผลให้มีอัตราการรอดตายต่ำ ทำให้เมื่อเข้าสู่ปีปลูกระยะหลัง กระทุ่มมีการเติบโตเร็ว และมีค่าสูงกว่า ปออีแก้ง และขนุนป่า เพราะกระทุ่มเหลือจำนวนต้นรอดตายน้อยกว่าไม้ทั้ง 3 ชนิด ทำให้ไม่ต้องการแก่งแย่งปัจจัยในการเจริญเติบโต เช่น แสงแดด น้ำ ธาตุอาหารต่างๆ หรือปัจจัยด้านพื้นที่ ปัจจัยสภาพแวดล้อม และความหนาแน่น (กรมป่าไม้, 2545) ส่วนกระถินเทพามีการเติบโตเร็ว ทำให้มีค่าสูงกว่าไม้ทั้ง 3 ชนิด และการเติบโตช้าลงในปีปลูกระยะหลัง ส่วนการเติบโตมวลชีวภาพทั้งหมด (ภาพที่ 12) ไม้โตเร็วท้องถิ่น คือ กระทุ่มมีการเติบโตสูงสุด รองลงมา คือ ปออีแก้ง และขนุนป่า เมื่อเปรียบเทียบกับกระถินเทพา พบว่า กระถินเทพามีค่าสูงสุด



ภาพที่ 10 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ของ(1) กระทุ่ม, (2) ปออีแก้ง, (3) ขนนุ่นป่า และ (4) กระถินเทพา อายุ 2-8 ปี



ภาพที่ 11 ความสูงทั้งหมด (H) ของ (1) กระตุ่ม, (2) ปออีแก้ง, (3) ขนุนป่า และ (4) กระดินเทพา อายุ 2-8 ปี



ภาพที่ 12 มวลชีวภาพทั้งหมด (W_T) ของ(1) urchin, (2) pompano, (3) pangasius และ (4) tilapia อายุ 2-8 ปี

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาการทดลองพันธุ์ไม้โตเร็วในสถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด อำเภอเมือง จังหวัดตราด ได้ศึกษาถึงอัตราการรอดตาย การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความสูง ทั้งหมด และผลผลิตมวลชีวภาพ ซึ่งลักษณะที่ทำการศึกษากลับทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ระหว่างชนิดไม้ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. อัตราการรอดตายของกระทุ่ม ปออีแก้ง ขนุนป่า และกระถิ่นเทพา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 16.67, 63.20, 63.89 และ 90.28 ตามลำดับ
2. การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของ กระทุ่ม ปออีแก้ง ขนุนป่า และ กระถิ่นเทพาเมื่ออายุ 8 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.46, 9.80, 9.45 และ 17.48 เซนติเมตร ตามลำดับ ความสูง ทั้งหมดเท่ากับ 16.22, 10.86, 9.67 และ 20.84 เมตร ตามลำดับ ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเท่ากับ 2.18, 1.22, 1.18 และ 2.18 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ และความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางความสูงทั้งหมดเท่ากับ 2.03, 1.36, 1.21 และ 2.60 เมตรต่อปี ตามลำดับ
3. มวลชีวภาพของส่วนลำต้นของ กระทุ่ม ปออีแก้ง ขนุนป่า และกระถิ่นเทพาเมื่ออายุ 8 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.086, 5.466, 3.536 และ 49.110 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ มวลชีวภาพของส่วนที่เป็นกิ่ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.710, 1.072, 0.506 และ 8.398 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ มวลชีวภาพของส่วนที่เป็นใบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.449, 0.261, 0.367 และ 3.172 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ มวลชีวภาพทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.245, 6.755, 4.409 และ 60.680 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยของมวลชีวภาพทั้งหมดเท่ากับ 15.46, 3.34, 2.16 และ 21.01 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ตามลำดับ ความเพิ่มพูนรายปีของมวลชีวภาพทั้งหมดเท่ากับ 48.56, 5.13, 5.71 และ 50.13 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ
4. การคัดเลือกชนิดไม้ที่เหมาะสมในการศึกษาครั้งนี้เมื่อพิจารณาจากลักษณะที่ทำการศึกษาดังกล่าว โดยรวมแล้ว สรุปว่า ชนิดไม้ที่เหมาะสมในการปลูกในสภาพพื้นที่นี้ คือ กระทุ่ม เนื่องจากมีการเติบโตและผลผลิตโดยรวมจัดอยู่ในกลุ่มที่มีค่าสูง

ข้อเสนอแนะ

1. ไม้โตเร็วที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่ควรส่งเสริมปลูกในพื้นที่นี้เพื่อตอบสนองต่อการใช้ไม้ในอนาคต คือ กระจูด แต่กระจูดมีอัตราการรอดตายต่ำ ดังนั้นควรมีการจัดการดูแลกล้าไม้ในระยะแรกให้แข็งแรง และสมบูรณ์ อีกสาเหตุหนึ่งคือ เนื่องจากกระจูดเป็นไม้ที่โตเร็วมาก ระยะปลูกไม่ควรน้อยกว่า 4x4 เมตร หรือความหนาแน่นของหมู่ไม้ไม่เกิน 100 ต้นต่อไร่ ต้นกระจูดที่รอดตายและเติบโตดีส่วนใหญ่อยู่ตามริมน้ำ และบริเวณน้ำท่วมถึง เหมาะกับการปลูกในระบบวนเกษตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชควบ และพืชที่จะปลูกแทรกด้วย
2. หากพิจารณาถึงการปลูกต้นไม้เพื่อรักษาสภาพแวดล้อมของระบบนิเวศแล้ว สามารถนำไม้โตเร็วทั้ง 4 ชนิด ปลูกควบคู่กันไปได้เช่นกัน และควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในแนวทางการจัดการสวนป่าไม้โตเร็ว เช่น การทดสอบระยะปลูก การตัดขยายระยะ เป็นต้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมป่าไม้. ม.ป.ป. กระจินเทพา (*Acacia mangium Willd*). แหล่งที่มา:

<http://www.forest.go.th/silvic/index.php>, 2 กรกฎาคม 2557.

_____. 2537. คู่มือเกษตรกร(1) เรื่อง ไม้เศรษฐกิจโตเร็ว. ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน, สำนักส่งเสริมการปลูกป่า, กรุงเทพฯ.

_____. 2545. การทดลองชนิดและถิ่นกำเนิดไม้ป่า. ส่วนวนวัฒนวิจัย, สำนักวิชาการป่าไม้, กรุงเทพฯ.

_____. 2551. เอกสารเผยแพร่ไม้ตะกู่. ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน, สำนักส่งเสริมการปลูกป่า, กรุงเทพฯ.

_____. 2554. ข้อมูลสถิติกรมป่าไม้ปี 2554. สำนักแผนงานและสารสนเทศ, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

กันตินันท์ ผิวสอาด และ ชิงชัย วิริยะบัญชา. 2545ก. การเจริญเติบโต ผลผลิต และมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ยางนา อายุ 19 ปี. เอกสารงานวิจัย. ส่วนวนวัฒนวิจัย, สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

_____. 2545ข. การเจริญเติบโตและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้กระจินเทพา. เอกสารงานวิจัย. ส่วนวนวัฒนวิจัย, สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

คณะวนศาสตร์. 2552. โครงการส่งเสริมปลูกต้นไม้เพื่อเป็นทุนระยะยาว. รายงานฉบับสมบูรณ์. ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2554. คู่มือศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด ภาคป่าไม้. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

คำรณ เลียดประดม. 2552. **ไม้ป่าตะวันออก เล่ม 1**. โครงการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า ในพื้นที่ป่ารอยต่อ 5 จังหวัด (ภาคตะวันออก) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดระยอง, กรมป่าไม้, จันทบุรี.

ชิงชัย วิริยะบัญชา. 2546. **คู่มือการประมาณมวลชีวภาพของหมูไม้**. ฝ่ายวนวัฒนวิจัยและพฤกษศาสตร์, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

_____, วิโรจน์ รัตนพรเจริญ, จตุพร มังคลรัตน์ และ ประสิทธิ์ เพ็ชรอนุรักษ์. 2547. **มวลชีวภาพและการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้มีค่าทางเศรษฐกิจบางชนิดเพื่อประมาณการสะสมธาตุคาร์บอนในสวนป่า**. กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

เตลินิวส์. 2552. กรุงเทพฯ: 13 พฤษภาคม 2552. หน้า 1.

นิศย์ ศกุนรักษ์. 2542. **สรรพวิทยาของพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ส่วนส่งเสริมการผลิตตำรา มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

บรรดิษฐ์ หงส์ทอง. ม.ป.ป. **ไม้อย่างนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. Ex G.Don)**. แหล่งที่มา: <http://www.sakaerat.com/pdf/aa.pdf>, 9 มิถุนายน 2554.

บุญชูบ บุญทวี, สุขสันต์ สายวา และพรศักดิ์ มีแก้ว. 2540. **การศึกษาเรื่องไม้สะเดาไทย**. ส่วนวนวัฒนวิจัย, สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

บุญวงศ์ ไทยอดสำห. 2547ก. **ไม้กระถินเทพา ทำเชื้อกระดาษก็ได้ ทำไม้แปรรูปก็ดี**. นิตยสารไม้ลงไม้รู้ 4 (35): 19-21.

_____. 2547ข. **ไม้กระถินเทพา ทำเชื้อกระดาษก็ได้ ทำไม้แปรรูปก็ดี (ต่อ)**. นิตยสารไม้ลงไม้รู้ 4(36): 19-21.

_____. 2549. **การปลูกไม้โตเร็วในเวียดนาม**. นิตยสารไม้ลงไม้รู้ 6 (57): 27-29.

- บุญวงศ์ ไทยอุตสาห์. 2551. ไม้ตะกูด้าจะลองปลูกบ้างก็ได้. นิตยสารไม้ลองไม่รู้ 8 (81): 35-39.
- ป.รัศมีธรรม, ผู้รวบรวม. 2553. ไม้ป่าเศรษฐกิจปลูกให้รวย. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ นีออน บุ๊คมีเดีย, กรุงเทพฯ.
- ปัสสิ ประสมสินธ์. 2534. คู่มือปฏิบัติการการคณิตป่าไม้. ภาควิชาการจัดการป่าไม้, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พรศักดิ์ มีแก้ว. 2544. การคัดเลือกชนิดพรรณไม้เพื่อการปลูกสร้างสวนป่า. ส่วนวนวัฒนวิจัย, สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง. ม.ป.ป. การพัฒนาพันธุ์ไม้โตเร็วของกรมป่าไม้เพื่อการปลูกสวนป่าเชิงเศรษฐกิจ. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- วีระพงษ์ ทองงอก. 2540. การเจริญเติบโตและมูลค่าทางเศรษฐกิจของสวนป่าไม้กระถินเทพาอายุ 8 ปี ในระยะปลูกต่างๆ กัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมภัทร คลังทรัพย์. 2544. การเติบโตและผลผลิตของไม้ตีนเป็ดอายุ 4 ปี ที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สัจจาพร หงส์ทอง และ บรรดิษฐ์ หงส์ทอง. 2544. การเจริญเติบโตในระยะกล้าของไม้ 4 ชนิด ในฤดูแล้งขนาดต่างกัน. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- สุทัศน์ เล้าสกุล. 2540. การทดลองระยะปลูกไม้สะเดา. ส่วนวนวัฒนวิจัย, สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- อนันต์ สอนง่าย, บุญชู บุญทวี และทินกร วุฒิจันทร์. 2531. ผลผลิตไม้เทพา กระถินยักษ์ กระถินณรงค์ และยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ในสวนป่าอายุ 4 ปี. รายงานวนวัฒนวิทยา. กองบำรุง, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

Baker., F. S. 1950. **Principle of Silviculture**. McGraw-Hill Book Company, New York.

Burley, J. and P.J. Wood. 1976. **A Manual on Species and Provenance Research with Particular Reference to the Tropics**. Commonwealth Forestry Institute, Oxford.

Hocker, H. W., Jr. 1979. **Introduction of Forest Biology**. John Wiley & Sons Inc., New York.

Husch, B., C.I. Miller and T.W. Beer. 1972. **Forest Mensuration**. The Ronald Press Company, New York.

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.

Satoo, T. 1970. A synthesis of studies by the harvest method : Primary production relation in the Temperate Deciduous Forest of Japan, pp. 55-72. *In* D. E. Reichle, ed. **Analysis of Temperate Forest Ecosystem**. Springer Verlag, New York.

Satoo, T. and M. Senda. 1958. Materials for the studies of growth in stand. IV. Amount of leaves and production of wood in young plantation of *Chameacuparis obtusa*. **Bull. Tokyo Univ. For.** 54: 7-100.

Shinozaki, K., K. Yoda, K. Tsutsumi and T. Kira. 1964. A quantitative analysis of plant from: The pipe model theory. I. Basic Analysis. **J. Jap. Ecol.** 14: 97-105.

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

Toumey, J. W. 1947. **Foundations of Silviculture**. John Wiley & Sons Inc., New York.

Whittaker, R. H. and G. M. Woodwell. 1971. **Measurement of Net Primary Production of Forest.** UNESCO, Proc. Brussell Symp. On Productivity of Forest Ecosystem. UNESCO, Paris.



ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวพีรชา มณีชาติ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 23 พฤษภาคม 2528
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตำแหน่งปัจจุบัน	นักวิชาการเกษตร (ระยะเวลา 1 เมษายน 2551 ถึง ปัจจุบัน)
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-