



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีวนวัฒน)

ปริญญา

เทคโนโลยีวนวัฒน

วนวัฒนวิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การสูญเสียมวลชีวภาพ ดิน และสารอาหารจากสวนป่าไม้ล้อม  
ตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

Losses of Biomass, Soil and Nutrient from Balled Tree Plantation  
at Chaom Subdistrict, Kaeng Khoi District, Saraburi Province

นามผู้วิจัย นางสาวละอองดาว เถาว์พิมาย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลดาวัลย์ พวงจิตร, D.Sc. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, Ph.D. )

หัวหน้าภาควิชา

( อาจารย์จรงค์ วัชรินทร์รัตน์, วท.ค. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การสูญเสียมวลชีวภาพ ดิน และสารอาหารจากสวนป่าไม้ล้อม  
ตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

Losses of Biomass, Soil and Nutrient from Balled Tree Plantation  
at Chaom Subdistrict, Kaeng Khoi District, Saraburi Province

โดย

นางสาวละอองดาว เถาว์พิมาย

พ.ศ. ๒๕๕๖

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีวนวัฒน)

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ละอองดาว เถาว์พิมาย 2556: การสูญเสียมวลชีวภาพ ดิน และสารอาหารจากสวนป่า  
ไม้ลื้อม ตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
(เทคโนโลยีวนวัฒน) สาขาเทคโนโลยีวนวัฒน ภาควิชาวนวัฒนวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลดาวัลย์ พวงจิตร, D.Sc. 82 หน้า

การศึกษาการสูญเสียมวลชีวภาพ ดิน และสารอาหารจากสวนป่าไม้ลื้อม ได้ดำเนินการ  
ศึกษาที่สวนป่าไม้ลื้อม ตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา  
มวลชีวภาพ ดิน และสารอาหารในคุ่มดินและในต้นไม้ ที่สูญเสียจากสวนป่าเมื่อทำการขุดลื้อม  
โดยวางแผนตัวอย่างขนาด 10x10 เมตร ในสวนป่าไม้ลื้อมทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ ประดู่บ้าน  
มะฮอกกานีใบใหญ่ อินทนิลน้ำ ราชพฤกษ์ จำปี และพิกุล ชนิดละ 3 แปลง ทุกแปลงทำการวัด  
เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูง  
ทั้งหมดของต้นไม้ สุ่มตัวอย่างต้นไม้ชนิดละ 5 ต้น เพื่อศึกษามวลชีวภาพและสารอาหารในต้นไม้  
และเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร เพื่อหาปริมาณสารอาหารในดิน

ผลการศึกษา พบว่า ประดู่บ้าน อินทนิลน้ำ มะฮอกกานีใบใหญ่ จำปี ราชพฤกษ์ และพิกุล  
มีมวลชีวภาพ เท่ากับ 1.58, 1.60, 2.21, 3.29, 3.74 และ 22.56 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ ปริมาณ  
ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในมวลชีวภาพของต้นไม้ทั้งห้าชนิดดังกล่าวมีค่าเท่ากับ  
27.34, 8.65, 10.83, 19.68, 23.48 และ 125.46 กิโลกรัมต่อไร่; 1.92, 1.29, 1.68, 1.53, 5.25 และ  
12.77 กิโลกรัมต่อไร่; 11.93, 8.05, 11.56, 15.81, 14.54 และ 81.62 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ  
ส่วนปริมาณดินในคุ่มดินนั้น สามารถประมาณการได้จากสมการที่มีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ  
30 เซนติเมตรเหนือพื้นดินเป็นตัวอิสระ โดยพบว่าสวนป่าอินทนิลน้ำ จำปี ราชพฤกษ์ ประดู่บ้าน  
มะฮอกกานีใบใหญ่ และพิกุล มีค่าเท่ากับ 4.66, 5.50, 5.57, 5.67, 9.52 และ 18.7 ต้นต่อไร่  
ตามลำดับ และมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในคุ่มดินเท่ากับ 13.06, 11.45,  
10.67, 12.94, 10.16 และ 51.73 กิโลกรัมต่อไร่; 0.01, 0.03, 0.01, 0.01, 0.01 และ 0.03 กิโลกรัมต่อ  
ไร่; 0.33, 0.42, 0.51, 0.49, 0.43 และ 0.96 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งปริมาณสารอาหารเหล่านี้  
จะถูกนำออกไปจากพื้นที่พร้อมกับมวลชีวภาพของต้นไม้และคุ่มดิน การใส่ปุ๋ยจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น  
สำหรับการจัดการสารอาหารอย่างยั่งยืนในสวนป่าเพื่อการผลิตไม้ลื้อม

La-ongdao Thaopimai 2013: Losses of Biomass, Soil and Nutrient from Balled Tree Plantation at Chaom Subdistrict, Kaeng Khoi District, Saraburi Province. Master of Science (Silviculture Technology), Major Field: Silviculture Technology, Department of Silviculture. Thesis Advisor: Assistant Professor Ladawan Puangchit, D.Sc. 82 pages.

The study of losses of biomass and nutrients in balled trees were carried out at Chaom subdistrict, Kaeng Khoi district, Saraburi province where is the biggest plantation and market for burlap tree production in Thailand. The objectives of this study were to estimate biomass and nutrients in plantation for burlap tree production. For this study, biomass and nutrients in soil and tree were investigated in: *Lagerstroemia speciosa* (L.) Pers., *Pterocarpus indicus* Willd., *Swietenia macrophylla* King, *Cassia fistula* L., *Michelia alba* DC. and *Mimusops elengi* Linn. plantations. Three 10x10 m sample plots were randomly selected for each species. For estimating the aboveground and belowground biomass, the stem diameters (at 30 centimeters aboveground and at breast height) and total height were measured. Five sample trees of each species were felled down for biomass and nutrient analyses. Soil samples were also taken from three subplots at 2 depths (0-15 and 15-30 centimeters).

The results showed that total biomass of *P. indicus*, *L. speciosa*, *S. macrophylla*, *M. alba*, *C. fistula* and *M. elengi* were 1.58, 1.60, 2.21, 3.29, 3.74 and 22.56 tonnes  $\text{rai}^{-1}$ , respectively. The amounts of nitrogen, phosphorus and potassium in those trees were 27.34, 8.65, 10.83, 19.68, 23.48 and 125.46  $\text{kg rai}^{-1}$ ; 1.92, 1.29, 1.68, 1.53, 5.25 and 12.77  $\text{kg rai}^{-1}$ ; 11.93, 8.05, 11.56, 15.81, 14.54 and 81.62  $\text{kg rai}^{-1}$ , respectively. Soil in balled roots varied with tree sizes which could be estimated from diameter at 30 centimeters aboveground level of those balled trees. It was found that *L. speciosa*, *M. alba*, *C. fistula*, *P. indicus*, *S. macrophylla* and *M. elengi* had soil in balled roots of 4.66, 5.50, 5.57, 5.67, 9.52 and 18.7 tonnes  $\text{rai}^{-1}$ , respectively. The amounts of nitrogen, phosphorus and potassium to be moved were 13.06, 11.45, 10.67, 12.94, 10.16 and 51.73  $\text{kg rai}^{-1}$ ; 0.01, 0.03, 0.01, 0.01, 0.01 and 0.03  $\text{kg rai}^{-1}$ ; 0.33, 0.42, 0.51, 0.49, 0.43 and 0.96  $\text{kg rai}^{-1}$ , respectively. Such amounts of nutrients would be moved from planting sites as a result of balled-tree harvesting. For the sustainable management of nutrients in burlap tree production, therefore, fertilizer application is recommended.

---

Student's signature

Thesis Advisor's signature

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ลดาวัลย์ พวงจิตร อาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาทิศ ดิลกสัมพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุ่งเรือง พูลศิริ ประธานการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญวงศ์  
ไทยอุตสาห์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ  
ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ โครงการรวมนวัตกรรมเพื่อการจัดการไม้ล้อย่างยั่งยืน ซึ่งได้รับทุนสนับสนุน  
งานวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สมาคมราชกรีฑาสโมสร  
โครงการวิจัย ASEAN-Korea Environmental Cooperation Project (AKECOP) และทุนแลกเปลี่ยน  
นิสิต จาก JASSO, Shizuoka University ประเทศญี่ปุ่น และขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกไม้ล้อยี่  
ตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย ที่ได้ให้ข้อมูลและความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนามทุกท่าน

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณพี่ เพื่อน และน้องวนศาสตร์ ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องที่ได้ให้การ  
สนับสนุนและช่วยเหลือทั้งในการเก็บข้อมูลภาคสนาม และให้คำปรึกษาจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จ  
ลุล่วง และขอขอบคุณครอบครัวที่ได้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ละอองดาว เถาว์พิมาย

มีนาคม 2556

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	26
อุปกรณ์	26
วิธีการ	26
ผลและวิจารณ์	35
สรุปและข้อเสนอแนะ	61
สรุป	61
ข้อเสนอแนะ	63
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	64
ภาคผนวก	75
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	82

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของต้นไม้ (ที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตรจากโคนต้น) ขนาดของคุ่มดิน และน้ำหนักดินในคุ่มดิน	10
2	จำนวนเกษตรกรผู้ปลูกไม้ล้อม ไม้ดอก และไม้ประดับ ปี พ.ศ. 2553 ตามแบบการขึ้นทะเบียนเกษตรกร (ทบก.01) ตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี	24
3	ราคาจำหน่ายไม้ล้อม ณ ตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี	25
4	ความหนาแน่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน ( $D_{30}$ ) และระดับอก (DBH) ความสูงทั้งหมด และความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยของต้นไม้แต่ละชนิด	37
5	สมการแอลโลเมตรีของมวลชีวภาพส่วนต่างๆ ของต้นไม้แต่ละชนิด	39
6	ปริมาณมวลชีวภาพในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ในสวนป่าไม้ล้อม	41
7	ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และคาร์บอนในส่วนต่างๆ ของต้นไม้	45
8	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และคาร์บอนในสวนป่าไม้ล้อม	50
9	ลักษณะของเนื้อดิน ความหนาแน่นรวม (Db) และปริมาณไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และคาร์บอน (C) ในสวนป่าไม้ล้อม	54
10	สมการที่ใช้ในการประมาณหาปริมาณดินในคุ่มดินโดยใช้เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน ( $D_{30}$ )	56
11	เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยที่ระดับ 30 เซนติเมตร ( $D_{30}$ ) เหนือพื้นดิน ปริมาณดินไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในคุ่มดิน และปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในดิน	59
12	ปริมาณดิน สารอาหารในคุ่มดิน และสารอาหารในต้นไม้ที่สูญเสียจากสวนป่าไม้ล้อม	60

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2546-2555	76
2	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2546-2555	76
3	คุณสมบัติดิน และปริมาณสารอาหารในดินในสวนป่าไม้ล้อม	77
4	ความเข้มข้นของสารอาหารและระดับของสารอาหารในดินของ สวนป่าไม้ล้อม	78

## สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่แสดงอาณาเขตของตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี	28
2	ปริมาณมวลชีวภาพของต้น ไม้ในสวนป่าไม้ล้อม	42
3	เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนต่างๆ ของต้น ไม้ในชนิดเดียวกัน	47
4	เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนต่างๆ ของต้น ไม้ในชนิดเดียวกัน	47
5	เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนต่างๆ ของต้น ไม้ในชนิดเดียวกัน	48
6	เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในส่วนต่างๆ ของต้น ไม้ในชนิดเดียวกัน	48
7	ปริมาณไนโตรเจนในสวนป่าไม้ล้อม	51
8	ปริมาณฟอสฟอรัสในสวนป่าไม้ล้อม	52
9	ปริมาณโพแทสเซียมในสวนป่าไม้ล้อม	52
10	ปริมาณคาร์บอนในสวนป่าไม้ล้อม	53
ภาพผนวกที่		
1	ลักษณะของดินอินทนิลน้ำ (ก) ประดู่บ้าน (ข) มะฮอกกานีใบใหญ่ (ค) ราชพฤกษ์ (ง) จำปี (จ) และพิทูด (ฉ)	79
2	การขุดล้อมต้น ไม้ (ก) การศึกษาขนาดของคุ่มดิน (ข-ค) การแยกดินออกจากราก (ง) การชั่งน้ำหนักราก (จ) การเก็บตัวอย่างราก (ฉ)	80
3	การตัดทอนต้น ไม้ (ก) การแยกส่วนต่างๆ ของต้น ไม้ (ข) การชั่งน้ำหนักลำต้น (ค) การชั่งน้ำหนักกิ่ง (ง) และการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปหาปริมาณมวลชีวภาพ	81

**การสูญเสียมวลชีวภาพ ดิน และสารอาหารจากสวนป่าไม้ล้อม  
ตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี**

**Losses of Biomass, Soil and Nutrient from Balled Tree Plantation  
at Chaom Subdistrict, Kaeng Khoi District, Saraburi Province**

**คำนำ**

ปัจจุบันสภาพภูมิอากาศของโลกมีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากปัญหาการลดลงของพื้นที่ป่า ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ การปลูกต้นไม้มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากไม่ว่าจะเป็นการปลูกสร้างสวนป่าเพื่อผลผลิตในรูปของเนื้อไม้หรือการปลูกต้นไม้ในพื้นที่เขตเมืองเพื่ออำนวยความสะดวกในการพักผ่อนหย่อนใจและปรับปรุงภูมิทัศน์ อาทิ การปลูกต้นไม้ในสวนสาธารณะ สวนหย่อม ริมนน ริมทางเท้า จุดข้ามแยก ได้ทางด่วน และการปลูกตามช่องว่างระหว่างอาคาร เป็นต้น ต้นไม้เหล่านี้จะช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกไปใช้ในการสังเคราะห์แสงและกักเก็บไว้ในส่วนต่างๆ ในรูปของมวลชีวภาพ การปลูกสร้างสวนป่าโดยทั่วไปจะมีการปลูกโดยใช้กล้าไม้ขนาดเล็กหรือการปลูกโดยใช้เมล็ดโดยตรง แต่การปลูกต้นไม้ในเมืองนั้นส่วนใหญ่เป็นการปลูกโดยใช้ต้นไม้ที่ได้มาจากการขุดล้อมหรือที่เรียกว่าไม้ล้อม (balled หรือ burlapped tree) เหตุผลที่ไม้ล้อมได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการปลูกในเมืองนั้น เนื่องมาจากการปลูกโดยใช้ไม้ล้อมประสบความสำเร็จและเห็นผลได้อย่างรวดเร็วกว่าการปลูกโดยใช้กล้าไม้ขนาดเล็กหรือใช้เมล็ดที่อาจไม่ประสบความสำเร็จหรือเห็นผลช้ากว่า

ตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี เป็นชุมชนที่มีการปลูกสร้างสวนป่าไม้ล้อมที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศไทย ชนิดไม้ที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นชนิดไม้ที่นิยมปลูกในพื้นที่เขตเมือง เกษตรกรเริ่มปลูกสร้างสวนป่าไม้ล้อมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 โดยได้รับการสนับสนุนจากโครงการรักษชนบทในการทดลองปลูกต้นไม้แล้วขุดล้อม และการสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการเตรียมดิน กล้าไม้ ปู และยากำจัดศัตรูพืชให้กับเกษตรกรก่อน แล้วเกษตรกรสามารถผ่อนชำระค่าใช้จ่ายกับโครงการได้ และได้มีการมอบหมายให้เอกชนเป็นผู้ดำเนินงานทางการตลาด ในยุคแรกของการปลูกสร้างสวนป่าไม้ล้อมนั้นมีเกษตรกรเข้าร่วมจำนวน 60 ราย มีพื้นที่ปลูกประมาณ 150 ไร่ ต่อมาในปี พ.ศ. 2535 ชาวบ้านประสบกับปัญหาทางการตลาด ทำให้เกษตรกรบางรายล้มเลิกกิจการ

ส่งผลให้สถานการณ์การปลูกสร้างสวนป่าไม้ลุ่มที่ตำบลชะอมตกต่ำลง จนกระทั่งปี พ.ศ. 2537 เกษตรกรได้รับเงินสนับสนุนจากโครงการปลูกป่าเศรษฐกิจของกรมป่าไม้ไร่ละ 3,000 บาท รวมไปถึงมีการให้ความรู้แก่เกษตรกรโดยเกษตรอำเภอ เกี่ยวกับการปลูกสร้างสวนป่า การดูแลรักษา การให้ปุ๋ย และการกำจัดวัชพืชและแมลง ธุรกิจสวนป่าไม้ลุ่มที่ตำบลชะอมจึงเริ่มฟื้นตัวขึ้นมาอีกครั้งหนึ่ง

ในการปลูกสร้างสวนป่าไม้ลุ่มนั้นจะมีการขุดย้ายต้นไม้ ทำให้มีการสูญเสียดินและสารอาหารออกจากพื้นที่สวนป่าและเคลื่อนย้ายไปยังพื้นที่อื่นๆ ซึ่งอาจทำให้สมดุลด้านดินและสารอาหารของพื้นที่สูญเสียไป การศึกษาถึงปริมาณดินและสารอาหารที่สูญเสียไปจะช่วยให้เกษตรกรสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการสวนป่าได้อย่างยั่งยืน และเนื่องจากต้นไม้ที่ปลูกในพื้นที่สวนป่าไม้ลุ่มนั้นเป็นชนิดไม้ที่นิยมปลูกในพื้นที่เขตเมือง ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการสร้างสมการเพื่อหามวลชีวภาพ ดังนั้น การสร้างสมการมวลชีวภาพจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการคำนวณหาผลผลิตมวลชีวภาพของต้นไม้ในเมืองได้

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษามวลชีวภาพของไม้ลื้อมบางชนิดที่มีขนาดต่างๆ
2. เพื่อศึกษาปริมาณสารอาหารที่สูญเสียจากการชุกย้ายต้นไม้
3. เพื่อศึกษาปริมาณดินและสารอาหารที่สูญเสียจากตุ่มดินของไม้ลื้อม
4. เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการสวนป่าไม้ลื้อมให้มีความยั่งยืนต่อไป

## การตรวจเอกสาร

### ไม้ล้อม

ไม้ล้อม หรือไม้ขุดล้อม (balled tree หรือ burlapped tree) หมายถึง การปลูกต้นไม้ในแปลงปลูกเพื่อให้ต้นไม้มีการเติบโตจากกล้าไม้เป็นไม้อ่อนหรือไม้โตเต็มวัยเพื่อเตรียมย้ายปลูก โดยการขุดล้อมรอบๆ รากของต้นไม้ และทำการห่อหุ้มระบบราก โดยปกติจะมีการเก็บรักษาในโรงเรือน เพื่อให้รากมีโอกาสเจริญทดแทนได้ก่อนนำไปปลูก (American Nursery and Landscape Association, 2004; Colorado State University Extension, 2010) มีการตัดแต่งกิ่งและใบตามความจำเป็นเพื่อกระตุ้นให้ต้นไม้สามารถเติบโตต่อไปได้ (มณฑาทิพย์, 2551) สำหรับวัตถุประสงค์ของการขุดล้อมต้นไม้เพื่อย้ายปลูกนั้น บุญวงศ์ (2547ก) ได้จำแนกไว้ 3 ประการ คือ

1. เพื่อการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช เนื่องจากต้นไม้บางชนิดเป็นไม้มีค่าหายาก มีถิ่นกำเนิดเฉพาะแหล่ง การเติบโตช้า และขยายพันธุ์ได้ยาก เช่น จันทน์กระพ้อ กุหลาบแดง จำปีสิรินธร เป็นต้น การขุดล้อมย้ายปลูกจะช่วยอนุรักษ์ต้นไม้เหล่านี้ไว้ได้
2. เพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน เนื่องจากอาจมีความจำเป็นที่จะต้องนำที่ดินซึ่งมีต้นไม้ใหญ่ขึ้นอยู่ไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่น เช่น การสร้างถนน อาคาร การวางระบบไฟฟ้า และประปา เป็นต้น วิธีที่จะรักษาต้นไม้ไว้ได้ คือ การขุดล้อมแล้วย้ายไปปลูกในพื้นที่ใหม่
3. เพื่อการตกแต่งภูมิทัศน์ เนื่องจากการใช้ไม้ล้อมขนาดใหญ่ในการตกแต่งภูมิทัศน์ เช่น แนวถนน เขตชุมชนเมือง สวนสาธารณะ สถานที่ราชการ หรือหมู่บ้านจัดสรร เป็นต้น ทำให้เห็นผลรวดเร็วทันใจ

ในการปลูกสร้างสวนป่าไม้ล้อมนั้น เมื่อต้นไม้โตได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการแล้ว เกษตรกรจะทำการขุดล้อมต้นไม้ออกจากสวนป่า และนำต้นไม้ไปไว้ที่แผงไม้เพื่อให้รากมีการพัฒนาก่อนการนำไปปลูก ซึ่งเมื่อทำการขุดล้อมต้นไม้แล้วจะต้องมีการตัดแต่งทรงพุ่มเพื่อความสวยงาม และลดการเหี่ยวเฉาเนื่องจากการสูญเสียน้ำ (เดชา, 2543; บุญวงศ์, 2547ก) สิ่งที่สำคัญที่สุดในการขุดล้อมต้นไม้ คือ จะต้องมีการห่อหุ้มรากหรือที่เรียกว่าตุ้มดินห่อหุ้มระบบรากอยู่ด้วยเสมอ สำหรับ

ขนาดของตุ่มดินจะมีขนาดเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของต้นไม้ (บุญวงศ์, 2547ก; Himelick, 1981)

การปลูกต้นไม้โดยใช้ไม้ล้อมมักมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการปลูกต้นไม้ตามปกติทั่วไป นิยมใช้เมื่อต้องการเห็นผลอย่างรวดเร็ว เมื่อพื้นที่ปลูกมีปัญหาซึ่งการปลูกรูปแบบปกติไม่ได้ผล เมื่อต้องการปลูกต้นไม้กลางแจ้งกลางแจ้ง หรือเมื่อต้องการปลูกในโอกาสพิเศษต่างๆ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม การปลูกเพื่อตกแต่งภูมิทัศน์มักให้ความสำคัญกับการเห็นผลอย่างรวดเร็วมากกว่าราคาต้นไม้หรือค่าใช้จ่ายในการปลูก ซึ่งปัจจุบันจะเห็นว่ามีการปลูกไม้ล้อมอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตเทศบาลหรือในย่านชุมชนเมืองที่การปลูกโดยใช้กล้าไม้ขนาดเล็กมักเห็นผลช้าหรือไม่ค่อยได้ผลเท่าที่ควร สำหรับไม้ล้อมที่มีการปลูกตามอาคาร สำนักงานของภาคเอกชนที่ต้นไม้มีขนาดใหญ่และอายุมาก มักเป็นต้นไม้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือตามหัวไร่ปลายนาน อันเป็นการย้ายจากป่าในต่างจังหวัดไปไว้ในเขตชุมชนเมือง เช่น กรุงเทพมหานคร เป็นต้น ซึ่งอาจจะถือว่าเป็นการตัดไม้ทำลายป่ารูปแบบหนึ่งก็ได้ แต่ไม้ล้อมส่วนใหญ่ที่ปลูกตามถนนโดยหน่วยงานของรัฐนั้น ต้นไม้มีความโตไม่มากนัก เป็นไม้ล้อมที่ได้จากสวนป่าไม้ล้อมของเกษตรกร ซึ่งนับว่าเป็นอาชีพที่น่าสนับสนุนเป็นอย่างมาก (บุญวงศ์, 2547ก)

### การปลูกสวนป่าไม้ล้อม

#### การเตรียมพื้นที่และการปลูก

การเตรียมพื้นที่ก่อนการปลูกสร้างสวนป่าไม้ล้อมเป็นการเตรียมพื้นที่เชิงประณีต มีการกำจัดเศษไม้ปลายไม้ ไถพรวนหลายครั้งและมีการปรับหน้าดิน วางแนวปลูก รูปแบบการปลูกเป็นสวนป่าเชิงเดี่ยวหรือปลูกชนิดเดียวล้วนๆ ในแต่ละแปลงเพื่อง่ายต่อการจัดการและการขุดล้อมต้นไม้ ระยะปลูกที่ใช้ส่วนใหญ่เท่ากับ 1x1 เมตร หรือ 1,600 ต้นต่อไร่ เนื่องจากระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตสั้น คือ มีรอบหมุนเวียนการผลิตที่ 1-3 ปี ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของต้นไม้ สำหรับกล้าไม้ที่ใช้ปลูกมาจากการเพาะเมล็ดที่ได้จากการเก็บเมล็ดจากแม่ไม้ทั่วไป ซึ่งแม่ไม้ยังไม่ผ่านกระบวนการคัดเลือก ทำให้ไม้ล้อมที่ได้มีความแปรผันทางพันธุกรรมสูง ต้นไม้ที่ได้จึงมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ การปลูกมีการเตรียมหลุมปลูกและรองก้นหลุมด้วยปุ๋ย เพื่อเพิ่มอัตราการรอดตายและช่วยส่งเสริมให้กล้าไม้ที่ปลูกมีการตั้งตัวและการเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งการเตรียมพื้นที่ปลูกนี้จะช่วยควบคุมการแก่งแย่งสารอาหารของต้นไม้จากวัชพืช กำจัดสิ่งกีดขวางการเติบโตของ

ต้นไม้ การไถพรวนจะช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินช่วยให้รากสามารถพัฒนาได้ดี ต้นไม้สามารถขนไชหาอาหารและน้ำได้อย่างเพียงพอ อีกทั้งเป็นการช่วยระบายน้ำในพื้นที่ชื้น หรือเป็นการเพิ่มความชื้นให้แก่ดินในพื้นที่แห้งแล้งได้อีกด้วย การไถพรวนตามแนวระดับจะช่วยลดการชะละลายและการกร่อนของดิน ในเขตร้อนฤดูกาลที่ใช้ปลูก คือ ฤดูฝนในช่วงฝนแรกซึ่งในดินจะมีความชื้น หรืออาจปลูกในฤดูแล้งช่วงเดือนสุดท้ายก่อนฤดูฝนซึ่งในอเมริกากลาง พบว่า ประสบความสำเร็จสูง (Evans and Turnbull, 2004)

### การดูแลรักษาต้นไม้

หลังจากการปลูกกล้าไม้ลงในแปลงแล้วจะต้องมีการสำรวจอัตราการรอดตายเพื่อดำเนินการปลูกซ่อมทันที และการปลูกซ่อมต้นไม้ที่ตายแล้วเสร็จภายในเดือนแรกทำการปลูก เพื่อให้ต้นไม้ที่ปลูกซ่อมมีขนาดใกล้เคียงกับต้นไม้ต้นอื่นๆ ในแปลง หรือในบางกรณีต้นไม้มีการเติบโตช้าในช่วงแรกอาจเนื่องมาจากการการแก่งแย่งแข่งขันของต้นไม้ที่ปลูกกับวัชพืช การขาดสารอาหาร สมบัติทางกายภาพของดินไม่เหมาะสม มีการชะละลายและการกร่อน หรือดินแน่นเกินไป จึงจำเป็นต้องมีการปฏิบัติเพื่อให้ต้นไม้สามารถเติบโตได้ตามปกติ ดังต่อไปนี้

1. การกำจัดวัชพืช เป็นส่วนสำคัญในช่วงแรกของการปลูกป่าโดยทั่วไป แปลงปลูกต้นไม้เพื่อผลิตไม้ล้อมก็เช่นเดียวกัน เนื่องจากการปลูกต้นไม้เพื่อผลิตไม้ล้อมมีรอบการผลิตเพียง 1-3 ปี เรือนยอดของต้นไม้ห่างกันมาก และความสูงของต้นไม้มีความใกล้เคียงกับวัชพืช ทำให้เกิดการแก่งแย่งได้โดยตรงทั้งแสง ความชื้นในดิน และการแก่งแย่งสารอาหาร วัชพืชนับได้ว่าเป็นปัจจัยหลักที่ขัดขวางการเติบโตและการพัฒนาของกล้าไม้ในช่วงแรก (Knowe *et al.*, 1985; Boomsma and Hunter, 1990; Richardson, 1993; Savil *et al.*, 1997; Clay Farm, 2009) อีกทั้งยังทำให้กล้าไม้อ่อนแอ ง่ายต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลง (Nambiar, 1990) และเป็นสาเหตุทำให้เกิดไฟไหม้ในหน้าแล้งได้ง่าย การกำจัดวัชพืช อาทิ หญ้า ลูกไม้ กล้าไม้ และไม้พุ่มต่างๆ มีความจำเป็นอย่างมากเพราะจะช่วยเพิ่มความสามารถของกล้าไม้ในการเข้าถึงน้ำ (Sands and Nambiar, 1984) หรือสารอาหาร (Ellis *et al.*, 1985; Smethurst and Nambiar 1989; Örlander *et al.*, 1996) ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพของกิจกรรมทางสรีรวิทยาของต้นไม้ (Boomsma and Hunter 1990; Richardson 1993; Mohammed *et al.*, 1998) การเพิ่มพื้นที่ใบ การรับแสงที่เพิ่มขึ้น และกิจกรรมการสังเคราะห์แสงของต้นไม้ (Adams *et al.*, 2003) ซึ่งในการกำจัดวัชพืชนี้อาจใช้แรงงานคนสำหรับพื้นที่ขนาดเล็กหรือการใช้สารเคมีในพื้นที่ขนาดใหญ่ก็ได้ แต่ไม่สามารถใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ เช่น รถ

แทรกเตอร์ไถพรวนระหว่างแถว เพื่อกำจัดวัชพืชได้เนื่องจากระยะปลูกแคบ ความถี่ในการกำจัดวัชพืชโดยปกติจะต้องกำจัดโดยทันทีที่พบว่ากล้าไม้ถูกวัชพืชขึ้นปกคลุม ซึ่งอาจจำเป็นต้องทำมากกว่าหนึ่งครั้งในปีหนึ่งๆ ถ้ามีวัชพืชขึ้นอย่างหนาแน่นและมีการเติบโตของวัชพืชรวดเร็วจนปกคลุมกล้าไม้ (วิสุทธิ, 2544)

2. การใส่ปุ๋ย การปลูกสร้างสวนป่าไม้ลุ่มมีช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่สั้นคือ 1-3 ปี ซึ่งราคาของต้นไม้แต่ละชนิดจะแปรผันตามขนาดของต้นไม้ หากสามารถทำให้ต้นไม้มีขนาดใหญ่ภายในเวลาที่จำกัด เกษตรกรผู้ปลูกจะได้รับผลตอบแทนที่สูงขึ้น การใส่ปุ๋ยเพื่อเร่งการเติบโตของต้นไม้ในแปลงจึงมีความจำเป็น ในบางรอบการผลิต ต้นไม้ในแปลงอาจจะแสดงอาการขาดสารอาหาร โดยเฉพาะเมื่อขาดไนโตรเจน ใบจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองและมีจุดสีแดง การเติบโตจะหยุดชะงัก ซึ่งสาเหตุที่ต้นไม้ขาดสารอาหารอาจเนื่องมาจากการขุดล้อมนำต้นไม้ออกจากพื้นที่ที่มีการขุดนำดินออกไปพร้อมกับต้นไม้จึงเกิดการสูญเสียสารอาหารออกไปกับต้นไม้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ยเพื่อลดอาการขาดสารอาหารในต้นไม้ การใส่ปุ๋ยต้นไม้ในแปลงปลูกนิยมใส่ปุ๋ยในโตรเจน เช่น ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) เนื่องจากการใส่ปุ๋ยให้กับต้นไม้ในแปลงปลูกไม้ลุ่มนั้นไม่ได้มุ่งเน้นการออกดอกออกผล แต่มุ่งเน้นการเร่งให้ต้นไม้เติบโตทางด้านความโตและความสูงในระยะเวลาจำกัด โดยปกติรอบการผลิตจะใช้เวลา 1 ปี ซึ่งในรอบหนึ่งปีมีการหมุนเวียนสารอาหารในธรรมชาติมีน้อยมาก จากการศึกษาของ Evans and Turnbull (2004) พบว่า สวนป่ายูคาลิปตัสในบราซิลมีการสะสมสารอาหารในดินในปีที่ 2-5 หลังจากปลูก ดังนั้น แปลงปลูกต้นไม้เพื่อผลิตไม้ลุ่มซึ่งมีรอบการผลิตเพียง 1 ปี จึงมีโอกาสดังกล่าวที่ขาดสารอาหารสูง การใส่ปุ๋ยจึงเป็นสิ่งจำเป็น

3. การป้องกันไฟป่า ในสวนป่าไม้ลุ่มที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ การดูแลไม่ทั่วถึง การป้องกันไฟป่าโดยการทำถนนรอบพื้นที่เพื่อเป็นแนวกันไฟป่าที่จะลุกลามมาจากที่อื่นจึงมีความจำเป็น ซึ่งการป้องกันไฟป่าต้องดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการชิงเผาซึ่งถือเป็นมาตรการป้องกันไฟที่ดีที่สุดและได้ผลดีที่สุด (สันต์, 2526) เนื่องจากการป้องกันก่อนที่จะเกิดไฟไหม้นั้น ไม่เหมาะสมสำหรับสวนป่าไม้ลุ่ม เนื่องจากต้นไม้ที่ปลูกเพื่อผลิตไม้ลุ่มมักเป็นไม้ที่ไม่ทนไฟ เมื่อถูกไฟไหม้จะได้รับความเสียหายและตายในที่สุด สำหรับแปลงปลูกต้นไม้เพื่อผลิตไม้ลุ่มที่มีขนาดเล็กที่สามารถดูแลแปลงปลูกได้อย่างทั่วถึงนั้น ไม่มีความจำเป็นในการทำแนวกันไฟ

## การขุดล้อมต้นไม้

การขุดล้อมต้นไม้เป็นการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางป่าไม้เช่นเดียวกับการตัดฟันต้นไม้ในสวนป่าทั่วไป แต่มีขั้นตอนการปฏิบัติที่ต่อเนื่อง เพื่อนำต้นไม้ที่ขุดนั้นย้ายชำและปลูกในสถานที่แห่งใหม่ Haller (1986) แบ่งการขุดย้ายต้นไม้ออกเป็น 2 วิธี คือ การขุดย้ายแบบเปลือยราก และการขุดล้อมต้นไม้โดยมีตุ้มดิน การขุดย้ายต้นไม้แบบเปลือยรากเป็นวิธีการที่ง่ายกว่าการขุดล้อมแบบมีตุ้มดินในแง่ของการขุดและการขนย้าย เนื่องจากมีน้ำหนักเบากว่า แต่การขุดล้อมแบบมีตุ้มดินจะมีความทนทานมากกว่าการขุดย้ายแบบเปลือยราก สำหรับต้นไม้ที่ลัดใบในเขตอบอุ่นสามารถขนย้ายแบบเปลือยรากได้หากมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 8-10 เซนติเมตร เช่น buttonwood, American elms, willows และ poplars เป็นต้น การขุดย้ายต้นไม้ควรขุดย้ายในช่วงปลายฤดูใบไม้ร่วงหรือต้นฤดูใบไม้ผลิ เนื่องจากมีโอกาสพัฒนา โดยไม่ควรทำการขุดย้ายในช่วงฤดูร้อน

ขั้นตอนในการขุดล้อมต้นไม้เริ่มตั้งแต่ การขุดรอบต้นไม้เป็นวงกลม ขุดลึกลงไปเมื่อพบรากทำการตัดออก หากเป็นรากขนาดใหญ่ต้องใช้เลื่อยในการตัด ขุดลึกลงไปจนกระทั่งไม่พบราก แต่งตุ้มดินให้เรียบจนถึงจุดศูนย์กลางด้านล่าง และตัดรากที่อยู่ด้านล่างออก หากตุ้มดินมีขนาดเล็กสามารถเคลื่อนย้ายโดยใช้มือยกได้ แต่หากตุ้มดินมีขนาดใหญ่ควรใช้รอกและสลิงช่วยในการขุดย้าย โดยปกติหากต้นไม้มีขนาดไม่ใหญ่มากจะใช้เวลาในการขุดย้ายไม่นาน แต่หากต้นไม้มีขนาดใหญ่เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 30 เซนติเมตร จะต้องแบ่งพื้นที่ที่จะขุดรอบโคนต้นเป็น 4-6 ส่วน ซึ่งต้องพิจารณาตามอายุและขนาดของต้นไม้เป็นลำดับ ถ้าต้นไม้ใหญ่และอายุมากจะต้องแบ่งพื้นที่รอบโคนต้นไม้ให้เป็นหลายส่วนมากขึ้น จากนั้นทำการขุดล้อมเดือน โดยขุด 1 ส่วน เว้น 1 ส่วน หรือ ขุด 1 ส่วน เว้น 2 ส่วน ขึ้นกับอายุและขนาดต้นไม้ เมื่อขุดเสร็จแล้วทำการทากายป้องกันเชื้อราและฮอร์โมนเร่งรากบริเวณปลายรากที่ตัด ทาทับด้วยสีน้ำมันหรือปูนขาว ค้ำยันต้นไม้ และดูแลรดน้ำ รอจนกว่าจะมีรากใหม่ปรากฏให้เห็นจึงดำเนินการขุดและย้ายปลูกต่อไป ทั้งนี้ เพื่อให้ระบบรากในตุ้มดินมีการพัฒนาและป้องกันอาการช็อคอย่างรุนแรงของรากขนาดใหญ่ จากขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้ายอาจใช้เวลาหลายเดือน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องดูแลบำรุงรักษาอย่างใกล้ชิด (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, ม.ป.ป.)

ขนาดของตุ้มดินจะมีสัดส่วนและรูปร่างแปรผันไปตามชนิดของดิน ชนิดและขนาดของต้นไม้ โดยต้นไม้ที่มีรากแก้วยาว ตุ้มดินจะมีรูปร่างยาวคล้ายทรงกรวย ส่วนต้นไม้ชนิดที่มีระบบรากตื้น ตุ้มดินจะมีรูปร่างแบนกว่า ซึ่งลักษณะทั่วไปของตุ้มดิน ได้แก่ ตุ้มดินทรงกรวย ตุ้มดินทรง

ปลายตัด ตุ่มดินรูปไข่ และตุ่มดินทรงสี่เหลี่ยมจตุรัส เป็นต้น สำหรับวัตถุประสงค์ของการกำหนดรูปร่างของตุ่มดินนั้นเพื่อให้ได้จำนวนรากมากที่สุดที่สามารถบรรจุในตุ่มดินที่มีขนาดเล็กที่สุดได้ (Haller, 1986) เดชา (2543) พบว่า การขุดให้ตุ่มดินมีขนาดใหญ่มากเท่าใดก็ย่อมเป็นผลดีกับต้นไม้นั้น แต่จะสร้างปัญหาในการขนย้าย โดยตุ่มดินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.25 เมตร ลึก 0.75 เมตร จะมีน้ำหนักถึง 1,446 กิโลกรัม ในขณะที่ตุ่มดินเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 เมตร ลึก 0.48 เมตร มีน้ำหนักเพียง 379 กิโลกรัม แต่ก็ยังเป็นปัญหาในการขนย้าย หากขุดล้อม โดยมีตุ่มดินขนาดเล็ก เช่น ตุ่มดินที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.35 เมตร ลึก 0.27 เมตร จะมีน้ำหนักเพียง 40 กิโลกรัม โดยน้ำหนักนี้ไม่รวมน้ำหนักของต้นไม้ ในการคำนวณน้ำหนักของตุ่มดินนั้น Haller (1986) ได้เสนอสูตรการคำนวณหาน้ำหนักของตุ่มดิน โดยการยกกำลังสองของเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นนิ้ว คูณด้วยความลึกของตุ่มดิน และคูณด้วย 0.05 ผลที่ได้จะมีน้ำหนักเป็นปอนด์ ซึ่งสูตรนี้ได้มาจากการประยุกต์จากตุ่มดินที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ฟุต และลึก 1 ฟุต ซึ่งมีน้ำหนักตุ่มดิน 86.4 ปอนด์ หรือประมาณ 39 กิโลกรัม สำหรับการกำหนดขนาดของตุ่มดินซึ่งใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานนั้น โดยปกติจะใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นไม้เป็นหลัก โดยทั่วไปจะต้องให้ตุ่มดินมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตรจากโคนต้น ปริมาตรและน้ำหนักของตุ่มดินมีความสัมพันธ์กับขนาดของลำต้น ดังตารางที่ 1 (เดชา, 2543)

การล้อมเดือน เป็นวิธีการขุดล้อมต้นไม้เพื่อให้โอกาสต้นไม้มีการเตรียมตัวก่อนการขุดล้อมจริง โดยการตีตุ่มดิน ตัดรากที่มีขนาดเล็กออก คงเหลือรากขนาดใหญ่ไว้ 3-4 ราก รอบต้น เมื่อขุดเสร็จทำการห่อและมัดตุ่มดินให้แน่น และยังคงเว้นรากใหญ่ไว้นอกตุ่มดิน การล้อมเดือนต้นไม้ใช้เวลาตั้งแต่ 1 สัปดาห์ จนถึงหลายเดือนหรืออาจเป็นปี ขึ้นอยู่กับชนิดต้นไม้และความพร้อมในการย้ายปลูก ส่วนมากต้นไม้ที่ล้อมเดือนจะทิ้งใบหมดต้นหรือเกือบหมดต้น เมื่อถึงเวลายกและย้ายไปจากหลุมเดิมจึงสะดวกกว่าปล่อยให้ไม้ใบติดต้นเป็นจำนวนมาก เมื่อต้องการย้ายต้นไม้ไปจากที่เดิมก็ทำการตัดรากแก้ว รากด้านข้างที่เว้นไว้โดยรอบออกให้หมด ห่อหุ้มมัดแต่งตุ่มดินที่เหลือและตุ่มดินตอนล่างให้แน่นหนาและทำการย้ายขาลงในถุงโดยใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุชำและรดน้ำผสมน้ำยากันเชื้อรา รอนต้นไม้ตั้งตัวได้จึงทำการย้ายปลูกต่อไปได้ ในการล้อมเดือนนั้นควรมีการค้ำยันลำต้นเพื่อป้องกันต้นไม้ล้มหากใช้การล้อมเดือนนานเกิน 1 เดือน วิธีนี้เหมาะกับดินซึ่งค่อนข้างเหนียวหรือดินร่วนเหนียว ไม่เหมาะกับดินทราย ในการล้อมเดือนเมื่อต้นไม้ทิ้งใบสามารถย้ายต้นไม้ไปปลูกยังสถานที่แห่งใหม่ได้ทันที แต่หากไม่สามารถย้ายในขณะที่ต้นไม้ทิ้งใบได้ต้องรอให้ใบอ่อนที่ผลิออกมาภายหลังการล้อมเดือนแก่เต็มที่ก่อน ห้ามย้ายต้นไม้ที่กำลังผลิใบอ่อน

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของต้นไม้ (ที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตรจากโคนต้น)  
ขนาดของตุ้มดิน และน้ำหนักดินในตุ้มดิน

เส้นผ่านศูนย์กลาง ของลำต้น (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางตุ้มดิน (ซม.)	ความลึกตุ้มดิน (ซม.)	ปริมาตรตุ้มดิน (ลิตร)	น้ำหนัก (กก.)
3.0	20	15	4	8
3.5	23	17	6	11
4.0	25	19	8	15
4.5	28	21	11	20
5.0	30	23	15	25
6.0	35	27	23	40
6.5	45	34	48	85
7.0	50	35	59	103
9.0	53	35	68	120
9.0	55	37	76	137
10.0	60	40	99	177
10.0	65	43	127	226
10.5	68	45	144	253
11.0	70	47	159	282
12.0	75	50	198	347
13.0	80	48	215	379
14.0	83	50	235	415
14.0	85	51	258	453
15.0	90	54	306	540
16.0	95	57	359	635
17.0	100	60	419	738
17.5	105	63	484	856
19.0	115	69	637	1,122
21.0	125	75	821	1,446

ที่มา: เดชา (2543)

ในการขุดล้อมต้น ไม้้ออกจากพื้นที่ ทั้งการขุดแบบขกออกจากแปลง และขุดแบบล้อมเดือน การสูญเสียดินและสารอาหารออกจากพื้นที่เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงได้ยาก โดยปกติไม้้ออมขนาด 1 นิ้ว คุ่มดินจะมีน้ำหนักประมาณ 5 กิโลกรัม ดังนั้นในแปลงปลูกไม้้ออมอายุ 1 ปี ที่ปลูกด้วยระยะปลูก 1x1 เมตร ต้น ไม้้อไม่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1 นิ้ว จะมีการสูญเสียดินไปกับต้น ไม้้อที่ขุดล้อมมากถึง 8 ตันต่อไร่ต่อรอบการผลิต ดังนั้นในแต่ละปีจึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำดินมาเติมให้กับแปลงปลูก ก่อนเริ่มการผลิตรอบใหม่ เพื่อเป็นการทดแทนปริมาณดินที่สูญเสียไป นอกจากนี้ยังต้องมีการใส่ปุ๋ย เพื่อเพิ่มความสมบูรณ์ให้กับพื้นที่และจะช่วยให้ต้น ไม้้อที่ปลูกในรอบผลิตใหม่สามารถเติบโตได้ดี หากไม่มีการใส่ปุ๋ยอาจทำให้ต้น ไม้้อเติบโตช้าลงหรืออาจจะไม่สามารถเติบโตต่อไปได้

ความสำเร็จในการขุดล้อมและย้ายปลูกต้น ไม้้อที่มีขนาดใหญ่มีความสัมพันธ์กับชนิดและ ขนาดของต้น ไม้้อ ปัจจัยสิ่งแวดล้อม ลักษณะทางสรีรวิทยาของต้น ไม้้อ รวมไปถึงช่วงเวลาในการ ขุดล้อมย้ายปลูก (Bevington and Castle, 1985; Fare *et al.*, 1985; Gilman, 1990) นอกจากนี้ Struve *et al.* (2000) ได้เสนอว่า ถิ่นกำเนิดของต้น ไม้้อ อัตราส่วนระหว่างคุ่มดินและเรือนยอด รวมไปถึง ปริมาตรดินในคุ่มดิน อาจมีผลต่อการตั้งตัวและอัตราการเติบโตของต้น ไม้้อที่ย้ายปลูก หากแบ่ง ต้น ไม้้อตามลักษณะการเติบโตจะสามารถแบ่งต้น ไม้้อออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มไม้้อผลัดใบ และ กลุ่มไม้้อไม่ผลัดใบ สำหรับไม้้อไม่ผลัดใบนั้นรูปแบบการเติบโตจะเป็นไปอย่างต่อเนื่องตลอดปี จึง สามารถทำการขุดล้อมและย้ายปลูกได้ตลอดปี แต่ฤดูกาลที่เหมาะสมในการขุดล้อม คือ ในช่วงต้น ฤดูฝน ส่วนไม้้อผลัดใบนั้นจะมีการเติบโตในช่วงฤดูฝนและหยุดการเติบโตในช่วงฤดูแล้ง ฤดูกาลที่ เหมาะสมในการขุดล้อมและย้ายปลูก คือ ช่วงที่ใบแก่จัดเต็มที่ก่อนการผลัดใบ อยู่ในช่วงเดือน กันยายนถึงเดือนธันวาคม เนื่องจากต้น ไม้้อมีการสะสมอาหารไว้ในส่วนต่างๆ อย่างเต็มที่ อย่างไรก็ตาม ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการขุดล้อมต้น ไม้้อทั้งผลัดใบและไม่ผลัดใบ คือ ช่วงที่ต้น ไม้้อพักตัว ส่วน ใหญ่จะเป็นช่วงฤดูแล้ง (เดชา, 2543) ซึ่งช่วงเวลาที่ต้น ไม้้อพักตัวนี้หากเป็นในเขตอบอุ่นจะค่อนข้าง ชัดเจนกว่าในเขตร้อน การพักตัวของต้น ไม้้ออาจจะแปรผันไปตามชนิดและสภาพแวดล้อมของพื้นที่ จึงต้องมีการสังเกตช่วงเวลาที่ต้น ไม้้อมีการทิ้งใบและสร้างใบใหม่ก่อนทำการขุดล้อม เนื่องจากหาก ไม้้อมีการสังเกตและมีการขุดล้อมต้น ไม้้อในช่วงที่ต้น ไม้้อสร้างใบใหม่ซึ่งเป็นช่วงที่ต้น ไม้้ออ่อนแอมาก เนื่องจากอาหารสำรองในลำต้นถูกใช้ไปในการผลิตใบอ่อนหมด ต้น ไม้้อมีโอกาสตายได้มากกว่า ช่วงเวลาอื่น (เสรี, 2524)

ภายหลังการขุดล้อมต้น ไม้้อแล้วจะต้องมีการตัดแต่งทรงพุ่ม เพื่อความสวยงามและช่วยลด การคายน้ำของต้น ไม้้อ (Harris and Bassuk, 1993) เนื่องจากต้น ไม้้อที่ขุดล้อมจะมีการสูญเสียน้ำมาก

ถึงร้อยละ 95 (Watson and Himelick, 1982; Gilman and Kane, 1990) การตัดแต่งทรงพุ่มอย่างเหมาะสมและถูกต้องตามหลักวิชาการจะช่วยให้ต้นไม้มีโอกาสฟื้นตัวและเติบโตได้อย่างรวดเร็ว หลังการย้ายปลูก (เดชา, 2543) ซึ่งในการตัดแต่งทรงพุ่มนั้นควรตัดตั้งแต่ยอดลงมาประมาณร้อยละ 15-40 ของเรือนยอด (Kozlowski and Davies, 1975; Evans and Klett, 1984) อย่างไรก็ตาม การตัดแต่งทรงพุ่มควรทำเท่าที่จำเป็น ไม่ควรตัดพุ่มใบออกมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น ซึ่ง เดชา (2543) พบว่าการตัดพุ่มใบออกโดยไม่จำเป็นมีผลเสียมากกว่าผลดี เนื่องจากพุ่มใบเป็นที่สร้างอาหารสร้างพลังงานเก็บสะสมไว้ตามกิ่งและลำต้น การตัดพุ่มใบออกมากเกินไปจะทำให้ต้นไม้ฟื้นตัวช้า จากการศึกษาของ Shoup *et al.* (1981) พบว่า ความหนักเบาของการตัดแต่งทรงพุ่มไม่มีผลต่ออัตราการรอดตายแต่หากมีการตัดออกมากกว่าร้อยละ 15 ของเรือนยอด จะทำให้คุณภาพของต้นไม้ลดลงทุกชนิด แนวทางในการลดการคายน้ำของต้นไม้โดยไม่ต้องตัดพุ่มใบออกมากเกินไปจนความจำเป็น ทำได้โดยการให้ร่มเงาด้วยตาข่ายกรองแสง ฉีดพ่นละอองน้ำ และคลุมด้วยพลาสติกใสเพื่อรักษาความชื้นในระยะที่ต้นไม้ตั้งตัว

### มวลชีวภาพของต้นไม้

มวลชีวภาพ (biomass) หมายถึง ปริมาณของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ในระบบนิเวศต่อหน่วยพื้นที่ในเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยเฉพาะ อาจอยู่ในรูปของน้ำหนักสด (fresh weight) น้ำหนักแห้ง (dry weight) หรือน้ำหนักปราศจากขี้เถ้า (ash free dry weight) (Odum, 1960) ซึ่งมีหน่วยเป็นกรัมต่อ 1 ตารางเมตร หรือ ต้นต่อ 1 เฮกตาร์ แล้วแต่นิยามของสังคม หรือ มวลชีวภาพ คือ น้ำหนักแห้งของพืชชนิดที่กำหนดต่อหน่วยพื้นที่ (อุทิส, 2542) อาจเป็นน้ำหนักแห้งต่อหน่วยของพืช (พงษ์ศักดิ์, 2538) เช่น ต้นต่อ หรือต่อหน่วยพื้นที่ ซึ่งหมายถึงมวลชีวภาพของพืชทั้งกลุ่ม ทั้งหมู่ไม้ หรือทั้งสังคมพืช Daniel and Karen (1990) พบว่า มวลชีวภาพของต้นไม้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มไม้ใบกว้างและไม้ใบแคบ ส่วนใหญ่จะพบอยู่ในส่วนของลำต้นที่อยู่เหนือพื้นดินถึงยอด ซึ่งการเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพทั้งหมดในป่าจะมีความแปรผันไปในแต่ละท้องถิ่น นอกจากมวลชีวภาพในส่วนของลำต้นแล้ว มวลชีวภาพในแต่ละท้องถิ่นยังมีในส่วนของตอ ใบ กล้าไม้ ลูกไม้ และไม้พุ่มอีกด้วย

การหาปริมาณผลผลิตมวลชีวภาพนั้นสามารถดำเนินการได้ 2 วิธี คือ การวัดน้ำหนักแห้งโดยตรง หรือที่เรียกว่า harvest technique เป็นการตัดต้นไม้แล้วนำส่วนต่างๆ มาอบแห้งและชั่งน้ำหนัก สามารถทำการศึกษาได้ทั้งในระยะกล้าไม้และในไม้ใหญ่ยืนต้น และการวัดโดยอ้อม หรือ non-destructive method เป็นการวัดโดยไม่ทำให้พืชหรือต้นไม้ได้รับความเสียหาย เช่น การวัดการ

สังเคราะห์แสง และการใช้เทคนิค allometry เป็นต้น สำหรับการศึกษาดังกล่าวโดยการใช้ harvest technique นั้น Satoo (1970) และ Whittaker and Woodwell (1971) ได้สรุปไว้ 3 วิธีการ คือ

1. Mean tree เหมาะสำหรับการศึกษาค้นคว้าที่มีชั้นอายุเดียว เช่น สวนป่า (plantation forest) โดยการเลือกไม้ตัวอย่างจากแปลงเพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ทำการตัดและชั่งน้ำหนักเป็นค่าน้ำหนักเฉลี่ย ( $\bar{w}$ ) ของแต่ละชั้นขนาด แล้วนำค่าน้ำหนักเฉลี่ยไปคูณกับจำนวนต้นทั้งหมดในชั้นขนาดนั้นๆ ( $n$ ) ผลรวมของผลคูณในแต่ละชั้นขนาดรวมกันจะเป็นปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดในแปลง ( $W$ ) ดังสมการ

$$W = \Sigma \bar{w} \cdot n$$

2. Production ratio เป็นวิธีการที่ใช้กับไม้พื้นล่าง โดยการเลือกกลุ่มไม้ตัวอย่างให้กระจายในทุกชั้นขนาด เพื่อเป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ทำการศึกษา วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ทั้งหมดในแปลง เพื่อหาค่าพื้นที่หน้าตัดของไม้ทั้งหมด ( $G$ ) วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ตัวอย่างเพื่อคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดไม้ตัวอย่าง ( $\Sigma g$ ) ตัดและชั่งไม้ตัวอย่างเพื่อหาปริมาณมวลชีวภาพของไม้ตัวอย่าง ( $\Sigma w$ ) คำนวณหาปริมาณมวลชีวภาพของไม้ทั้งหมดในแปลง จากสมการ

$$W = \Sigma w (G) / \Sigma g$$

3. Dimension analysis เป็นวิธีการที่ใช้กับหมู่ไม้ที่มีหลายชั้นอายุ เช่น ป่าธรรมชาติ (natural forest) เป็นการวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) โดยการเลือกไม้ตัวอย่างขนาดต่างๆ กันให้กระจายทั่วทั้งแปลง เพื่อเป็นตัวแทนในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่างๆ (dimension) กับมวลชีวภาพของต้นไม้ ผลรวมของมวลชีวภาพของต้นไม้ทุกขนาดที่ได้จากการประมาณ โดยสมการความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเป็นค่ามวลชีวภาพของต้นไม้ทั้งหมดในแปลง

วิธี dimension analysis ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นครั้งแรกในการหามวลชีวภาพของต้นไม้ในป่า โดย Kittredge (1944) ต่อมา Satoo and Senda (1958) ได้นำมาใช้ประมาณหามวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และราก โดยอาศัยสมการ allometry ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัว คือ ขนาดของส่วนต่างๆ ที่วัดได้จากต้นไม้เป็นตัวแปรอิสระ ( $X$ ) กับมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของต้นไม้เป็นตัวแปรตาม ( $Y$ ) จากต้นไม้ตัวอย่างดังนี้

$$Y = aX^b$$

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

โดยที่ Y คือ ปริมาณมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของต้นไม้  
 X คือ ค่าตัวแปรอิสระ ซึ่งใช้ในการประมาณหาปริมาณมวลชีวภาพ  
 a และ b คือ ค่าคงที่ของสมการ

ค่าตัวแปรอิสระ (X) ค่าใดจะถูกต้องมากที่สุดนั้นจำเป็นที่จะต้องพิจารณาและเลือกให้มีความเหมาะสมเป็นรายกรณีไป Kira and Shidei (1967) พบว่า ถ้าเอาความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (H) มาเป็นตัวแปรอิสระร่วมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกยกกำลังสอง ( $D^2$ ) ในรูป  $D^2H$  ซึ่งเป็นค่าโดยประมาณของปริมาตรลำต้น แล้วจะได้ความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับมวลชีวภาพมากที่สุด ในส่วนมวลชีวภาพของใบนั้น Shinozaki *et al.* (1964) ได้เสนอทฤษฎีว่า ปริมาณของใบจะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับได้กิ่งสดกิ่งแรก ( $D_B$ ) แต่ในทางปฏิบัติไม่สะดวกในการวัดขนาดดังกล่าวของต้นไม้ในแปลงทดลองหรือในป่าธรรมชาติ

ในการประมาณมวลชีวภาพโดยอาศัยความสัมพันธ์ทาง allometry นั้น มีข้อควรคำนึงถึงอยู่ 3 ประการ คือ

1. ไม่ควรเลือกไม้ตัวอย่างเฉพาะต้นที่มีลักษณะดีหรือเติบโตดี เพราะค่าที่ประมาณได้อาจมีค่ามากกว่าความเป็นจริง
2. ไม่ควรเลือกไม้ตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในแปลง เพราะเมื่อนำความสัมพันธ์มาประมาณค่ามวลชีวภาพของไม้ขนาดเล็กจะทำให้ได้ค่าที่มากกว่าความเป็นจริง
3. การใช้ค่าความสูงทั้งหมดของลำต้นมาเป็นตัวแปรอิสระร่วมในรูป parabolic volume ( $D^2H$ ) จะทำให้ได้ค่าที่ถูกต้องยิ่งขึ้น (Kira and Shidei, 1967)

## ดินและสารอาหารพืช

### ปริมาณสารอาหารในดิน

ปริมาณสารอาหารที่กักเก็บในชั้นผิวดิน (A0-layer) และปริมาณสารอาหารที่กักเก็บในพีช ผิวดินขึ้นอยู่กับปริมาณสารอาหารที่ถูกเพิ่มเติม (supply) ให้แก่ดินในรูปของซากพืชที่ร่วงหล่นลงสู่ ดินและปริมาณสารอาหารที่ปลดปล่อย (release) ให้แก่ดินโดยการสลายตัวของซากพืช (Tsutsumi, 1971) โดย Katagiri *et al.* (1978) พบว่า ในป่า Minamata ประเทศญี่ปุ่น มีปริมาณการ กักเก็บสารอาหาร N, P, K, Ca และ Mg ที่ชั้นผิวดินเท่ากับ 76.0, 3.8, 6.6, 79.9 และ 7.6 กิโลกรัมต่อ เฮกตาร์ ตามลำดับ ในขณะที่ ชำรง (2527) พบว่า ในป่าดิบแล้งสะแกราชมีปริมาณสารอาหาร ดังกล่าวที่กักเก็บอยู่ที่ชั้นผิวดินเท่ากับ 133.75, 3.84, 16.60, 124.30 และ 13.55 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ส่วนในป่าดิบแล้ง จังหวัดระยอง มีปริมาณสารอาหารเท่ากับ 85.30, 5.05, 22.27, 121.39 และ 17.33 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (ทรงธรรม, 2532) สวนป่ายูคาลิปตัส กามาลดูเลนซิส อายุ 10 ปี ที่ปลูกด้วยความหนาแน่นเริ่มต้น 10,000 ต้นต่อเฮกตาร์ มีปริมาณการกักเก็บสารอาหาร N, P, K, Ca และ Mg มากที่สุด เท่ากับ 46.93, 1.34, 26.23, 79.61 และ 9.47 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ รองลงมาคือ สวนป่าที่ปลูกด้วยระดับความหนาแน่นเริ่มต้น 2,500, 4,445, 40,000 1,110, 17,778 และ 625 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ โดยปริมาณการกักเก็บสารอาหารที่ชั้นผิวดิน มีปริมาณ สารอาหาร  $Ca > N > K > Mg > P$  (สุทธาทิพย์, 2539) และจากการศึกษาของ เกษญา (2544) พบว่า ดินที่ ระดับความลึก 0-60 เซนติเมตร มีการสะสมของสารอาหาร N, P และ K ลดลง แต่สารอาหาร Ca และ Mg เพิ่มขึ้นเมื่อระดับความลึกของดินเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุทธาทิพย์ (2539) และเมื่อเปรียบเทียบการกักเก็บสารอาหารที่ระดับความลึกเท่ากัน พบว่า ดินในสวนป่าไม้สะเดามี ปริมาณการกักเก็บสารอาหารมากกว่าดินในสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส กามาลดูเลนซิส (เกษญา, 2544)

### การกักเก็บสารอาหารในมวลชีวภาพของต้นไม้

ปริมาณสารอาหารที่กักเก็บในมวลชีวภาพของต้นไม้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับน้ำหนัก แห้งของต้นไม้ (Tsutsumi, 1971) โดยปริมาณการกักเก็บของสารอาหารจะแตกต่างกันไปตามชนิด อายุ ถิ่นที่อยู่ และส่วนต่างๆ ของต้นไม้ (Miller, 1984) ดังนั้น ปริมาณการสะสมของสารอาหารใน ส่วนใดส่วนหนึ่งของต้นไม้จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารอาหารและปริมาณมวลชีวภาพในส่วน นั้นๆ

จากการศึกษาของ ชำรง (2527) ในป่าดิบแล้งสะแกราช พบว่า ความเข้มข้นของสารอาหาร N, P, K, Ca และ Mg ในแต่ละส่วนของต้นไม้จะมีความเข้มข้นจากมากไปหาน้อยเรียงตามลำดับ คือ ใบ>กิ่ง>ราก>ลำต้น และมีปริมาณสารอาหาร N, P, K, Ca และ Mg สะสมในป่าเท่ากับ 1,448.08, 44.70, 717.48, 1,098.60 และ 194.95 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ทรงธรรม (2532) โดยมีปริมาณการสะสมสารอาหาร N, P, K, Ca และ Mg ในมวลชีวภาพของ ต้นไม้ เท่ากับ 538.88, 49.55, 558.75, 482.98 และ 99.32 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ สำหรับใน สวนป่ายูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส (*Eucalyptus camaldulensis*) อายุ 9 ปี ที่ปลูกด้วยความหนาแน่น เริ่มต้นต่างกัน 7 ระดับ พบว่า ความเข้มข้นของสารอาหาร N, P, K และ Mg พบในส่วนใบมากที่สุด ส่วน Ca พบในรากมากที่สุด โดยสารอาหาร N, P, K และ Mg มีความเข้มข้นในใบ>กิ่ง>ราก>ลำต้น ซึ่งสวนป่าที่ปลูกด้วยความหนาแน่น 10,000 ต้นต่อเฮกตาร์ จะมีการกักเก็บสารอาหารมากที่สุด รองลงมาคือ สวนป่าที่ปลูกด้วยระดับความหนาแน่น 2,500, 40,000, 17,778, 4,445 และ 625 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ โดยมีปริมาณสารอาหารในส่วนที่เป็นลำต้น>ราก>กิ่ง>ใบ ตามลำดับ (สุทธาทิพย์, 2539)

### การสูญเสียดินและสารอาหาร

สารอาหารที่จำเป็นต่อการเติบโตของพืชนั้น ได้มาจากทั้งอากาศ น้ำ และส่วนใหญ่พืชได้รับมาจากดิน ดังนั้นการสูญเสียสารอาหารไปจากดินย่อมส่งผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินให้ลดน้อยลง โดยคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2535) ได้รายงานการสูญเสียสารอาหารในดินไว้ 4 ทาง คือ

1. การสูญเสียไปกับน้ำที่ไหลไปจากผิวดินลงสู่เบื้องล่างของดิน (percolating water) ซึ่งอาจไปสะสมอยู่ในดินชั้นล่างหรือน้ำใต้ดิน (ground water)
2. การสูญเสียไปเนื่องจากการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน (soil erosion) โดยกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยน้ำ ลม หรือโดยเหตุอื่นๆ
3. การสูญเสียโดยกลายเป็นก๊าซ (volatilization) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของกระบวนการแปรสภาพของสารอาหารในดิน

4. การสูญเสียไปกับผลผลิตที่มีการเคลื่อนย้ายออกจากพื้นที่ปลูก ทั้งนี้เนื่องจากในลำต้น กิ่ง ใบ ผล หรือเมล็ดของพืชนั้นมีสารอาหารเป็นองค์ประกอบ

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของสมเจตน์ (2522) พบว่า การสูญเสียสารอาหารไปกับน้ำที่ไหลไปจากผิวดินลงสู่เบื้องล่างของดินมีค่าน้อยมาก จึงสามารถตัดการสูญเสียสารอาหารจากส่วนนี้ออกได้ รวมไปถึงการสูญเสียที่เกิดจากการกลายเป็นก๊าซ ก็พบว่า การกลายเป็นก๊าซทำให้เกิดสารอาหารบางชนิดขึ้นมาซึ่งเป็นสารอาหารหลักที่พืชต้องการในปริมาณมาก เช่น ปริมาณของไนโตรเจนในดินที่สูญหายในรูปของก๊าซจะสมดุลกับปริมาณที่ได้รับเมื่อมีฝนตก ดังนั้น การสูญเสียสารอาหารออกจากพื้นที่จึงสามารถจำแนกได้เป็น 2 ทาง (เจริญศักดิ์, 2532) คือ

1. การสูญเสียสารอาหารไปกับการชะล้างหน้าดิน โดยมีการสูญเสียสารอาหารบางส่วนที่ละลายน้ำ รวมไปถึงสารอาหารที่ติดไปกับดินที่ถูกพัดพาออกไป

2. การสูญเสียสารอาหารไปกับผลผลิต เนื่องจากพืชมีการดูดสารอาหารนำไปใช้ และมีการสะสมไว้ในส่วนต่างๆ ของต้นพืช เมื่อมีการเก็บเกี่ยวผลผลิต หรือนำส่วนหนึ่งส่วนใดของพืชออกไปจากพื้นที่ สารอาหารเหล่านี้ก็จะถูกเคลื่อนย้ายออกไปจากพื้นที่เช่นเดียวกัน

การสูญเสียสารอาหารไปกับผลผลิตที่มีการเก็บเกี่ยวเคลื่อนย้ายออกนอกพื้นที่เป็นการสูญเสียสารอาหารโดยพืช ซึ่งเป็นสารอาหารส่วนที่พืชได้รับจากดินและนำไปใช้ในกระบวนการเติบโต และเมื่อพืชเติบโตก็จะมีมีการกระจายสารอาหารเหล่านี้ไปเก็บสะสมไว้ยังส่วนต่างๆ เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวสารอาหารที่พืชสะสมไว้ยังส่วนต่างๆ ก็จะถูกเคลื่อนย้ายออกจากพื้นที่ และมีส่วนที่ยังคงอยู่ในพื้นที่ในรูปของเศษคงเหลือของพืช หากทิ้งไว้ในพื้นที่เศษของพืชเหล่านี้ก็จะมีการย่อยสลายให้สารอาหารกลับสู่ดินต่อไป สำหรับสารอาหารที่พืชมีการดูดจากดินในปริมาณมาก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ดังนั้น การสูญเสียสารอาหารในดินที่ถูกเคลื่อนย้ายออกไปนั้น ส่วนใหญ่เป็นไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (Howeler, 1990)

## ลักษณะทั่วไปของพรรณไม้ที่ศึกษา

### จำปี

จำปี (*Michelia alba* DC.) อยู่ในวงศ์ Magnoliaceae มีชื่อสามัญว่า White Champaka มีถิ่นกำเนิดทางตอนใต้ของจีน มาเลเซีย และอินโดนีเซีย สำหรับในประเทศไทยนิยมปลูกเป็นไม้ประดับทั่วไป และมีการปลูกเพื่อการค้าขายดอกสด แต่ยังไม่แพร่หลาย จำปีเป็นไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบขนาดเล็กถึงขนาดกลาง สูง 10-20 เมตร ลำต้นสีน้ำตาลแตกเป็นร่องถี่ กิ่งเปราะ หักง่าย เรือนยอดรูปกรวยทึบ ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงสลับ ใบรูปไข่หรือใบหอกแกมขอบขนาน โคนใบสอบ ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ กว้าง 4-9 เซนติเมตร ยาว 16.5-25 เซนติเมตร ผิวใบหรือก้านใบเกลี้ยง มีขนประปราย ดอกเป็นดอกเดี่ยว สีขาวนวล ออกตามซอกใบ รูปกระสวย กว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 3-5 เซนติเมตร กลีบดอก 8-12 กลีบ เกสรเพศผู้มีเป็นจำนวนมาก 20-30 อัน ก้านชูเกสรเพศเมียยาว 0.5 เซนติเมตร รังไข่มี 10-13 อัน (อาจมี 4 อัน) แยกออกจากกัน ผิวเกลี้ยงหรือมีขนสีน้ำตาล ออกดอกตลอดปี กลิ่นหอมตั้งแต่ตอนเย็น (วชิรพงศ์, 2544) ผลเป็นแบบกลุ่ม ผลย่อยมีรูปร่างค่อนข้างกลม แตกออกด้านข้าง แต่มักไม่ติดผล

การใช้ประโยชน์ เป็นไม้ดอกหอม นิยมปลูกเป็นไม้ประดับตามบ้านทั่วไป สรรพคุณทางด้านสมุนไพร มีการใช้ดอกจำปีแห้งในการรักษาแบบแพทย์แผนไทย เพื่อบำรุงหัวใจ บำรุงประสาท ลดอาการคลื่นไส้ อาเจียน (Bunyaphatsara, 1996) ดอกตูมใช้สำหรับรักษาหลังการแท้งบุตร ใบผสมกับน้ำบรรเทาอาการไอและต่อมน้ำลายอักเสบ แก้ต่อมลูกหมากอักเสบ ขับระดูขาว ดอกบำรุงน้ำดี และบำรุงโลหิต (เอื้อมพร, 2547)

### ประดู่บ้าน

ประดู่บ้าน (*Pterocarpus indicus* Willd.) อยู่ในวงศ์ Fabaceae วงศ์ย่อย Papilionoideae มีชื่อสามัญว่า Angsana, Burmese rosewood, Padauk, Narra มีถิ่นกำเนิดทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียตะวันออก ในประเทศพม่า กัมพูชา จีน เวียดนาม ฟิลิปปินส์ บรูไน มาเลเซีย และอินโดนีเซีย ทางตอนเหนือและตอนใต้ของภูมิภาคแปซิฟิก ปัจจุบันมีการกระจายทั่วไปในเขตร้อน ความสูงของพื้นที่ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลปานกลางจนถึง 1,300 เมตร ปริมาณน้ำฝนรวม 1,300-4,000 มิลลิเมตรต่อปี ประดู่บ้านเป็นไม้ผลัดใบขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูง 25-35 เมตร (Thomson, 2006) มีเรือนยอด

แผ่กว้าง กิ่งมีขนาดยาว และมักอ่อนลู่ลง เปลือกลำต้นมีสีน้ำตาลเทา แตกเป็นแผ่นบางๆ เนื้อไม้มีสีขาวเหลือง แก่นสีน้ำตาลอมเหลือง ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก เรียงสลับกัน มีใบย่อยประมาณ 7-13 ใบ รูปไข่แกมขอบขนาน กว้าง 4-5 เซนติเมตร ยาว 6-10 เซนติเมตร โคนใบมนกว้าง ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่นเล็กน้อย ผิวใบด้านบนเป็นมัน เมื่อใบแก่ผิวใบเกลี้ยงทั้งสองด้าน ดอกเป็นช่อออกตามซอกใบใกล้ปลายกิ่ง คล้ายดอกถั่ว เป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบดอกสีเหลืองสดเป็นรูปช้อนเล็กๆ มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ดอกที่ใกล้โรยมีสีเหลืองอมน้ำตาล ผลเป็นปีกแบนตรงกลางนูนแล้วลาดออกเป็นครึ่งบางๆ มีเมล็ดอยู่ตรงกลาง 1 เมล็ด ผลมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5-5 เซนติเมตร ผลอ่อนสีเขียว เมื่อแก่มีสีน้ำตาล (ปิยะ, 2542; บุญวงศ์ และคณะ, 2543; Thaiutsa *et al.*, 2008)

การใช้ประโยชน์ เนื้อไม้สีแดงอมเหลือง แข็งแรงทนทาน ลวดลายของวงปีชัดเจน สามารถนำมาใช้ผลิตเฟอร์นิเจอร์ เครื่องเรือน เครื่องมือเครื่องใช้ ใช้เป็นส่วนประกอบของเรือ และเครื่องดนตรี เป็นต้น ดอกและใบอ่อนนำมาลวกจิ้มรับประทานเป็นอาหารได้ ใบนำมาตากแห้งชงกับน้ำร้อนเป็นชาใบประคู้ บรรเทาอาการระคายคอ นอกจากนี้ยังนิยมปลูกเป็นไม้ประดับเพื่อให้ร่มเงาและความสวยงามบริเวณริมถนนและสวนสาธารณะต่างๆ (บุญวงศ์ และคณะ, 2543)

## พิกุล

พิกุล (*Mimusops elengi* Linn.) อยู่ในวงศ์ Sapotaceae มีชื่อสามัญว่า Bullet Wood, Tanjong tree, Medlar, Sapanish Cherry มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย ศรีลังกา หมู่เกาะอันดามัน พม่า และอินโดจีน แต่มีการปลูกเป็นไม้ประดับทั่วไปในเขตร้อน รวมทั้งแอฟริกา (Haron, 1998) ในประเทศไทยพบในป่าดงดิบชื้นทั่วไป ทางภาคใต้ ภาคกลาง และภาคตะวันออก พิกุลเป็นไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบขนาดเล็กถึงขนาดกลาง สูง 10-20 เมตร ลำต้นเปลาตรง เรือนยอดรูปทรงกลม ทึบ กิ่งและยอดมีขนนุ่มหนาแน่น เปลือกลำต้นสีเทาปนดำ แตกเป็นร่องลึกและเป็นสะเก็ด เปลือกในเป็นเส้นใยนุ่มสีชมพู ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงเวียน รูปรี รูปไข่ หรือรูปขอบขนาน กว้าง 2-6.5 เซนติเมตร ยาว 7.5-15 เซนติเมตร โคนใบมน ปลายใบแหลมเป็นติ่งสั้นๆ ขอบใบเป็นคลื่น ผิวใบด้านบนสีเขียวเข้มเป็นมัน ดอกเป็นดอกเดี่ยว สีขาวปนเหลือง กลิ่นหอม ออกเป็นกระจุกตามง่ามใบและยอด ดอกบานเต็มที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-1.5 เซนติเมตร กลีบรองกลีบดอกเรียวยาวแหลมมี 8 กลีบ เรียงเป็น 2 วง วงละ 4 กลีบ กลีบดอกมี 24 แฉก เรียงเป็น 2 วง วงนอกมี 16 แฉก ปลายช่อดอกเป็นระดับเดียวกัน วงในมี 8 กลีบ ปลายกลีบโค้งเข้าหากัน เกสรตัวผู้และเกสรปลอมมีอย่างละ 8 อัน เกสรตัวเมียมี 1 อัน รังไข่อยู่เหนือฐานรองดอก มีขนแข็งปกคลุม ภายในมีช่อง 6-8 ช่อง มักออกดอกตลอดปี ผลเป็นแบบผลสด

รูปไข่หรือกลมรี ขนาดกว้าง 1.2 เซนติเมตร ยาว 3 เซนติเมตร ผลอ่อนมีสีเขียว มีขนสีน้ำตาลแดงปกคลุม เมื่อแก่มีสีแดง เนื้อในสีเหลือง รสหวาน มักมี 1 เมล็ด ขั้วผลยังคงมีกลีบรองกลีบดอก 8 กลีบติดอยู่ เมล็ดแข็ง เป็นมันวาว สีน้ำตาลแดง รูปรี ปลายแหลมเหมือนจะงอย

การใช้ประโยชน์ เนื้อไม้มีสีน้ำตาลแดงหรือน้ำตาลแดงแกมส้ม เลียนตรง เนื้อละเอียดและสม่ำเสมอ หนัก เหนียว เลื่อย ไสกบตอกได้ง่าย ชัดซึกเงาได้ดี ใช้ในการก่อสร้างต่างๆ เช่น ทำเสา รอด ตง และทำด้ามเครื่องมือทางการเกษตรและอุปกรณ์ทางการเกษตร ทำโครงเรือเดินทะเล หมอนรองรางรถไฟ เป็นต้น เปลือกต้นมีรสฝาดใช้รักษาโรคเกี่ยวกับเหงือกและฟัน และเป็นยาคุมธาตุ แก่นรสขมฝื่อน บำรุงโลหิต แก้ไข้ กระพี้แก้เกลื้อน รากบำรุงโลหิต แก้เสมหะ แก้ลม ใบฆ่าเชื้อกามโรค และแก้หืด (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2554) นอกจากนี้ยังนิยมปลูกประดับอาคาร เนื่องจากมีทรงพุ่มใบทึบ สวยงาม ตัดแต่งรูปทรงได้ (เอี่ยมพร, 2547)

### มะฮอกกานีใบใหญ่

มะฮอกกานีใบใหญ่ (*Swietenia macrophylla* King) อยู่ในวงศ์ Meliaceae มีชื่อสามัญว่า Broad leaf, False mahogany, Honduras mahogany มีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติในป่าดิบชื้นทั่วไปในทวีปอเมริกาใต้ บริเวณประเทศเม็กซิโก บริเวณละติจูด 23 องศาเหนือ ถึงละติจูด 18 องศาใต้ ทางตอนใต้ของกลุ่มน้ำอะเมซอน ในประเทศเวเนซุเอลา โคลัมเบีย เอกวาดอร์ เปรู โบลิเวีย และบราซิล (Lamb, 1966; Pennington *et al.*, 1981; Pennington, 2002) ความสูงของพื้นที่ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลปานกลางจนถึง 1,400 เมตร (Lamb, 1966) มะฮอกกานีใบใหญ่เป็นไม้ที่ต้องการแสงสว่างเต็มที่ ไม่ทนร่ม (บุญวงศ์, 2547) ขึ้นได้ดีในพื้นที่ที่เป็นดินร่วนหรือดินทรายปนดินเหนียวเล็กน้อย การระบายน้ำดีและน้ำไม่ท่วม อุณหภูมิสูงกว่าหรือเท่ากับ 24 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,000-2,000 มิลลิเมตรต่อปี (Holdridge, 1967) มะฮอกกานีใบใหญ่เป็นไม้ยืนต้นผลัดใบขนาดกลางถึงใหญ่ สูง 20-30 เมตร ลำต้นตรงเปลือกลำต้นศูนย์กลางเพียงอก 60-200 เซนติเมตร เมื่อต้นมีขนาดใหญ่อาจเกิดพูพอน เปลือกนอกสีน้ำตาลอ่อน ขรุขระ แตกเป็นร่อง เปลือกระหว่างร่องจะล่อนออกเป็นแผ่นๆ เปลือกหนา 1.0-1.5 เซนติเมตร เปลือกในสีแดงเข้ม ทรงพุ่มมีลักษณะกลมรี แตกต่างจากมะฮอกกานีใบเล็กที่แตกกิ่งก้านมากกว่า กิ่งมีสีน้ำตาล มีจุดปุ่มสีน้ำตาลอ่อน ซึ่งเป็นช่องสำหรับหายใจ ใบประกอบแบบขนนกชั้นเดียวปลายคู่ เรียงตรงข้าม ใบย่อยเป็นรูปรี เรียงตัวตรงกันข้าม 3-8 คู่ ขอบใบเรียบ ฐานใบและปลายใบแหลม ฐานใบเฉียงไม่เท่ากัน มุมที่ฐานกว้างกว่าปลาย ก้านใบย่อยยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร แผ่นใบย่อยกว้าง 2.5-6.0

เซนติเมตร ยาว 6.0-15.0 เซนติเมตร หลังใบมีสีเขียวถึงเขียวเข้มเป็นมัน ท้องใบสีเขียวกว่าด้านหลังใบ ผลัดใบในเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม (สุทิน, 2538) ดอกเป็นช่อออกตามง่ามใบอ่อน ช่อดอกยาว 10-15 เซนติเมตร ดอกมีขนาดเล็ก กลีบดอกสีเหลืองอ่อนหรือเหลืองแกมเขียว มีกลิ่นหอม ดอกบาน มีขนาด 1.2 เซนติเมตร ออกดอกช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม (สราวุธ, 2527) ผลแห้งแตกจากโคนเป็นพู มี 5 พู รูปไข่ เปลือกหนาแข็ง 1 ผลมีเมล็ด 35-45 เมล็ด เมล็ดมีสีน้ำตาล รูปไข่ มีปีกกระจายโดยอาศัยลม เมล็ด 1 กิโลกรัม มีเมล็ดประมาณ 1,800-2500 เมล็ด (Schmidt and Jøker, 2000) หากไม่มีปีกจะมีเมล็ดเฉลี่ยกิโลกรัมละ 3,500 เมล็ด หรือ 200 เมล็ดต่อลิตร เมล็ดที่เก็บรักษาไว้ในที่ซึ่งมีความชื้นร้อยละ 3 – 7 และอุณหภูมิ 1 – 5 องศาเซลเซียส สามารถเก็บไว้ได้นานหลายปี โดยไม่มีผลต่อความมีชีวิตของเมล็ด แต่ถ้าเก็บไว้ในถุงกระดาษที่ อุณหภูมิห้องจะเก็บไว้ได้ประมาณ 7 – 8 เดือน อัตราการงอกของเมล็ดอยู่ระหว่างร้อยละ 60 – 90 กล้าไม้ที่ใช้ปลูกควรมีความสูงไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร แต่เกษตรกรในฟิลิปปินส์ชอบใช้กล้าที่สูง 1.0 – 1.5 เมตร เพราะจะตั้งตัวและแข่งขันกับวัชพืชได้ดีกว่ากล้าไม้ขนาดเล็ก (บุญวงศ์, 2547ข)

การใช้ประโยชน์ เนื้อไม้มะฮอกกานีใบใหญ่มีสีแดงและมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี ทำให้เป็นที่ต้องการของตลาด เนื้อไม้ละเอียด ดิบแห้งไสกบง่าย แข็งแรงทนทาน แก่นสีแดงอมเหลือง คล้ายสีเนื้อปลาแซลมอน จึงจัดว่าเป็นไม้ที่เหมาะสมสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์และตู้เสื้อผ้าระดับไฮคลาสของโลกชนิดหนึ่ง รวมทั้งใช้ในการก่อสร้างและตกแต่งภายในต่างๆ ไป กั้นผนังห้อง/ห้องประชุม ใช้ทำเรือ และตกแต่งเรือยอร์ช ทำตัวถังรถยนต์ ทำตู้ลำโพง/วิทยุ/เครื่องดนตรี ใช้ทำไม้อัด ไม้บาง (วีเนียร์) และปาร์ติเกิลบอร์ด รวมทั้งใช้ทำเชื้อกระดาษซึ่งให้ผลผลิตเยื่อร้อยละ 49.5 เมล็ดมีน้ำมันประมาณร้อยละ 47.5 – 62.2 ซึ่งเมื่อสกัดออกมาแล้วสามารถใช้เป็นน้ำมันชักเงาชั้นดีมีราคาแพง เปลือกใช้ในการย้อมหนัง ยางที่ได้จากเปลือกเป็นที่ต้องการของตลาดในบอมเบย์ (อินเดีย) เปลือกหุ้มเมล็ดหรือผลเมื่อนำมาบดสามารถใช้เป็นวัสดุเพาะชำได้อย่างดี (บุญวงศ์, 2547ข) เมล็ดหนึ่งให้สุก บดละเอียดรับประทานแก้ไข้ตัวร้อน เปลือกฝนทาสمانแผล และต้มดื่มเพื่อเจริญอาหาร นอกจากนี้ยังปลูกเพื่อให้ร่มเงา ความสวยงาม และเป็นไม้ประดับในที่ต่างๆ เช่น สวนสาธารณะ บริเวณริมถนน เป็นต้น (สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2543)

## ราชพฤกษ์

ราชพฤกษ์ (*Cassia fistula* L.) อยู่ในวงศ์ Fabaceae วงศ์ย่อย Caesalpinioideae มีชื่อสามัญว่า Pudding pine, Indian laburnum, Golden shower tree มีการกระจายพันธุ์ในป่าเบญจพรรณแล้ง

ทั่วไปในเขตเอเชียแถบร้อน ที่สูงจากระดับทะเลปานกลาง 50-500 เมตร ประเทศไทยพบมากทางภาคเหนือ ราชพฤกษ์เป็นไม้ยืนต้นผลัดใบขนาดเล็กถึงขนาดกลาง สูง 10-15 เมตร เปลือกลำต้นเรียบเกลี้ยง สีเทาอ่อน สีเทาอ่อนปนน้ำตาล หรือสีน้ำตาล เรือนยอดเป็นรูปไข่แกมรูปรีม ค่อนข้างทึบ ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกปลายคู่ ประกอบด้วย ใบย่อย 3-8 คู่ ก้านช่อใบยาว 7-10 เซนติเมตร ช่อใบยาว 15-25 เซนติเมตร ใบย่อยรูปไข่หรือรูปขอบขนานแกมรูปไข่ กว้าง 4-8 เซนติเมตร ยาว 7-15 เซนติเมตร ฐานใบมน ปลายใบเรียวแหลม เนื้อใบเกลี้ยงค่อนข้างบาง มีสีเขียวเป็นมัน ดอกเป็นแบบช่อ ออกรวมกันเป็นช่อตามง่ามใบ สีเหลืองหรือสีเหลืองอมเขียวอ่อน ยาว 20-45 เซนติเมตร ช่อดอกห้อยลงมาจากกิ่ง ดอกมีกลีบฐานดอกรูปขอบขนาน ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร มี 5 กลีบ กลีบดอกสีเหลือง รูปไข่กลับ ยาวกว่ากลีบฐานดอกประมาณ 2-3 เท่า มี 5 กลีบเช่นเดียวกัน เกสรตัวผู้มี 10 อัน แต่ละอันมีความยาวแตกต่างกัน มีลักษณะโค้งงอนขึ้น รังไข่รูปรีหรือรูปขอบขนานแคบๆ มีช่องเดียว แต่มีไข่อ่อนมาก ผิวนอกมีขนประปราย ผลเป็นฝักทรงกระบอกยาว แขนงห้อยลงจากกิ่ง ยาว 20-60 เซนติเมตร กว้างประมาณ 1.5-2.5 เซนติเมตร ผิวเกลี้ยง เมื่ออ่อนสีเขียวและเปลี่ยนเป็นสีดำเมื่อแก่จัด ภายในฝักมีผนังเชื่อมกันเป็นช่องตามขวางของฝัก ซึ่งแต่ละช่องจะมีเมล็ดอยู่ด้านในช่องละ 1 เมล็ด เมล็ดแบน สีน้ำตาลเป็นมัน กว้าง 5 มิลลิเมตร ยาว 8 มิลลิเมตร

การใช้ประโยชน์ ราชพฤกษ์เป็นต้นไม้ประจำชาติไทย และมีมงคลนาม ซึ่งมีการนำไปใช้ในพิธีสำคัญต่างๆ เช่น พิธีลงเสาหลักเมือง เป็นต้น ราชพฤกษ์มีเนื้อไม้สีแดงแกมเหลือง เลียนสนเนื้อค่อนข้างหยาบ แข็งแรงทนทาน เลื่อย ฝ่า ไสกบ ตบแต่งยาก ใช้ทำเสา เสาสะพาน อุปกรณ์ทางการเกษตร และเครื่องดนตรี (อภิชาติ, 2546) นิยมปลูกเป็นไม้ประดับตามสถานที่สำคัญทั่วไปและริมถนน เนื่องจากดอกมีสีสันสวยงามและเป็นไม้ประจำชาติ นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณเป็นสมุนไพร โดยรากใช้ฝนทาแก้กลาก ใบต้มกินเป็นยาระบาย รากและแก่นเป็นยาขับพยาธิ เปลือกให้น้ำฝาดใช้บรรเทาผื่นตามร่างกาย ดอกแก้ไข้ เนื้อในฝักมีรสหวานเป็นยาระบาย บรรเทาอาการแน่นอก แก้ขัดข้อรับประทานเป็นอาหารได้ (เอี่ยมพร, 2547)

## อินทนิลน้ำ

อินทนิลน้ำ (*Lagerstroemia speciosa* (L.) Pers.) อยู่ในวงศ์ Lythaceae มีชื่อสามัญว่า Jarul, Pride of India, Pyinma, Queen's flower, Queen's crape myrtle พบกระจายทั่วไปตามที่ราบลุ่มที่ชื้นแฉะ และบริเวณริมฝั่งแม่น้ำลำห้วย ป่าเบญจพรรณชื้น และป่าดิบ (เอี่ยมพร, 2547) ในประเทศกัมพูชา จีน อินโดนีเซีย ลาว มาเลเซีย พม่า ฟิลิปปินส์ ไทย และเวียดนาม (Orwa *et al.*, 2009)

อินทนิลน้ำเป็นไม้ยืนต้นผลัดใบ ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูง 10-25 เมตร เรือนยอดแผ่กว้างเป็นพุ่มกลม ลำต้นตรง กิ่งใหญ่แตกออกตามลำต้น เปลือกลำต้นหนาสีเทาหรือสีน้ำตาลอ่อน เรียบหรือมีปุ่มปม ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงตรงกันข้ามหรือเยื้องกันเล็กน้อย ใบรูปขอบขนานหรือรูปขอบขนานแกมรูปใบหอก กว้าง 5-10 เซนติเมตร ยาว 11-26 เซนติเมตร โคนใบสอบหรือเบี้ยว แผ่นใบหนาเกลี้ยงเป็นมัน ใบแก่สีส้มแดง ขอบใบเรียบ ดอกออกเป็นช่อตามปลายกิ่ง ช่อดอกยาว 40 เซนติเมตร ดอกสีม่วงสด ม่วงปนชมพู หรือสีชมพู กลีบเลี้ยงด้านนอกมีขนสีน้ำตาล มีสัน 10-14 สัน ส่วนบนสุดของดอกตูมมีตุ่มกลมเล็กอยู่ตรงกลาง กลีบเลี้ยง 6 กลีบ กลีบดอก 6 กลีบ ดอกบานเต็มที่กว้าง 5-7.5 เซนติเมตร ผลแห้งแตก ทรงกลมรี ผิวเรียบและแข็ง ไม่มีขน กว้าง 1.8-2.2 เซนติเมตร ยาว 2.2-2.6 เซนติเมตร ผลแก่แตกเป็น 6 เลี้ยง เมล็ดมีปีกสีน้ำตาลเข้ม

การใช้ประโยชน์ เนื้อไม้เมื่อยังใหม่อยู่เป็นสีแดงเรื่อๆ หรือชมพูอ่อน เมื่อเก็บไว้นานเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมแดง เลียนตรง เนื้อค่อนข้างละเอียด เป็นมันลื่น แข็งปานกลาง เหนียวทนทาน แข็งได้ดี เลื่อย ไสกบตอกแต่งง่าย ขัดเงาได้ดี เนื้อไม้ใช้ในการก่อสร้างบ้านเรือน อุปกรณ์ทางการเกษตร ไม้หมอนรถไฟ ประโยชน์ทางด้านสมุนไพร ใบใช้ชงดื่มแก้โรคเบาหวาน ขับปัสสาวะ เปลือกแก้ไข้ แก้ท้องเสีย รากรักษาแผลในปาก นอกจากนี้ยังนิยมปลูกเพื่อเป็นไม้ประดับ และให้ร่มเงาเหมาะสำหรับบ้านที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง (เอี่ยมพร, 2547)

### สหกรณ์สวนป่าภาคเอกชนสระบุรี

สหกรณ์สวนป่าภาคเอกชนสระบุรี ตั้งอยู่บ้านเลขที่ 104 หมู่ 10 ตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี เป็นต้นแบบของการผลิตไม้ล้อย่อม โดยเกษตรกรผู้ปลูกสร้างสวนป่าไม้ล้อย่อมได้รวมตัวกันจัดตั้งเป็นสหกรณ์ขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2542 เดิมสมาชิกส่วนใหญ่เป็นเกษตรกร ทำนา ปลูกข้าวโพด มันสำปะหลัง และทำสวนผลไม้ แต่ประสบกับภัยธรรมชาติและปัญหาหาค่าผลผลิตตกต่ำ จึงหันมาปลูกสร้างสวนป่าไม้ล้อย่อม ทำให้เกษตรกรมีรายได้ดีและมีฐานะมั่นคงมากขึ้น ชาวตำบลชะอม 11 หมู่บ้าน รวม 297 ครัวเรือน คิดเป็นจำนวนประชากรร้อยละ 75 ของประชากรทั้งตำบล ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพปลูกสร้างสวนป่าไม้ล้อย่อมขายเป็นอาชีพหลัก แต่ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2553) เกษตรกรจำนวน 401 ราย ได้มีการปลูกต้นไม้และขายเองโดยไม่ผ่านสหกรณ์ โดยชนิดของต้นไม้ที่ปลูกมีมากกว่า 100 ชนิด มีพื้นที่ปลูกประมาณ 5,143 ไร่ และมีแผงขายไม้ล้อย่อม 166 ร้าน (ตารางที่ 2) ถือได้ว่าเป็นตลาดไม้ล้อย่อมที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศไทย

ตารางที่ 2 จำนวนเกษตรกรผู้ปลูกไม้ล้อม ไม้ดอก และไม้ประดับ ปี พ.ศ. 2553 ตามแบบการขึ้นทะเบียนเกษตรกร (ทบก.01) ตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

หมู่ที่	จำนวนเกษตรกร (ราย)	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ร้านขายไม้ชุดล้อม (ร้าน)
1	46	552	19
2	56	975	34
3	79	717	-
4	36	333	18
5	57	300	1
6	39	627	-
7	66	748	23
8	31	293	14
9	22	67	-
10	40	440	57
11	21	91	-
<b>รวม</b>	<b>401</b>	<b>5,143</b>	<b>166</b>

สำหรับราคาของไม้ล้อมที่มีการจำหน่ายขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของต้นไม้ ซึ่งขนาดของต้นไม้ที่มีการซื้อขายจะทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเป็นนิ้วที่ความสูงเหนือพื้นดิน 30 เซนติเมตร สำหรับราคาในการซื้อขายไม้ล้อมนั้น บุญวงศ์ (2547ก) ได้รวบรวมเอาไว้ โดยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ตามอัตราการเติบโตและความยากง่ายในการดูแลรักษา รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3 สำหรับราคาของไม้ล้อมที่ตำบลชะอมในปัจจุบันจากการสอบถามเกษตรกร พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกจะเป็นผู้กำหนดราคาในการซื้อขายเองโดยไม่ผ่านสหกรณ์สวนป่า ทำให้ราคาของต้นไม้แตกต่างกันออกไปแล้วแต่เจ้าของสวนป่า แต่ทั้งนี้ราคาของต้นไม้จะแตกต่างกันไม่มากนัก

ตารางที่ 3 ราคาจำหน่ายไม้ล้อม ณ ตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

กลุ่มที่	ชนิดของพรรณไม้	ราคา (บาท)			
		1.0*	1.5*	2.0*	3.0*
1	ประดู่ ตีนเป็ด แคแสด สะเดา หางนกยูงฝรั่ง ชมพูพันธุ์ทิพย์	60	80	150	250
2	คูณ อินทนิลน้ำ ตะแบก ทองหลวงต่าง มะฮอกกานีใบใหญ่ เหลืองปรีดิยาธร	70	100	200	300
3	กัลปพฤกษ์ กั้นกรา พิกุล สารภี	200	300	400	600
4	ประดู่แดง พะยูง บุนนาค ชัยพฤกษ์	250	400	600	800
5	สาละ กระเบา หูกระจง	300	500	800	1,200

หมายเหตุ : \* เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นที่ระดับความสูงเหนือดิน 30 เซนติเมตร หน่วยเป็นนิ้ว  
ที่มา : บุญวงศ์ (2547ก)

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในภาคสนาม
  - 1.1 อุปกรณ์วัดความโต (diameter tape)
  - 1.2 อุปกรณ์วัดความสูง (Haga hypsometer, ตลับเมตร)
  - 1.3 ถุงกระดาษ
  - 1.4 เลื่อย
  - 1.5 กรรไกรตัดกิ่ง
  - 1.6 จอบ
  - 1.7 เสียม
  - 1.8 เครื่องชั่งน้ำหนัก
  - 1.9 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน
  - 1.10 อุปกรณ์เครื่องเขียน
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
  - 2.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก
  - 2.2 ตู้อบแห้ง
  - 2.3 เครื่อง CHNS analyzer ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น 2400 Series II CHNS Analyzer
  - 2.4 spectrophotometer
  - 2.5 atomic absorption spectrophotometer

### วิธีการ

#### สถานที่ทำการศึกษา

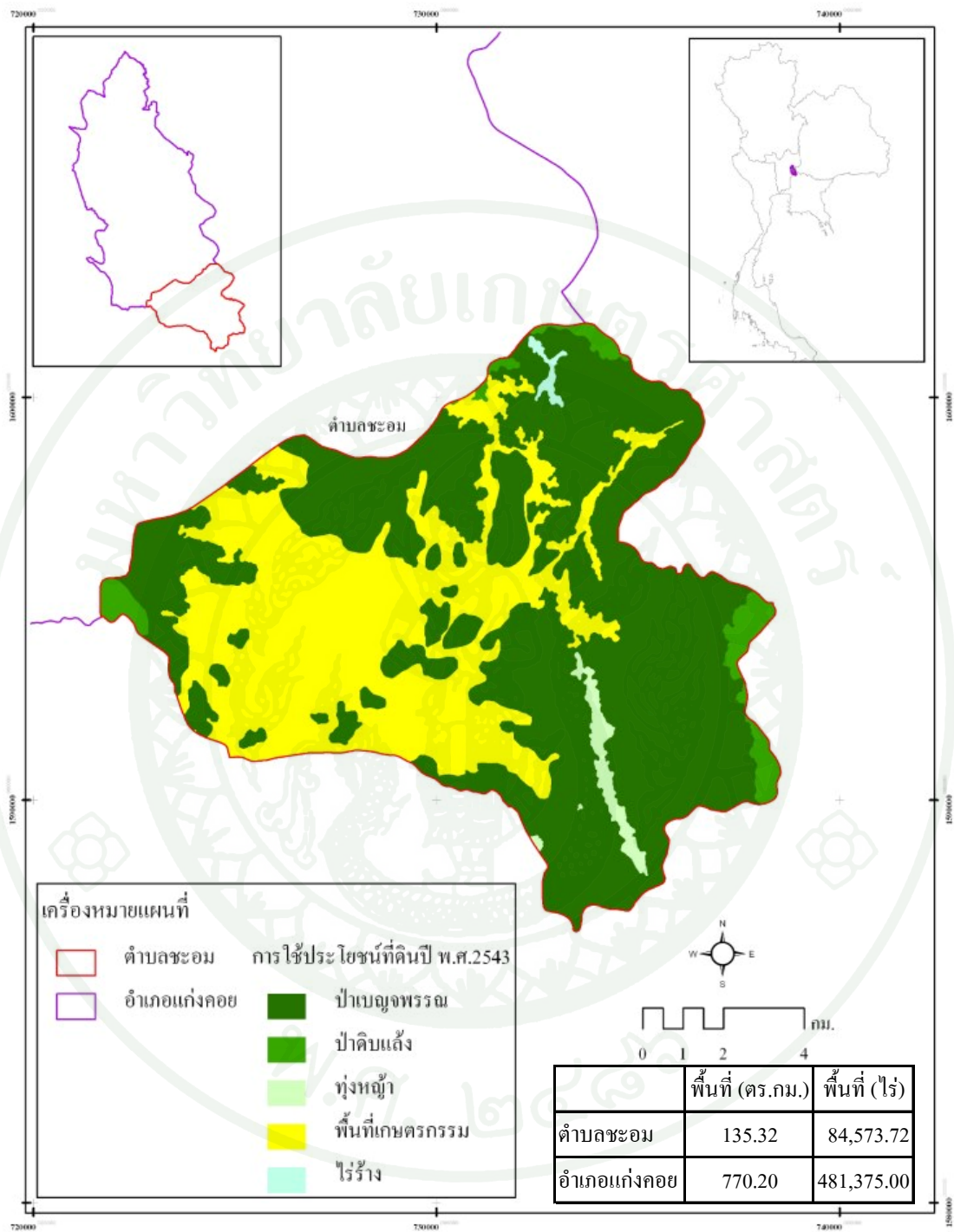
ตำบลชะอม ตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2506 แยกมาจากพื้นที่ของตำบลชำผักแพว พื้นที่ส่วนใหญ่ขององค์การบริหารส่วนตำบลชะอม เป็นพื้นที่ราบสูง มีพื้นที่รวม 76,507 ไร่ ตำบลชะอมตั้งอยู่ในเขตอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี (ภาพที่ 1) มีทั้งหมด 11 หมู่บ้าน คือ หมู่ที่ 1 บ้านดาตชัยศรี หมู่ที่

2 บ้านชะอม หมู่ที่ 3 บ้านกระเหรียงคอม้า หมู่ที่ 4 บ้านมาบโสม หมู่ที่ 5 บ้านบึงไม้ หมู่ที่ 6 บ้านหนองแหน หมู่ที่ 7 บ้านโคกกระชาย หมู่ที่ 8 บ้านหินตั้ง หมู่ที่ 9 บ้านบึงทองหลาง หมู่ที่ 10 บ้านบำรุงธรรม และหมู่ที่ 11 บ้านเจ็ดคด โดยมีอาณาเขตติดต่อดังนี้ คือ ทิศเหนือ ติดกับตำบลท่ามะปร่าง ทิศใต้ติดกับตำบลเขาเพิ่ม อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ทิศตะวันออกติดกับอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และทิศตะวันตกติดกับตำบลคลองเรือ อำเภอวิหารแดง จังหวัดสระบุรี ดังแสดงในภาพที่ 1 พื้นที่บางส่วนอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ สภาพพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การประกอบเกษตรกรรม ชาวบ้านส่วนใหญ่มีอาชีพทำสวน ทำไร่ ปลูก-ขายไม้ซุงลื้อม ปัจจุบันมีการรวมกลุ่มกันและหาตลาดซึ่งสามารถส่งขายและขยายตลาดสู่ทุกภูมิภาคของประเทศไทย รวมทั้งเป็นสินค้าส่งออกไปยังต่างประเทศ

สภาพภูมิอากาศ ตำบลชะอมมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดประมาณ 33.2 องศาเซลเซียส ในเดือนธันวาคมมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุดประมาณ 23.4 องศาเซลเซียส และมีฝนตกชุกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยมีปริมาณน้ำฝนรวมประมาณ 1,437 มิลลิเมตรต่อปี และเดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุด ในการศึกษาครั้งนี้เนื่องจากไม่มีสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย และสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ใกล้ที่สุดที่สามารถหาข้อมูลได้ คือ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา จึงใช้ข้อมูลจากสถานียดังกล่าวซึ่งมีข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนดังตารางผนวกที่ 1 และตารางผนวกที่ 2

### การวางแผนตัวอย่าง

การศึกษานี้ขึ้นอยู่กับโครงการนวัตกรรมวิธีเพื่อการจัดการไม้ลื้อมอย่างยั่งยืน ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ การเลือกพื้นที่ศึกษาจึงใช้แปลงตัวอย่างของโครงการฯ ซึ่งมีการวางแผนตัวอย่างแบบสุ่มในสวนป่าไม้ลื้อมชนิดที่มีการซื้อขายเป็นจำนวนมากที่ตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย จำนวน 6 ชนิด ประกอบด้วยสวนป่าไม้ลื้อมอายุ 2 ปี ได้แก่ อินทนิลน้ำ ประดู่บ้าน และมะฮอกกานีใบใหญ่ สวนป่าไม้ลื้อมอายุ 3 ปี ได้แก่ ราชพฤกษ์ และจำปี และสวนป่าไม้ลื้อมอายุ 5 ปี ได้แก่ พิกุล ซึ่งแต่ละชนิดปลูกด้วยระยะปลูก 1x1 เมตร ยกเว้น แปลงปลูกจำปี ปลูกด้วยระยะปลูก 3x3 เมตร ขนาดแปลงตัวอย่างเท่ากับ 10x10 เมตร แต่ละชนิดวางแผนตัวอย่าง 3 แปลง จะเห็นได้ว่าระยะปลูกและอายุของต้นไม้แตกต่างกันเนื่องจากไม่ได้ดำเนินการปลูกต้นไม้ตั้งแต่เริ่มแรก แต่เป็นการเก็บข้อมูลจากแปลงปลูกของเกษตรกรที่มีในพื้นที่จริง ทำให้มีข้อจำกัดในเรื่องของระยะปลูกและอายุของต้นไม้ที่ศึกษา



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงอาณาเขตของตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

หมายเหตุ: ข้อมูลพื้นที่ที่ได้จากโปรแกรมวิเคราะห์ทางภูมิศาสตร์(ArcGis)

## การเก็บข้อมูล

1. การเก็บข้อมูลการเติบโตของต้นไม้ ทำการวัดต้นไม้ทุกต้นในแปลงตัวอย่างที่วางไว้ โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับเหนือพื้นดิน 30 เซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH) ด้วย diameter tape และวัดความสูงทั้งหมดโดยใช้ Haga hypsometer

2. การเก็บตัวอย่างดิน เก็บตัวอย่างดินแบบสุ่มทั่วทั้งแปลงในสวนป่าไม้ล้อมทั้ง 6 ชนิด โดยเก็บตัวอย่างดินชนิดละ 3 จุด ที่ความลึก 2 ระดับ คือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร การเก็บดินนั้นเก็บดินทั้งแบบไม่รบกวนโครงสร้าง (undisturbed sample) โดยใช้กระบอกลูกเก็บดิน (soil core) และเก็บแบบรบกวนโครงสร้าง (disturbed sample) โดยใช้ถุงพลาสติก เพื่อนำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

3. การศึกษาปริมาณดินในตุ่มดิน ทำได้โดยการแบ่งชั้นของต้นไม้แต่ละชนิดออกเป็น 5 ชั้นตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับเหนือพื้นดิน 30 เซนติเมตรที่มีการซื้อขายมากที่สุด คือ 1, 2, 3, 4 และมากกว่า 5 นิ้ว ในแต่ละชั้นทำการขุดต้นไม้ 1 ต้น เมื่อขุดต้นไม้เสร็จเรียบร้อยแล้วจึงตัดบริเวณโคนต้น วัดขนาดของตุ่มดินโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของตุ่มดินในแนวแกน x และ y และวัดความสูงของตุ่มดิน (ดังภาพผนวกที่ 2) เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาตรของตุ่มดิน ซึ่งนำหน้ากตุ่มดินรวมทั้งหมด จากนั้นแยกดินและรากออกจากกันเพื่อชั่งน้ำหนักรากต่อไป

4. การศึกษามวลชีวภาพของไม้ล้อม โดยทำการศึกษาด้านไม้ที่ขุดเพื่อศึกษาน้ำหนักตุ่มดินจำนวนชนิดละ 5 ต้น โดยเมื่อบันทึกขนาดของตุ่มดินเสร็จเรียบร้อยแล้วทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชิดดิน ( $D_0$ ) ที่ระดับความสูงเหนือพื้นดิน 0.30 เมตร ( $D_{30}$ ) ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร และทุกๆ 1 เมตร จนถึงปลายยอด และความสูงทั้งหมด (H) จากนั้นตัดทอนลำต้นออกเป็นท่อนๆ ตั้งแต่ระดับ 0.30 เมตร จากโคนและตัดไม้ยาวท่อนละ 1 เมตร ตลอดความยาวของลำต้นส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินในแต่ละท่อน แยกเป็นส่วนต่างๆ คือ ลำต้น กิ่ง และใบ ส่วนที่อยู่ใต้ดินทำการศึกษามวลชีวภาพของรากที่อยู่ในตุ่มดินเท่านั้น

ซึ่งนำหน้ากสัดส่วนต่างๆ (ราก ลำต้น กิ่ง และใบ) ของต้นไม้ จากนั้นทำการสุ่มเก็บตัวอย่างแยกเป็นส่วนต่างๆ คือ ราก ลำต้น กิ่ง และใบ โดยในการสุ่มเก็บตัวอย่างนั้น ส่วนลำต้นทำการสุ่มตัวอย่างบริเวณโคน กลาง และปลายของลำต้น การสุ่มตัวอย่างกิ่งโดยสุ่มตัวอย่างทั้งกิ่งที่มีขนาดเล็ก

กลาง และใหญ่ การสุ่มตัวอย่างใบ สุ่มทั้งใบแก่และใบอ่อน การสุ่มตัวอย่างราก สุ่มทั้งรากที่มีขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ เมื่อสุ่มตัวอย่างแล้วนำตัวอย่างที่ได้แต่ละส่วนไปอบแห้งในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง เพื่อคำนวณหาปริมาณความชื้นในรูปร้อยละจากน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง จากนั้นจึงนำไปคำนวณหา น้ำหนักแห้งทั้งหมดของดินไม่ต่อไป ดังสมการ

$$\text{ร้อยละความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง})}{\text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$$

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

### การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

#### การวิเคราะห์ดิน

#### 1. การวิเคราะห์ความหนาแน่นรวม (bulk density)

การวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน โดยใช้ตัวอย่างดินที่เก็บแบบไม่รบกวน โครงสร้าง ด้วยกระบอกโลหะเก็บดิน จากนั้นคำนวณหาความหนาแน่นดินโดยใช้สมการ

$$D_b = \frac{W_{ods}}{V_t}$$

โดย  $D_b$  คือ ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

$W_{ods}$  คือ น้ำหนักอบแห้งของดิน (กรัม)

$V_t$  คือ ปริมาตรรวมทั้งหมดของดิน (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

2. การวิเคราะห์สารอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) และคาร์บอน โดยใช้ตัวอย่างดินที่เก็บแบบรบกวน โครงสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนและคาร์บอน (total nitrogen, carbon) ด้วยวิธี Dumus หรือ dry combustion (Jackson, 1965) ด้วยเครื่อง CHNS Analyzer ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น 2400 Series II CHNS Analyzer

2.2 วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) ด้วยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945) แล้ววัดปริมาณด้วยเครื่อง spectrophotometer

2.3 วิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium) โดยการสกัดด้วยสารละลาย 1 N แอมโมเนียมอะซิเตตที่เป็นกลาง (1N  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 N pH 7.0) (Pratt, 1965) โดยใช้เครื่อง atomic absorption spectrophotometer

#### การวิเคราะห์สารอาหารในต้นไม้

การวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารในส่วนต่างๆ (ราก ลำต้น กิ่ง และใบ) ของต้นไม้ ใช้ตัวอย่างจากการอบห่าน้ำหนักแห้งมาวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนและคาร์บอน ด้วยวิธี Dumus หรือ dry combustion (Jackson, 1965) ด้วยเครื่อง CHNS analyzer ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น 2400 Series II CHNS Analyzer

2. วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสโดยทำการสกัดด้วยวิธี wet ashing ด้วยกรด  $\text{HNO}_3$ - $\text{HClO}_4$  acid mixture ในอัตราส่วน  $\text{HNO}_3$  :  $\text{HClO}_4$  เท่ากับ 5 : 2 แล้ววัดปริมาณด้วยเครื่อง spectrophotometer

3. วิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมโดยทำการสกัดด้วยวิธี wet ashing ด้วยกรด  $\text{HNO}_3$ - $\text{HClO}_4$  acid mixture ในอัตราส่วน  $\text{HNO}_3$  :  $\text{HClO}_4$  เท่ากับ 5 : 2 แล้ววัดปริมาณด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

## การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ความเพิ่มพูนของการเติบโตในรูปของความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย (mean annual increment : MAI) ของความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ของต้นไม้แต่ละชนิดจากสมการ

$$MAI_{DBH} = \frac{DBH}{a}$$

$$MAI_H = \frac{H}{a}$$

โดยที่  $MAI_{DBH}$  คือ ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร/ปี)

$MAI_H$  คือ ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของความสูง (เมตร/ปี)

H คือ ความสูงของต้นไม้ที่อายุ a (เมตร)

DBH คือ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของต้นไม้ที่อายุ a (เซนติเมตร)

a คือ อายุของต้นไม้ (ปี)

2. สร้างสมการมวลชีวภาพเพื่อใช้ในการประมาณมวลชีวภาพของไม้แต่ละชนิดจากความสัมพันธ์ในรูปแอลโลเมตรี ของ Kira and Shidei (1967) ดังสมการ

$$Y = aX^b$$

โดยที่ Y คือ ปริมาณมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของต้นไม้ (กิโลกรัม)

X คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกยกกำลังสองคูณด้วยความสูงทั้งหมด (เซนติเมตร<sup>2</sup> เมตร)

a และ b คือ ค่าคงที่ของสมการ

จากนั้นทำการประมาณมวลชีวภาพของไม้แต่ละชนิดจากสมการแอลโลเมตรีที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ และคำนวณหามวลชีวภาพของต้นไม้แต่ละต้น (หน่วยเป็นกิโลกรัม) ดังนี้

$$W_{\text{Total}} = W_S + W_B + W_L + W_R$$

โดยที่  $W_{\text{total}}$  คือ มวลชีวภาพรวมทั้งหมด  
 $W_S$  คือ มวลชีวภาพของลำต้น  
 $W_B$  คือ มวลชีวภาพของกิ่ง  
 $W_L$  คือ มวลชีวภาพของใบ  
 $W_R$  คือ มวลชีวภาพของราก

### 3. การคำนวณปริมาณสารอาหารในส่วนต่างๆ ของต้นไม้

นำความเข้มข้นของสารอาหารในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการคูณด้วยมวลชีวภาพแต่ละส่วน และคำนวณปริมาณสารอาหารของต้นไม้แต่ละต้นได้จากผลรวมของปริมาณสารอาหารในแต่ละส่วนของต้นไม้

### 4. การคำนวณปริมาณดินในตุ่มดิน

สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่ระดับความสูงเหนือพื้นดิน 30 เซนติเมตร กับขนาดของตุ่มดินและน้ำหนักดินในตุ่มดินในรูปของสมการ

$$Y = aX^b$$

โดยที่ Y คือ ปริมาณดินในตุ่มดิน (กิโลกรัม)  
 X คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน (เซนติเมตร)  
 a และ b คือ ค่าคงที่ของสมการ

## 5. การคำนวณปริมาณสารอาหารในตุ๋่มดิน

การคำนวณปริมาณสารอาหารในตุ๋่มดินทำได้โดยการนำปริมาณความเข้มข้นของสารอาหารที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการซึ่งอยู่ในรูปของร้อยละ โดยนำน้ำหนักคูณกับค่าความหนาแน่นรวม และปริมาตรดิน

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติของการเติบโตของต้น ไม้ ความเข้มข้นของสารอาหารในส่วนต่างๆ (ราก ลำต้น กิ่ง และใบ) ของต้นไม้แต่ละชนิด และความเข้มข้นของสารอาหารในส่วนต่างๆ ระหว่างชนิดไม้ และวิเคราะห์ความแตกต่างของสารอาหารในดินระหว่างชนิดไม้ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้วพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็จะทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

## ผลและวิจารณ์

### การเติบโตของไม้ล้อม

ในการศึกษาการเติบโตของต้นไม้ในสวนป่าไม้ล้อม 6 ชนิด (ตารางที่ 4) ประกอบไปด้วยสวนป่าอายุ 2 ปี ได้แก่ อินทนิลน้ำ ประดู่บ้าน และมะฮอกกานีใบใหญ่ สวนป่าอายุ 3 ปี ได้แก่ จำปี และราชพฤกษ์ และสวนป่าอายุ 5 ปี ได้แก่ พิกุล พบว่า มะฮอกกานีใบใหญ่มีความหนาแน่นของต้นไม้สูงสุด เท่ากับ 1,568 ต้นต่อไร่ รองลงมาได้แก่ อินทนิลน้ำ ประดู่บ้าน ราชพฤกษ์ พิกุล และจำปี โดยมีความหนาแน่นเท่ากับ 1,530, 1,488, 1,392, 1,130 และ 144 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าจำปีมีความหนาแน่นของต้นไม้ต่ำที่สุด เนื่องมาจากมีระยะปลูกที่ห่างมากกว่าชนิดอื่น คือ ปลูกด้วยระยะ 3x3 เมตร จากการสอบถามเกษตรกรผู้ปลูกจำปี พบว่า จำปีเป็นไม้ที่ราคาค่อนข้างแพงและมีทรงพุ่มขนาดใหญ่ เกษตรกรจึงปลูกด้วยระยะปลูกที่ห่างมากกว่าไม้ชนิดอื่น สำหรับสวนป่าที่ปลูกด้วยระยะปลูก 1x1 เมตร พบว่า พิกุล มีความหนาแน่นน้อยกว่าชนิดอื่นๆ เนื่องจากการขุดล้อมย้ายต้นไม้ออกจากพื้นที่บางส่วน

การวิเคราะห์ความแตกต่างของการเติบโตของต้นไม้ในสวนป่าไม้ล้อมได้ทำการวิเคราะห์การเติบโตของต้นไม้ในสวนป่าไม้ล้อมอายุ 2 ปีเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยในเรื่องของระยะปลูกและอายุของหมู่ไม้ไม่มีผลทำให้การเติบโตของต้นไม้แตกต่างกันอยู่แล้ว ซึ่งจากการศึกษาของเจษฎา (2544) พบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้จะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นและปลูกด้วยความหนาแน่นที่ลดลง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Neilsen and Gerrand (1999) ที่ได้ศึกษาการเติบโตของ *Eucalyptus nitens* ที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่แตกต่างกัน ซึ่งพบว่า การเติบโตของ *Eucalyptus nitens* มีความสัมพันธ์กับจำนวนต้นไม้ในพื้นที่ โดยเส้นผ่านศูนย์กลางของ *Eucalyptus nitens* จะลดลงเมื่อปลูกด้วยระยะปลูกถี่ขึ้น

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างการเติบโต พบว่า ต้นไม้ทุกชนิดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แต่เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงทั้งหมดของต้นไม้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยมะฮอกกานีใบใหญ่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดินมากที่สุดเท่ากับ 4.20 เซนติเมตร และจากการวิเคราะห์ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย พบว่า ทุกชนิดมีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน และเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ในขณะที่ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยของความสูงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากการศึกษาของ Lamb (1966) พบว่า การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางของมะฮอกกานีใบใหญ่ในระยะแรกมักมีค่าความเพิ่มพูนเกิน 1 เซนติเมตรต่อปี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ โดยพบว่า มะฮอกกานีใบใหญ่มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมากกว่าการเติบโตในป่าธรรมชาติที่ประเทศเบลีซ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.01 เซนติเมตรต่อปี (Shono and Snook, 2006) และความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยของความสูงมากกว่าการปลูกทดสอบที่ประเทศโบลิเวีย (Escalante *et al.*, 2012) และที่ปลูกในพื้นที่ที่ผ่านการทำการเกษตรมาแล้วที่ประเทศเม็กซิโก (Pérez-Salicrup and Esquivel, 2008) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.35 และ 0.5 เมตรต่อปี ตามลำดับ นอกจากนี้ การศึกษาของ Piotto *et al.* (2004) ยังพบว่า การเติบโตของมะฮอกกานีใบใหญ่ที่ปลูกในรูปของสวนป่าเชิงเดี่ยวมีอัตราการเพิ่มพูนความสูงรายปีเฉลี่ยน้อยกว่าแปลงที่ปลูกควบกับต้นไม้ชนิดอื่น

เมื่อพิจารณาการเติบโตของต้นไม้ทุกชนิดในการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่า จำปีมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงทั้งหมด สูงสุด มีค่าเท่ากับ 9.62, 7.88 เซนติเมตร และ 7.08 เมตร ตามลำดับ ในขณะที่ประดู่บ้านมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงทั้งหมด ต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 2.53, 1.96 เซนติเมตร และ 2.53 เมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

การเติบโตของพิกุลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับการเติบโตที่ได้จากการศึกษาของ Suleiman *et al.* (2007) ที่ประเทศคูเวต พบว่า ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยของความสูงจากการศึกษาครั้งนี้มีค่ามากกว่า ในขณะที่ประดู่บ้านมีอัตราการเติบโตต่ำที่สุด แต่ก็ยังมีค่าความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางความสูงมากกว่าประดู่บ้านอายุ 1 ปี ที่ปลูกในประเทศฟิลิปปินส์ ซึ่งมีค่าความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางความสูงเท่ากับ 0.80 เมตรต่อปี (Combalicer *et al.*, 2010) ทั้งนี้เนื่องจากประดู่บ้านมีอัตราการเติบโตช้าในช่วงแรก (Ng, 1992) และมีการผลัดใบในฤดูแล้ง (Cadiz and Mizal, 1995)

**ตารางที่ 4** ความหนาแน่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน ( $D_{30}$ ) และระดับอก (DBH) ความสูงทั้งหมด และความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยของต้นไม้แต่ละชนิด

ชนิดของพรรณไม้	ความหนาแน่น (ต้นต่อไร่)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.)		ความสูง ทั้งหมด (ม.)	ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย			
		$D_{30}$	DBH		$D_{30}$ (ซม.)	DBH (ซม.)	ความสูง (ม.)	
อินทนิลน้ำ	2	1,530	$2.89 \pm 0.99^b$	$2.26 \pm 0.85^a$	$2.73 \pm 1.01^a$	$1.45 \pm 0.50^b$	$1.03 \pm 0.52^{ab}$	$1.38 \pm 0.51^a$
ประดู่บ้าน	2	1,488	$2.53 \pm 0.92^b$	$1.96 \pm 0.85^a$	$2.53 \pm 0.92^a$	$1.27 \pm 0.46^b$	$0.92 \pm 0.48^b$	$1.29 \pm 0.46^a$
มะฮอกกานีใบใหญ่	2	1,568	$4.20 \pm 0.97^a$	$2.97 \pm 0.79^a$	$3.36 \pm 1.9^a$	$2.10 \pm 0.48^a$	$1.49 \pm 0.39^a$	$1.70 \pm 0.96^a$
<b>F-value</b>			<b>7.669<sup>*</sup></b>	<b>3.632<sup>ns</sup></b>	<b>1.699<sup>ns</sup></b>	<b>7.327<sup>*</sup></b>	<b>5.418<sup>*</sup></b>	<b>1.753<sup>ns</sup></b>
ราชพฤกษ์	3	1,392	$4.00 \pm 1.14$	$3.27 \pm 0.91$	$4.27 \pm 1.27$	$1.35 \pm 0.38$	$1.09 \pm 0.31$	$1.42 \pm 0.42$
จำปี	3	144	$9.62 \pm 1.29$	$7.88 \pm 1.63$	$7.08 \pm 1.25$	$3.21 \pm 0.43$	$2.63 \pm 0.55$	$2.36 \pm 0.42$
พิทูด	5	1,130	$7.85 \pm 2.36$	$6.05 \pm 2.30$	$5.90 \pm 1.53$	$1.57 \pm 0.47$	$1.18 \pm 0.46$	$1.23 \pm 0.31$

หมายเหตุ 1. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร a, b ตัวเดียวกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ในแต่ละชนิด

2. <sup>ns</sup> คือ แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ; \* คือ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  และ \*\* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.01$

$p < 0.01$

## มวลชีวภาพของสวนป่าไม้ลือม

### สมการมวลชีวภาพ

การสร้างสมการมวลชีวภาพเพื่อใช้ในการประมาณหามวลชีวภาพของต้นไม้แต่ละชนิด จากการหาความสัมพันธ์ในรูปของสมการแอลโลเมตรี โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพส่วนต่างๆ (ราก ลำต้น กิ่ง และใบ) กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงทั้งหมด ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาไม้ตัวอย่างชนิดละ 5 ต้น ในการสร้างสมการได้เลือกใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกยกกำลังสองคูณด้วยความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (D<sup>2</sup>H) เนื่องจากให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดสูงและมีค่าใกล้เคียงกับตัวแปรอื่นๆ แต่มีความสะดวกในการดำเนินงานมากกว่า ซึ่งได้สมการในการประมาณหามวลชีวภาพดังตารางที่ 5 สมการที่ได้จะนำไปใช้ในการประมาณหาค่ามวลชีวภาพส่วนต่างๆ ของต้นไม้ อย่างไรก็ตาม สมการสำหรับประมาณค่ามวลชีวภาพใบของจำปีไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจึงใช้การคำนวณจากผลต่างของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมและมวลชีวภาพของลำต้นและกิ่งแทน นอกจากนี้ยังได้สร้างสมการรวมของพรรณไม้ทุกชนิดเพื่อใช้ในการประมาณหามวลชีวภาพของต้นไม้ในเมืองอีกด้วย

### ปริมาณมวลชีวภาพ

จากการประเมินค่ามวลชีวภาพของต้นไม้ทั้งหกชนิด จากสมการความสัมพันธ์ดังแสดงในตารางที่ 5 พบว่า สวนป่าประดู่บ้าน อินทนิลน้ำ และมะฮอกกานีใบใหญ่ มีมวลชีวภาพรวมเท่ากับ 1,577.05, 1,606.31 และ 2,211.79 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สวนป่าจำปี และราชพฤกษ์ มีมวลชีวภาพรวมเท่ากับ 3,291.68 และ 3,741.46 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และสวนป่าพิบูล มีมวลชีวภาพรวม 22,257.85 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 6) พรรณไม้ทุกชนิดมีปริมาณมวลชีวภาพในส่วนของลำต้นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 34.89-68.35 (ภาพที่ 2) เช่นเดียวกับการศึกษาการหมุนเวียนของสารอาหารในสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ที่ปลูกด้วยระดับความหนาแน่นต่างกันของสุทธาทิพย์ (2539) ที่พบว่ามวลชีวภาพในส่วนของลำต้นของไม้ยูคาลิปตัสอายุ 9 ปี มีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 60 ของมวลชีวภาพทั้งหมด โดยปริมาณมวลชีวภาพมีความสัมพันธ์กับขนาดของต้นไม้และความหนาแน่นต่อพื้นที่ของต้นไม้ ดังจะเห็นได้จากจำปีที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกและความสูงทั้งหมด มากกว่าราชพฤกษ์ที่มีอายุเท่ากัน แต่ปลูกด้วยระยะปลูกที่ห่างกว่า ทำให้ปริมาณมวลชีวภาพต่อพื้นที่น้อยกว่าราชพฤกษ์ ในขณะที่อินทนิลน้ำและประดู่บ้านซึ่งมีอายุเท่ากัน และมีขนาด

เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงทั้งหมดใกล้เคียงกัน แต่อินทินลน้ำมีความหนาแน่นของต้นไม้ต่อพื้นที่มากกว่าประดู่บ้าน จึงมีปริมาณมวลชีวภาพมากกว่า เช่นเดียวกับการศึกษาของพงษ์ศักดิ์ และคณะ (2530) ที่พบว่า สวนป่าที่มีอายุน้อยปริมาณมวลชีวภาพจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของหมู่ไม้ โดยสวนป่าที่มีความหนาแน่นมากจะให้ผลผลิตมวลชีวภาพมาก

ตารางที่ 5 สมการแอลโลเมตรีของมวลชีวภาพส่วนต่างๆ ของต้นไม้แต่ละชนิด

ชนิดของพรรณไม้	ส่วนของต้นไม้	สมการ	R <sup>2</sup>	P-value
อินทินลน้ำ (N = 5)	ราก	$W_R = 0.0146(D^2H)^{0.807}$	0.952	0.004
	ลำต้น	$W_S = 0.0735(D^2H)^{0.819}$	0.998	0.000
	กิ่ง	$W_B = 0.0044(D^2H)^{1.052}$	0.984	0.001
	ใบ	$W_L = 0.0098(D^2H)^{0.840}$	0.955	0.004
	รวม	$W_T = 0.0776(D^2H)^{0.863}$	0.995	0.000
ประดู่บ้าน (N = 5)	ราก	$W_R = 0.0129(D^2H)^{0.921}$	0.925	0.002
	ลำต้น	$W_S = 0.0408(D^2H)^{0.875}$	0.987	0.001
	กิ่ง	$W_B = 0.0205(D^2H)^{0.962}$	0.840	0.029
	ใบ	$W_L = 0.0687(D^2H)^{0.641}$	0.843	0.028
	รวม	$W_T = 0.1079(D^2H)^{0.859}$	0.920	0.010
มะฮอกกานีใบใหญ่ (N = 5)	ราก	$W_R = 0.0155(D^2H)^{0.777}$	0.975	0.002
	ลำต้น	$W_S = 0.0359(D^2H)^{0.908}$	0.988	0.001
	กิ่ง	$W_B = 0.0086(D^2H)^{0.833}$	0.982	0.001
	ใบ	$W_L = 0.0098(D^2H)^{0.742}$	0.956	0.004
	รวม	$W_T = 0.0531(D^2H)^{0.882}$	0.992	0.000
ราชพฤกษ์ (N = 5)	ราก	$W_R = 0.0334(D^2H)^{0.729}$	0.838	0.030
	ลำต้น	$W_S = 0.0330(D^2H)^{0.986}$	0.977	0.002
	กิ่ง	$W_B = 0.0004(D^2H)^{1.514}$	0.928	0.008
	ใบ	$W_L = 0.0012(D^2H)^{1.177}$	0.818	0.036
	รวม	$W_T = 0.0232(D^2H)^{1.112}$	0.981	0.001

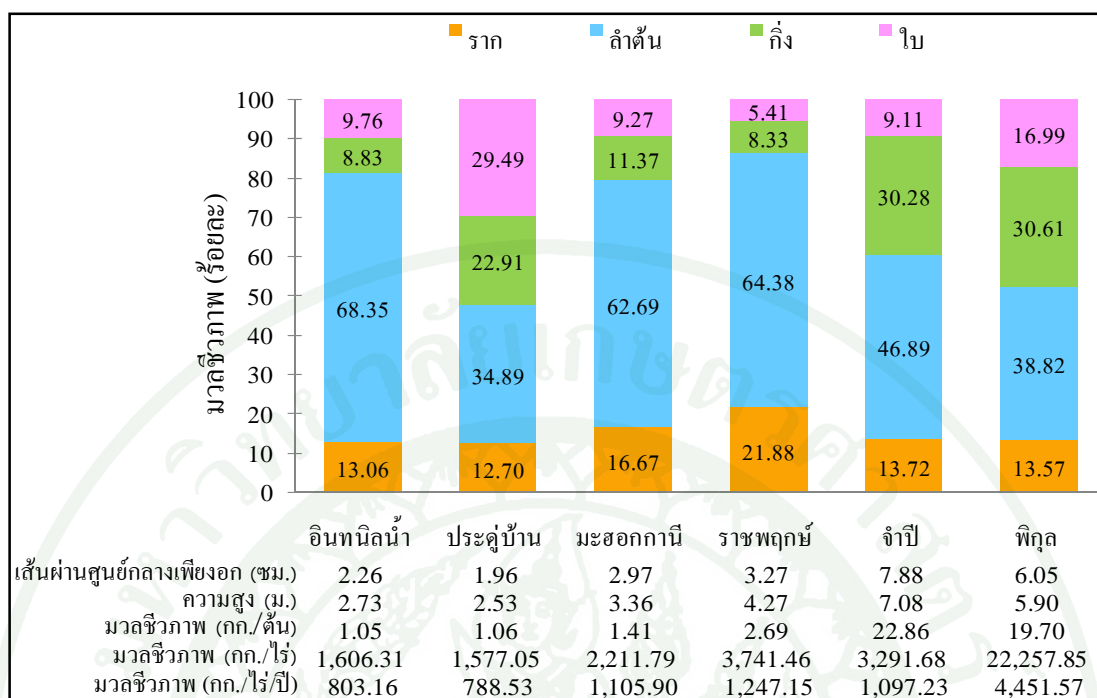
ตารางที่ 5 (ต่อ)

ชนิดของพรรณไม้	ส่วนของต้นไม้	สมการ	R <sup>2</sup>	P-value
จำปี (N = 5)	ราก	$W_R = 0.0348(D^2H)^{0.734}$	0.982	0.001
	ลำต้น	$W_S = 0.0532(D^2H)^{0.863}$	0.991	0.000
	กิ่ง	$W_B = 0.0163(D^2H)^{0.982}$	0.908	0.012
	ใบ	$W_L = W_T - (W_S + W_B)$		
	รวม	$W_T = 0.1138(D^2H)^{0.839}$	0.990	0.000
พิกุล (N = 5)	ราก	$W_R = 0.0258(D^2H)^{0.835}$	0.936	0.007
	ลำต้น	$W_S = 0.1995(D^2H)^{0.664}$	0.905	0.013
	กิ่ง	$W_B = 0.0303(D^2H)^{0.946}$	0.921	0.010
	ใบ	$W_L = 0.0222(D^2H)^{0.899}$	0.861	0.023
	รวม	$W_T = 0.1758(D^2H)^{0.828}$	0.991	0.000
รวมทุกชนิด (N=30)	ราก	$W_R = 0.0209(D^2H)^{0.802}$	0.877	0.000
	ลำต้น	$W_S = 0.0474(D^2H)^{0.887}$	0.966	0.000
	กิ่ง	$W_B = 0.0129(D^2H)^{0.961}$	0.740	0.000
	ใบ	$W_L = 0.0305(D^2H)^{0.691}$	0.603	0.000
	รวม	$W_T = 0.0872(D^2H)^{0.879}$	0.922	0.000

- หมายเหตุ  $W_R$  คือ ปริมาณมวลชีวภาพของราก (กิโลกรัม)  
 $W_S$  คือ ปริมาณมวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัม)  
 $W_B$  คือ ปริมาณมวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัม)  
 $W_L$  คือ ปริมาณมวลชีวภาพของใบ (กิโลกรัม)  
 $W_T$  คือ ปริมาณมวลชีวภาพของส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน (กิโลกรัม)  
D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)  
H คือ ความสูงทั้งหมด (เมตร)  
N คือ จำนวนตัวอย่าง (ต้น)

ตารางที่ 6 ปริมาณมลพิษอากาศในส่วนต่างๆ ของต้นไม้อื่นๆที่ไม่ใช่ไม้ดอก

ชนิดของพรรณไม้	อายุ (ปี)	ความหนาแน่น (ต้น/ไร่)	มลพิษอากาศ		มลพิษอากาศ (กิโลกรัม/ไร่)			รวม (กิโลกรัม/ไร่)	
			ความหนาแน่น (ต้น/ไร่)	มลพิษต่อต้น (กิโลกรัมต่อต้น)	ราก	ลำต้น	กิ่ง		
อินทนิลน้ำ	2	1,530	1.05	209.81	1,097.96	141.84	156.7	1,606.31	803.16
ประดู่บ้าน	2	1,488	1.06	200.3	550.29	361.36	465.1	1,577.05	788.53
มะฮอกกานีใบใหญ่	2	1,568	1.41	368.68	1,386.63	251.42	205.06	2,211.79	1,105.90
ราชพฤกษ์	3	1,392	2.69	818.47	2,408.88	311.67	202.44	3,741.46	1,247.15
จำปี	3	144	17.46	451.63	1,543.54	996.68	299.83	3,291.68	1,097.23
พิกุล	5	1,130	19.72	3,021.09	8,640.57	6,813.66	3,781.97	22,257.85	4,451.57



ภาพที่ 2 ปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ในสวนป่าไม้ล้อม

### สารอาหารในสวนป่าไม้ล้อม

#### ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

การวิเคราะห์ความแตกต่างความเข้มข้นของสารอาหารในส่วนต่างๆ ระหว่างชนิดไม้ ทำการวิเคราะห์ในสวนป่าไม้ล้อมอายุ 2 ปี เท่านั้น เนื่องจากในสวนป่าไม้ล้อมชนิดอื่นๆ มีปัจจัยในเรื่องของอายุ และระยะปลูกที่ต่างกันเข้ามาเกี่ยวข้อง อาจมีผลทำให้เกิดความแตกต่างจากปัจจัยเหล่านี้เกิดขึ้นอยู่แล้ว ทั้งนี้จากการศึกษาของ Kumur *et al.* (1998) พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของสารอาหารในต้นไม้มีความแตกต่างระหว่างชนิดไม้ และอายุ ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของสารอาหารในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ในสวนป่าอายุ 2 ปี (ตารางที่ 7) พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในลำต้นและกิ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในรากมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในใบมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ส่วนความเข้มข้นของโพแทสเซียม พบว่า ในราก ลำต้น และใบ มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ในขณะที่ในกิ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

การวิเคราะห์ความแตกต่างของความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมระหว่างส่วนต่างๆ (ราก ลำต้น กิ่ง และใบ) ของต้นไม้ภายในชนิดเดียวกัน พบว่า ปริมาณความเข้มข้นสารอาหารในส่วนต่างๆ ของต้นไม้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ยกเว้น อินทิลิน้ำและราชพฤกษ์ พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของสารอาหารระหว่างส่วนต่างๆ ของต้นไม้มีแนวโน้มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ดังแสดงในภาพที่ 3-5

ไนโตรเจนเป็นสารอาหารที่พบมากที่สุดในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ โดยเฉพาะในส่วนของใบไม้ จากการศึกษาของ Lodhiyal and Lodhiyal (1997) ในไม้ *Populus deltoides* รวมไปถึงการศึกษามวลชีวภาพและสารอาหารในสวนป่า Chinese-fir ของ Chen (1998) และ Peri *et al.* (2008) ต่างก็พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในส่วนของใบมีปริมาณมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ และเมื่อทำการเปรียบเทียบในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ระหว่างชนิดไม้ พบว่า ประดู่บ้านและราชพฤกษ์ที่เป็นพืชตระกูลถั่วมีปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงทั้งในราก ลำต้น กิ่ง และใบ โดยพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบของประดู่บ้าน และราชพฤกษ์มีค่ามากกว่าชนิดอื่น ประมาณ 1-2 เท่า

ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ ทุกชนิดมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบสูงสุด ยกเว้น มะฮอกกานีใบใหญ่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุดในกิ่ง โดยราชพฤกษ์มีปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในราก ลำต้น และใบ สูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 0.114, 0.140 และ 0.228 ตามลำดับ ส่วนมะฮอกกานีใบใหญ่มีปริมาณฟอสฟอรัสในกิ่งสูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 0.160 ในขณะที่พิกุลมีปริมาณฟอสฟอรัสในราก ลำต้น และกิ่งน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 0.038, 0.020 และ 0.052 ตามลำดับ ส่วนในใบ พบว่า มะฮอกกานีใบใหญ่มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 0.112

ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ พบว่า ใบเป็นส่วนที่มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงสุด โดย อินทิลิน้ำ ประดู่บ้าน มะฮอกกานีใบใหญ่ ราชพฤกษ์ จำปี และพิกุล มีปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบ เท่ากับร้อยละ 1.204, 1.444, 1.142, 1.090, 0.972 และ 0.686 ตามลำดับ และส่วนที่มีความเข้มข้นน้อยที่สุดจะแปรผันไปในแต่ละชนิดไม้ โดยอินทิลิน้ำ จำปี และพิกุล มีปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมน้อยที่สุดในส่วนของลำต้น ในขณะที่ประดู่บ้าน มะฮอกกานีใบใหญ่ และราชพฤกษ์มีปริมาณความเข้มข้นน้อยที่สุดในส่วนของราก

ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของสารอาหารแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปตามแต่ละส่วนของต้นไม้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเจษฎา (2544) ที่ได้ทำการศึกษาความเข้มข้นของสารอาหารในต้นไม้สะเดา และพบว่า ความเข้มข้นของสารอาหารแตกต่างกันไปตามส่วนต่างๆ ของต้นไม้สะเดา โดยในโตรเจนมีปริมาณความเข้มข้นในส่วนที่เป็นใบ>ราก>กิ่ง>ลำต้น ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมีปริมาณความเข้มข้นในส่วนที่เป็นราก>ใบ>กิ่ง>ลำต้น

#### ปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอน

ปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ภายในชนิดเดียวกัน (ภาพที่ 6) พบว่า มะฮอกกานีใบใหญ่ และอินทนิลน้ำ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ ( $p>0.05$ ) ในขณะที่ประดู่บ้าน ราชพฤกษ์ จำปี และพิศุล มีปริมาณคาร์บอนในส่วนต่างๆ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $p<0.01$ ) โดยมะฮอกกานีใบใหญ่ ราชพฤกษ์ และพิศุลมีปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในใบสูงสุด เท่ากับร้อยละ 47.66, 49.20 และ 50.95 ตามลำดับ ประดู่บ้าน อินทนิลน้ำ และจำปี มีปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในลำต้นสูงสุด เท่ากับร้อยละ 47.94, 48.08 และ 48.52 ตามลำดับ และเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ในสวนป่าอายุ 2 ปี (ตารางที่ 7) พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในราก ลำต้น และใบ มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ส่วนในกิ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

ปริมาณคาร์บอนของไม้แต่ละชนิด พบว่า พิกุลมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาได้แก่ มะฮอกกานีใบใหญ่ ประดู่บ้าน ราชพฤกษ์ อินทนิลน้ำ และจำปีมีค่าน้อยที่สุด โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 47.23, 47.17, 47.13, 46.96 และ 46.70 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนของต้นไม้ทุกชนิดมีค่าใกล้เคียงกับค่ากลางที่กำหนดโดย IPCC (2006) ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 47 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ ประดิษฐ์ และคณะ (2551) พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนของไม้สักอายุ 22 ปี แต่มีค่าน้อยกว่า ยูคาลิปตัส และยางพาราที่มีอายุ 23 ปี และจากการรวบรวมของ สาทิศ (2550) พบว่า พรรณไม้ในป่าธรรมชาติและสวนป่า มีปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนโดยเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 44-55 ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในราก ลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับร้อยละ 44.91, 47.69, 47.13 และ 48.32 ตามลำดับ

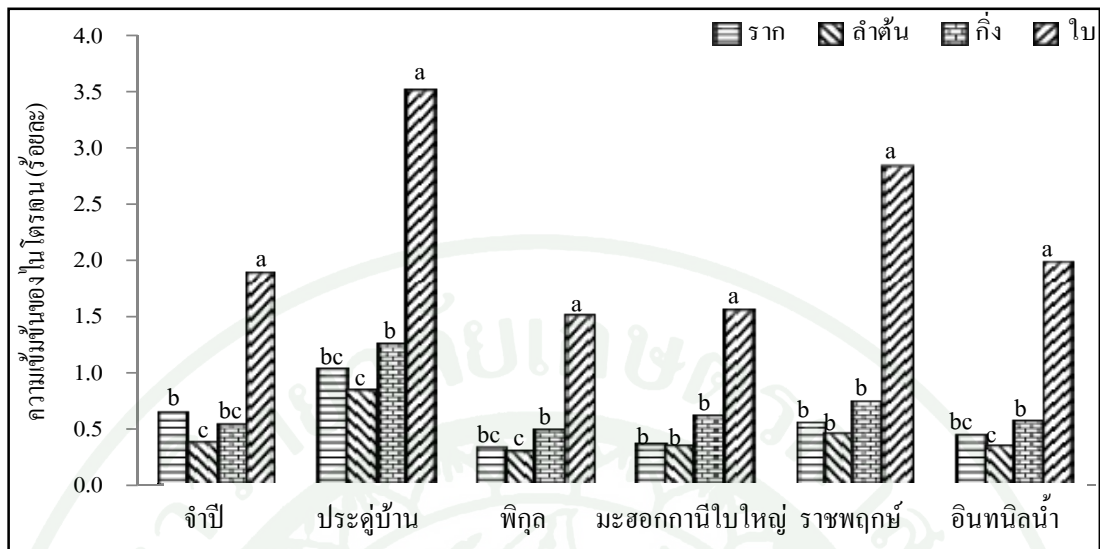
ตารางที่ 7 ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และคาร์บอน ในส่วน  
ต่างๆ ของต้นไม้

ชนิดของพรรณไม้	ปริมาณความเข้มข้นของสารอาหาร (ร้อยละ)				
	ราก	ลำต้น	กิ่ง	ใบ	F-value
<b>ไนโตรเจน</b>					
อินทนิลน้ำ	0.442 ± 0.172 <sup>b</sup>	0.346 ± 0.070 <sup>b</sup>	0.558 ± 0.036 <sup>b</sup>	1.996 ± 0.122 <sup>b</sup>	<b>238.847<sup>**</sup></b>
ประดู่บ้าน	1.014 ± 0.193 <sup>a</sup>	0.824 ± 0.112 <sup>a</sup>	1.238 ± 0.415 <sup>a</sup>	3.504 ± 0.204 <sup>a</sup>	<b>118.457<sup>**</sup></b>
มะฮอกกานีใบใหญ่	0.362 ± 0.054 <sup>b</sup>	0.346 ± 0.106 <sup>b</sup>	0.608 ± 0.173 <sup>b</sup>	1.544 ± 0.409 <sup>c</sup>	<b>30.308<sup>**</sup></b>
<b>F-value</b>	<b>27.185<sup>**</sup></b>	<b>39.750<sup>**</sup></b>	<b>10.571<sup>**</sup></b>	<b>70.649<sup>**</sup></b>	
ราชพฤกษ์	0.542 ± 0.157	0.458 ± 0.140	0.736 ± 0.203	2.826 ± 0.481	<b>80.618<sup>**</sup></b>
จำปี	0.650 ± 0.149	0.370 ± 0.044	0.538 ± 0.079	1.892 ± 0.180	<b>154.013<sup>**</sup></b>
พิกุล	0.330 ± 0.065	0.298 ± 0.058	0.480 ± 0.163	1.508 ± 0.129	<b>129.735<sup>**</sup></b>
<b>ฟอสฟอรัส</b>					
อินทนิลน้ำ	0.092 ± 0.026 <sup>a</sup>	0.068 ± 0.050 <sup>a</sup>	0.094 ± 0.072 <sup>a</sup>	0.140 ± 0.023 <sup>b</sup>	<b>2.029<sup>ns</sup></b>
ประดู่บ้าน	0.088 ± 0.020 <sup>a</sup>	0.084 ± 0.059 <sup>a</sup>	0.096 ± 0.038 <sup>a</sup>	0.202 ± 0.042 <sup>a</sup>	<b>9.009<sup>**</sup></b>
มะฮอกกานีใบใหญ่	0.050 ± 0.028 <sup>b</sup>	0.062 ± 0.016 <sup>a</sup>	0.160 ± 0.030 <sup>a</sup>	0.112 ± 0.015 <sup>b</sup>	<b>23.209<sup>**</sup></b>
<b>F-value</b>	<b>4.265<sup>*</sup></b>	<b>0.309<sup>ns</sup></b>	<b>2.815<sup>ns</sup></b>	<b>12.528<sup>**</sup></b>	
ราชพฤกษ์	0.114 ± 0.009	0.140 ± 0.080	0.156 ± 0.073	0.228 ± 0.058	<b>3.142<sup>ns</sup></b>
จำปี	0.046 ± 0.025	0.026 ± 0.023	0.052 ± 0.004	0.134 ± 0.018	<b>30.071<sup>**</sup></b>
พิกุล	0.038 ± 0.028	0.020 ± 0.016	0.052 ± 0.029	0.168 ± 0.043	<b>24.171<sup>**</sup></b>
<b>โพแทสเซียม</b>					
อินทนิลน้ำ	0.392 ± 0.150 <sup>a</sup>	0.390 ± 0.066 <sup>a</sup>	0.750 ± 0.089 <sup>a</sup>	1.204 ± 0.348 <sup>a</sup>	<b>19.092<sup>**</sup></b>
ประดู่บ้าน	0.424 ± 0.018 <sup>a</sup>	0.426 ± 0.171 <sup>a</sup>	0.558 ± 0.110 <sup>b</sup>	1.444 ± 0.405 <sup>a</sup>	<b>23.490<sup>**</sup></b>
มะฮอกกานีใบใหญ่	0.378 ± 0.106 <sup>a</sup>	0.416 ± 0.099 <sup>a</sup>	0.816 ± 0.155 <sup>a</sup>	1.142 ± 0.308 <sup>a</sup>	<b>18.741<sup>*</sup></b>
<b>F-value</b>	<b>0.244<sup>ns</sup></b>	<b>0.120<sup>ns</sup></b>	<b>6.117<sup>*</sup></b>	<b>1.005<sup>ns</sup></b>	
ราชพฤกษ์	0.306 ± 0.043	0.344 ± 0.090	0.494 ± 0.168	1.090 ± 0.292	<b>21.401<sup>**</sup></b>
จำปี	0.590 ± 0.063	0.308 ± 0.058	0.550 ± 0.164	0.972 ± 0.344	<b>9.855<sup>**</sup></b>
พิกุล	0.372 ± 0.095	0.232 ± 0.044	0.358 ± 0.130	0.686 ± 0.119	<b>17.738<sup>**</sup></b>

ตารางที่ 7 (ต่อ)

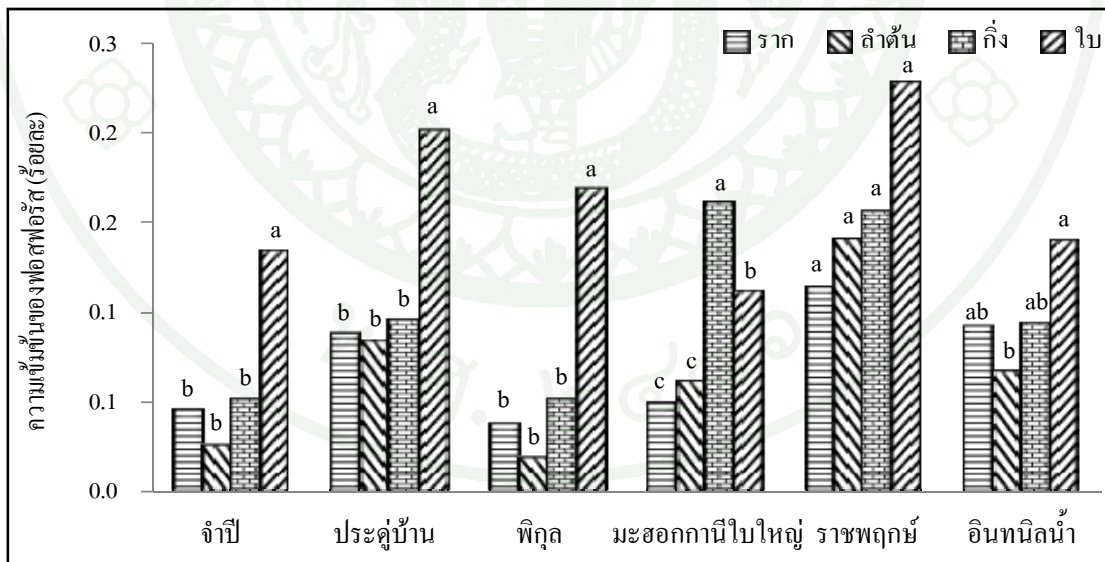
ชนิดของพรรณไม้	ปริมาณความเข้มข้นของสารอาหาร (ร้อยละ)				
	ราก	ลำต้น	กิ่ง	ใบ	ค่าเฉลี่ย
<b>คาร์บอน</b>					
อินทนิลน้ำ	44.56 ± 4.23 <sup>a</sup>	48.08 ± 0.56 <sup>a</sup>	47.10 ± 0.54 <sup>ab</sup>	47.79 ± 1.33 <sup>a</sup>	2.537 <sup>ns</sup>
ประดู่บ้าน	45.20 ± 2.06 <sup>a</sup>	47.94 ± 0.53 <sup>a</sup>	47.61 ± 0.36 <sup>a</sup>	47.79 ± 0.49 <sup>a</sup>	6.883 <sup>**</sup>
มะฮอกกานีใบใหญ่	47.32 ± 0.81 <sup>a</sup>	47.22 ± 0.57 <sup>a</sup>	46.48 ± 0.89 <sup>b</sup>	47.66 ± 0.35 <sup>a</sup>	2.626 <sup>ns</sup>
<b>F-value</b>	<b>1.375<sup>ns</sup></b>	<b>3.507<sup>ns</sup></b>	<b>3.977<sup>*</sup></b>	<b>0.041<sup>ns</sup></b>	
ราชพฤกษ์	44.92 ± 1.38	47.02 ± 0.62	46.72 ± 0.38	49.20 ± 0.83	19.755 <sup>**</sup>
จำปี	43.84 ± 0.57	48.52 ± 0.75	47.89 ± 0.60	46.55 ± 1.66	21.483 <sup>**</sup>
พิกุล	43.63 ± 3.24	47.36 ± 0.71	46.98 ± 0.65	50.95 ± 0.61	15.210 <sup>**</sup>

- หมายเหตุ 1. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร a, b ตัวเดียวกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละชนิด ( $p > 0.05$ )
2. <sup>ns</sup> แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
3. <sup>\*</sup> แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
4. <sup>\*\*</sup> แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ



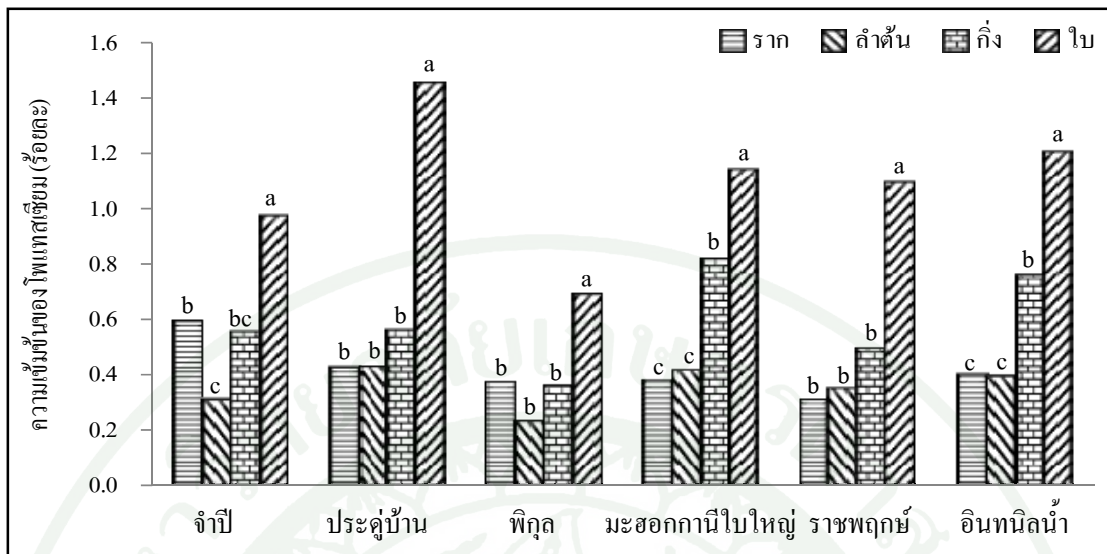
ภาพที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ชนิดเดียวกัน

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร a, b ตัวเดียวกันในแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อ  $p > 0.05$



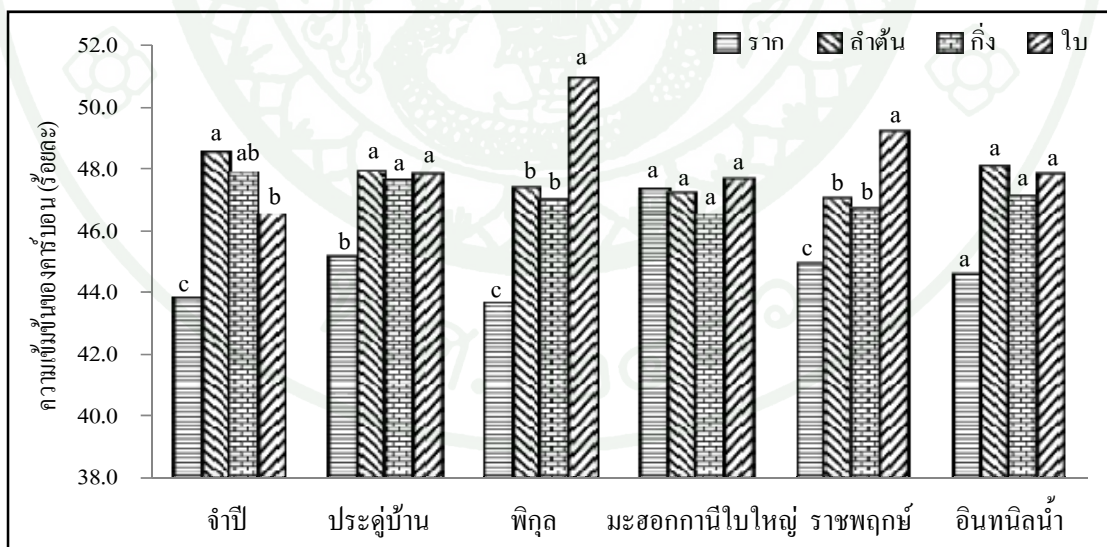
ภาพที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ชนิดเดียวกัน

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร a, b ตัวเดียวกันในแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อ  $p > 0.05$



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนต่างๆ ของต้นไม้นชนิดเดียวกัน

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร a, b ตัวเดียวกันในแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อ  $p > 0.05$



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในส่วนต่างๆ ของต้นไม้นชนิดเดียวกัน

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร a, b ตัวเดียวกันในแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อ  $p > 0.05$

### ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในมวลชีวภาพของต้นไม้มะขี้เหล็ก

การศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ปริมาณสารอาหารในมวลชีวภาพของสวนป่าไม้ด้อมมีปริมาณของไนโตรเจน > โพแทสเซียม > ฟอสฟอรัส (ตารางที่ 8 และภาพที่ 7-10) สอดคล้องกับการศึกษาการหมุนเวียนของสารอาหารในสวนป่ากระถินยักษ์ อะคาเซีย และยูคาลิปตัสที่ปลูกเพื่อเป็นไม้พลังงานที่ประเทศอินเดีย ของ Toky and Singh (1995) และการศึกษาการกักเก็บสารอาหารในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้ดินของป่า *Nothofagus antarctica* ใน Southern Patagonia ของ Peri *et al.* (2008) โดยปริมาณสารอาหารที่สะสมในส่วนต่างๆ ของสวนป่าไม้ด้อมทั้ง 6 ชนิด พบว่า อินทนิลน้ำ มะฮอกกานีใบใหญ่ ราชพฤกษ์ และจำปี มีการสะสมไนโตรเจนในส่วนของลำต้นมากกว่าส่วนอื่นๆ เท่ากับ 3.80, 4.80, 11.03 และ 5.71 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ หรือคิดเป็นร้อยละ 43.93, 44.32, 46.98 และ 29.01 ตามลำดับ ส่วนประคูป้านและพิกุลมีการสะสมของไนโตรเจนมากที่สุด ใบ คิดเป็นร้อยละ 59.62 และ 45.46 ตามลำดับ การสะสมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมของอินทนิลน้ำ มะฮอกกานีใบใหญ่ และราชพฤกษ์ พบมากในส่วนของลำต้น ส่วนจำปีพบการสะสมมากในส่วนของกิ่ง ในขณะที่ประคูป้าน และพิกุล มีการสะสมของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนของใบสูงสุด โดยมีไนโตรเจนเท่ากับ 16.30 และ 57.03 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.94 และ 6.35 กิโลกรัมต่อไร่ และมีปริมาณโพแทสเซียมเท่ากับ 6.72 และ 25.94 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณสารอาหารที่สะสมในมวลชีวภาพจะขึ้นกับมวลชีวภาพของต้นไม้นั้นๆ และความเข้มข้นของสารอาหารในส่วนต่างๆ เป็นสำคัญ การขุดล้อมต้นไม้ออกจากพื้นที่ย่อมทำให้สารอาหารเหล่านี้ถูกเคลื่อนย้ายออกไปจากพื้นที่ แนวทางในการจัดการเพื่อลดการสูญเสียสารอาหารทำได้โดยการลิดกิ่งและพุ่มใบทิ้งไว้ในพื้นที่ เพื่อให้สารอาหารที่สะสมอยู่ในกิ่งและใบคงเหลืออยู่ในพื้นที่ รวมไปถึงการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มปริมาณสารอาหาร

### ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ

การกักเก็บคาร์บอนในส่วนต่างๆ ของต้นไม้มะขี้เหล็ก พบว่า มีแนวโน้มเช่นเดียวกับมวลชีวภาพ โดยพิกุลมีการกักเก็บคาร์บอนสูงสุด รองลงมาคือ ราชพฤกษ์ จำปี มะฮอกกานีใบใหญ่ อินทนิลน้ำ และประคูป้าน มีค่าเท่ากับ 10,538.49, 1,745.52, 1,563.80, 1,043.82, 763.09 และ 748.66 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ซึ่งการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้มะขี้เหล็กชนิดขึ้นกับปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้นั้นๆ และปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในส่วนต่างๆ ของต้นไม้มะขี้เหล็กที่มีมวลชีวภาพมากสามารถกักเก็บคาร์บอนได้มากด้วย ดังนั้น ต้นไม้มะขี้เหล็กที่มีการเติบโตเร็วจึงสามารถกักเก็บ

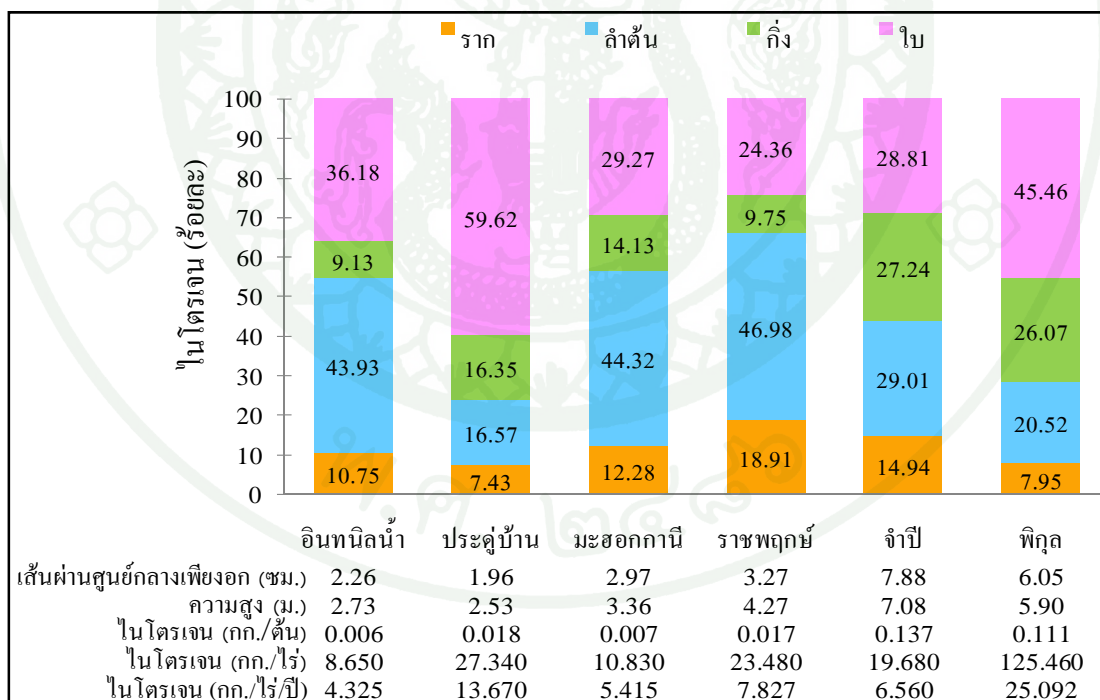
คาร์บอนได้ในปริมาณที่มากกว่าต้นไม้ที่โตช้ากว่าในระยะเวลาการปลูกที่เท่ากัน (ประดิษฐ์ และคณะ, 2551)

ตารางที่ 8 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และคาร์บอนในสวนป่าไม้ด้อม

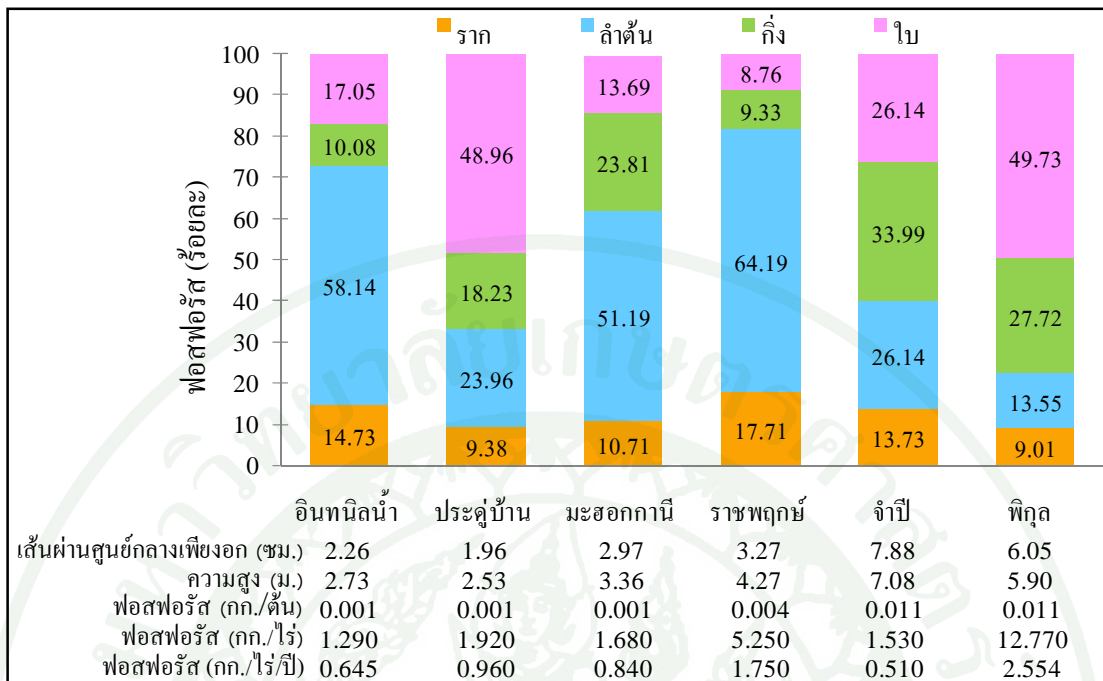
ชนิดของพรรณไม้	ปริมาณสารอาหาร (กิโลกรัมต่อไร่)				รวม	
	ราก	ลำต้น	กิ่ง	ใบ	กิโลกรัม/ไร่	กิโลกรัม/ไร่/ปี
<b>ไนโตรเจน</b>						
อินทนิลน้ำ	0.93	3.80	0.79	3.13	<b>8.65</b>	<b>4.33</b>
ประดู่บ้าน	2.03	4.53	4.47	16.30	<b>27.34</b>	<b>13.67</b>
มะฮอกกานีใบใหญ่	1.33	4.80	1.53	3.17	<b>10.83</b>	<b>5.42</b>
ราชพฤกษ์	4.44	11.03	2.29	5.72	<b>23.48</b>	<b>7.83</b>
จำปี	2.94	5.71	5.36	5.67	<b>19.68</b>	<b>6.56</b>
พิกุล	9.97	25.75	32.71	57.03	<b>125.46</b>	<b>25.09</b>
<b>ฟอสฟอรัส</b>						
อินทนิลน้ำ	0.19	0.75	0.13	0.22	<b>1.29</b>	<b>0.65</b>
ประดู่บ้าน	0.18	0.46	0.35	0.94	<b>1.92</b>	<b>0.96</b>
มะฮอกกานีใบใหญ่	0.18	0.86	0.40	0.23	<b>1.68</b>	<b>0.84</b>
ราชพฤกษ์	0.93	3.37	0.49	0.46	<b>5.25</b>	<b>1.75</b>
จำปี	0.21	0.40	0.52	0.40	<b>1.53</b>	<b>0.51</b>
พิกุล	1.15	1.73	3.54	6.35	<b>12.77</b>	<b>2.55</b>
<b>โพแทสเซียม</b>						
อินทนิลน้ำ	0.82	4.28	1.06	1.89	<b>8.05</b>	<b>4.03</b>
ประดู่บ้าน	0.85	2.34	2.02	6.72	<b>11.93</b>	<b>5.97</b>
มะฮอกกานีใบใหญ่	1.39	5.77	2.05	2.34	<b>11.56</b>	<b>5.78</b>
ราชพฤกษ์	2.50	8.29	1.54	2.21	<b>14.54</b>	<b>4.85</b>
จำปี	2.66	4.75	5.48	2.91	<b>15.81</b>	<b>5.27</b>
พิกุล	11.24	20.05	24.39	25.94	<b>81.62</b>	<b>16.32</b>

ตารางที่ 8 (ต่อ)

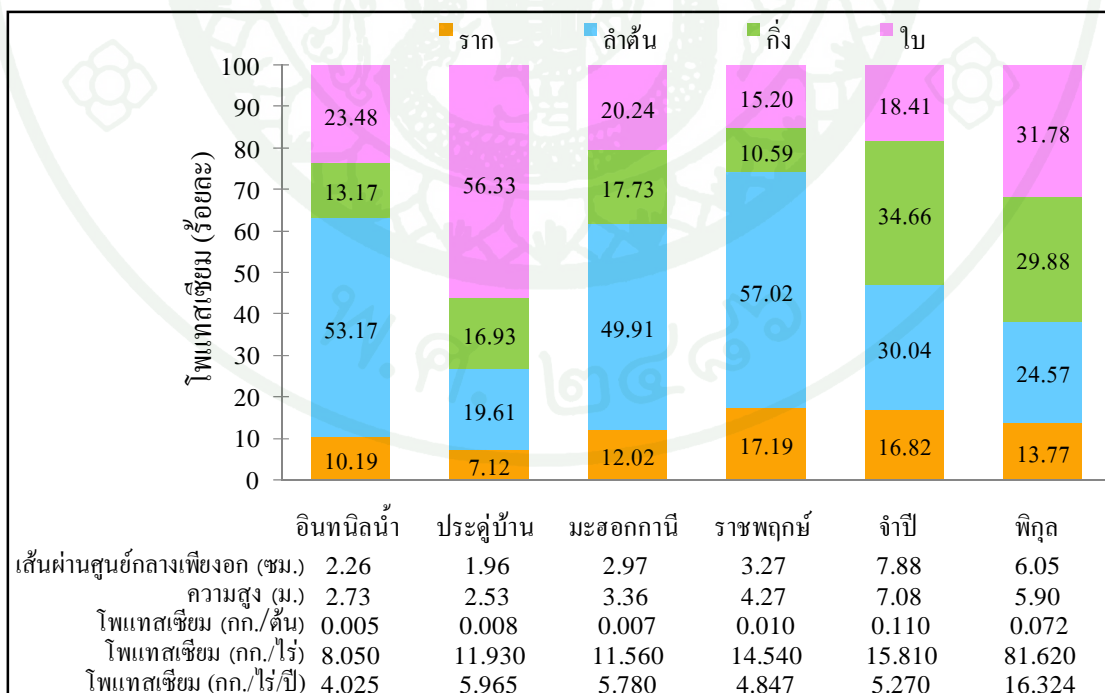
ชนิดของพรรณไม้	ปริมาณสารอาหาร (กิโลกรัมต่อไร่)				รวม	
	ราก	ลำต้น	กิ่ง	ใบ	กิโลกรัม/ไร่	กิโลกรัม/ไร่/ปี
คาร์บอน						
อินทนิลน้ำ	93.49	527.90	66.81	74.89	<b>763.09</b>	<b>381.54</b>
ประดู่บ้าน	90.53	263.81	172.04	222.27	<b>748.66</b>	<b>374.33</b>
มะฮอกกานีใบใหญ่	174.46	654.77	116.86	97.73	<b>1,043.82</b>	<b>521.91</b>
ราชพฤกษ์	367.65	1,132.66	145.61	99.60	<b>1,745.52</b>	<b>526.07</b>
จำปี	197.99	748.92	477.31	139.57	<b>1,563.80</b>	<b>496.60</b>
พิกุล	1,318.35	4,908.18	3,201.06	1,926.91	<b>10,538.49</b>	<b>2,605.88</b>



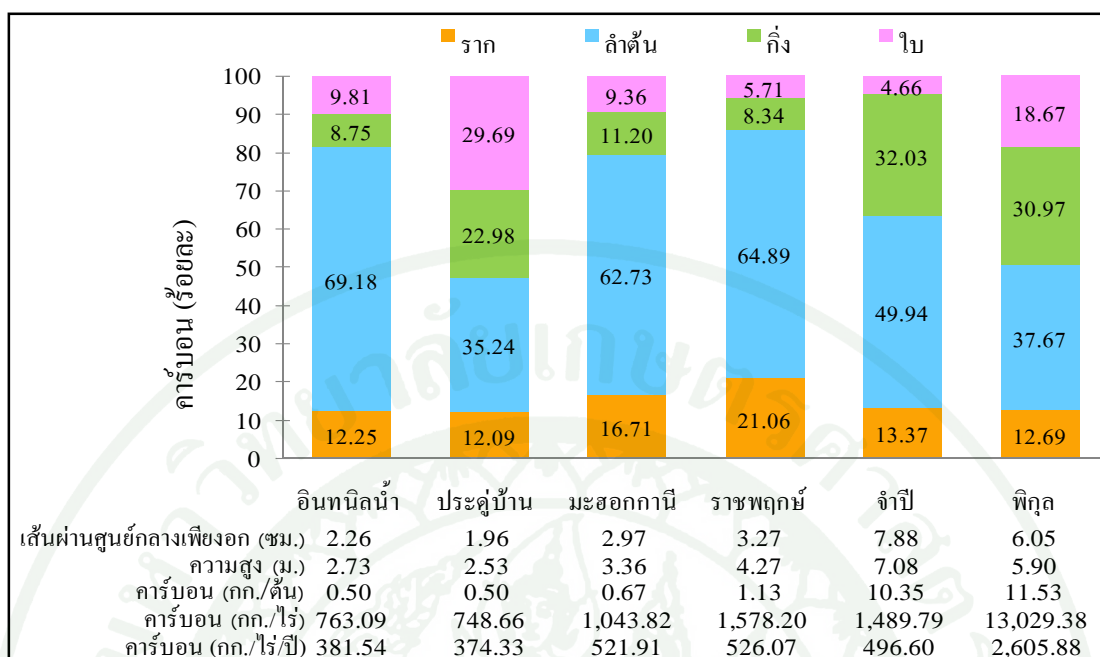
ภาพที่ 7 ปริมาณไนโตรเจนในสวนป่าไม้ล้อม



ภาพที่ 8 ปริมาณฟอสฟอรัสในสวนป่าไม้ดื้อ



ภาพที่ 9 ปริมาณโพแทสเซียมในสวนป่าไม้ดื้อ



ภาพที่ 10 ปริมาณคาร์บอนในสวนป่าไม้ล้อม

#### ดินและสารอาหารในดิน

การศึกษาดินในสวนป่าไม้ล้อม พบว่า สวนป่ามะฮอกกานีใบใหญ่และราชพฤกษ์ ดินเป็นดินร่วน มีความหนาแน่นรวม เท่ากับ 1.33 และ 1.39 ตามลำดับ ในขณะที่สวนป่าอินทนิลน้ำ ประดู่บ้าน จำปี และพิภูล ดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีความหนาแน่นรวม เท่ากับ 1.21, 1.31, 1.41 และ 1.33 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 9) ระดับของสารอาหารในสวนป่า พบว่ามีความแปรผันในแต่ละสวนป่า โดยไนโตรเจนพบในระดับปานกลางถึงสูงมาก ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมพบในระดับต่ำมากถึงสูงมาก (ตารางผนวกที่ 4)

#### ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน

ปริมาณความเข้มข้นของสารอาหารในดินแสดงผลดังตารางที่ 9 และตารางผนวกที่ 3 พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนในดินชั้นบนและดินชั้นล่างระหว่างแปลงปลูกต้นไม้แต่ละชนิด มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ ) โดยพบว่า แปลงปลูกอินทนิลน้ำมีปริมาณ ความเข้มข้นของไนโตรเจนในดินชั้นบนสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 0.31 และแปลงปลูกพิภูลมีปริมาณ

ความเข้มข้นของไนโตรเจนในดินชั้นล่างสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 0.27 ในขณะที่แปลงปลูกมะฮอกกานีใบใหญ่มีปริมาณไนโตรเจนในดินชั้นบนและดินชั้นล่างต่ำสุด เท่ากับ ร้อยละ 0.12 และ 0.09 ตามลำดับ

ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในดินชั้นบนและดินชั้นล่างระหว่างแปลงปลูกต้นไม้แต่ละชนิด พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ ) โดยแปลงปลูกจำปีมีปริมาณฟอสฟอรัสในดินชั้นบนและชั้นล่างสูงสุด เท่ากับ 45.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 8.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แปลงปลูกมะฮอกกานีใบใหญ่มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินชั้นบนและชั้นล่างต่ำสุด เท่ากับ 1.73 และ 1.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ปริมาณโพแทสเซียมในดินชั้นบนและดินชั้นล่างระหว่างแปลงปลูกต้นไม้แต่ละชนิด พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ ) โดยแปลงปลูกอินทนิลน้ำมีปริมาณโพแทสเซียมในดินสูงสุด เท่ากับ 125.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนดินชั้นล่างแปลงปลูกจำปีมีค่าสูงสุด เท่ากับ 98.52 ในขณะที่แปลงปลูกมะฮอกกานีใบใหญ่มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำสุดทั้งในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง โดยมีค่าเท่ากับ 66.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 36.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

**ตารางที่ 9** ลักษณะของเนื้อดิน ความหนาแน่นรวม (Db) และปริมาณไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และคาร์บอน (C) ในสวนป่าไม้ล้อม

ชนิดไม้	ลักษณะของเนื้อดิน	Db (ก./ลบ.ซม.)	ปริมาณสารอาหาร			
			N (ร้อยละ)	P (มก./กก.)	K (มก./กก.)	C (ร้อยละ)
อินทนิลน้ำ	ดินร่วนเหนียวปนทราย	1.21	0.28	1.90	90.29	1.01
ประดู่บ้าน	ดินร่วนเหนียวปนทราย	1.31	0.23	2.00	71.58	0.76
มะฮอกกานีใบใหญ่	ดินร่วน	1.33	0.11	1.45	51.28	0.79
ราชพฤกษ์	ดินร่วน	1.39	0.19	2.14	76.51	0.81
จำปี	ดินร่วนเหนียวปนทราย	1.41	0.21	27.04	105.70	0.95
พิกุล	ดินร่วนเหนียวปนทราย	1.33	0.28	5.88	77.08	0.87

การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของสารอาหารในสวนป่าไม้ลือม พบว่าปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนในสวนป่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.09-0.34 อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสวนป่ามีค่าอยู่ระหว่าง 1.08-120.73 อยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง และปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมมีค่าอยู่ระหว่าง 27.92-109.44 อยู่ในระดับต่ำถึงสูงมาก ดังแสดงในตารางผนวกที่ 3 จะเห็นได้ว่าปริมาณความเข้มข้นของสารอาหารมีแนวโน้มแปรผันไปในสวนป่าแต่ละชนิด เมื่อพิจารณาระดับสารอาหารในสวนป่า พบว่า สวนป่าทุกชนิดมีปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำ แต่ต้นไม้ไม่ได้แสดงอาการขาดสารอาหาร หากเกษตรกรมีการขุดล้อมต้นไม้ออกเป็นระยะเวลานานก็อาจจะทำให้เกิดผลกระทบต่อต้นไม้ในด้านการเติบโตได้ เกษตรกรควรมีการจัดการสวนป่าโดยทิ้งเศษของกิ่งและพุ่มใบที่ได้จากการลิดกิ่งและพุ่มใบไว้ในพื้นที่เพื่อช่วยลดการสูญเสียสารอาหารออกจากพื้นที่ รวมถึงเป็นการเพิ่มสารอาหารกลับเข้าไปในพื้นที่ได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งจะช่วยให้ดินมีความสมบูรณ์เพิ่มขึ้นและช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้

#### ปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในดิน

ปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในดินชั้นบนและดินชั้นล่างระหว่างสวนป่าไม้ลือมแต่ละชนิด พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 2) โดยดินชั้นบนของสวนป่าอินทนิลน้ำมีปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนสูงสุด เท่ากับร้อยละ 1.30 และสวนป่าประดู่บ้านมีปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนต่ำสุด เท่ากับร้อยละ 0.76 ในขณะที่ดินชั้นล่าง พบว่าสวนป่าจាំปีมีปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในดินสูงสุด เท่ากับร้อยละ 0.84 และสวนป่ามะฮอกกานีใบใหญ่มีปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในดินต่ำสุด เท่ากับร้อยละ 0.56

#### ปริมาณดินและสารอาหารในคุ่มดิน

การสร้างสมการเพื่อใช้ในการประมาณหาปริมาณดินในคุ่มดินของต้นไม้แต่ละชนิด โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณดินกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เลือกใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน ( $D_{30}$ ) เนื่องจากให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดสูง ได้สมการในการประมาณหาปริมาณดินดังตารางที่ 10 สมการที่ได้จะนำไปใช้ในการประมาณหาค่าปริมาณดินในคุ่มดิน โดยที่  $Y$  คือ ปริมาณดินในคุ่มดิน และ  $D_{30}$  คือ เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน ในการศึกษาค้นคว้านี้ได้สร้างสมการในการประเมินหาปริมาณดินในคุ่มดินของต้นไม้ทุกชนิด ได้สมการคือ  $Y = 0.265(D_{30})^{1.665}$  ซึ่งสมการนี้สามารถนำไปคำนวณหา

ปริมาณดินที่จะสูญเสียออกจากสวนป่าไม้ล้อมได้ ทั้งนี้การสูญเสียดินและสารอาหารในคุ่มดินจะขึ้นกับขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดินเป็นสำคัญ ชนิดใดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดินมากย่อมมีปริมาณการสูญเสียดินและสารอาหารมากด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 10 สมการที่ใช้ในการประมาณหาปริมาณดินในคุ่มดินโดยใช้เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน ( $D_{30}$ )

ชนิดไม้	สมการ	$R^2$	P-value
อินทนิลน้ำ (N=5)	$Y = 0.519 (D_{30})^{1.617}$	0.881	0.018
ประดู่บ้าน (N=5)	$Y = 1.236 (D_{30})^{1.197}$	0.981	0.001
มะฮอกกานีใบใหญ่ (N=5)	$Y = 1.001 (D_{30})^{1.234}$	0.847	0.027
ราชพฤกษ์ (N=5)	$Y = 0.378 (D_{30})^{1.667}$	0.976	0.002
จำปี (N=5)	$Y = 0.610 (D_{30})^{1.823}$	0.981	0.001
พิกุล (N=5)	$Y = 1.127 (D_{30})^{1.296}$	0.868	0.021
รวมทุกชนิด (N=30)	$Y = 0.265 (D_{30})^{1.665}$	0.860	0.00

หมายเหตุ Y คือ ปริมาณดินในคุ่มดิน (กิโลกรัม)

$D_{30}$  คือ เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน (เซนติเมตร)

N คือ จำนวนตัวอย่าง (ต้น)

จากสมการที่ได้ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 10 สามารถนำมาคำนวณหาปริมาณดินในคุ่มดินของสวนป่าไม้ล้อม ซึ่งพบว่า ต้นไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.99-3.79 นิ้ว (ตารางที่ 11) ความหนาแน่นระหว่าง 144-1,568 ต้นต่อไร่ มีปริมาณดินในคุ่มดินระหว่าง 4.66-18.70 ต้นต่อไร่ โดยจำปีที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตรเหนือพื้นดินสูงสุดมีน้ำหนักดินในคุ่มดินสูงสุดด้วยมีค่าเท่ากับ 38.30 กิโลกรัมต่อต้น ในขณะที่อินทนิลน้ำมีปริมาณดินในคุ่มดินต่ำสุด เท่ากับ 3.06 กิโลกรัมต่อไร่ จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นกับปริมาณดินของ เดชา (2543) พบว่า ต้นไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว จะมีปริมาณดินในคุ่มดินเท่ากับ 8 กิโลกรัม หากปลูกด้วยระยะปลูก 1x1 เมตร จะมี

ปริมาณดินในคุ่มดินเมื่อมีการขุดล้อมประมาณ 13.4 ต้นต่อไร่ เมื่อความหนาแน่นของต้นไม้เท่ากับ 1,600 ต้นต่อไร่ ซึ่งมากกว่าการศึกษาในครั้งนี้

การศึกษาปริมาณสารอาหารในคุ่มดิน พบว่า พิกุลมีปริมาณสารอาหารสูงสุดทั้งในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เนื่องจากพิกุลมีขนาดคุ่มดินใหญ่ ทำให้ปริมาณดินและปริมาณสารอาหารที่อยู่ในคุ่มดินมีอยู่มาก ทั้งนี้ปริมาณสารอาหารในคุ่มดินจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของสารอาหารในดิน ดังจะเห็นได้จากประดู่บ้านมีปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนในดิน (ร้อยละ 0.23) สูงกว่ามะฮอกกานีใบใหญ่ (ร้อยละ 0.11) แต่มีปริมาณดินในคุ่มดิน (5.67 ต้นต่อไร่) น้อยกว่ามะฮอกกานีใบใหญ่ (9.52 ต้นต่อไร่) พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในคุ่มดินต่อพื้นที่ 1 ไร่ของแปลงปลูกประดู่บ้าน (12.94 กิโลกรัมต่อไร่) มีปริมาณมากกว่ามะฮอกกานีใบใหญ่ (10.16 กิโลกรัมต่อไร่) ดังนั้นในการขุดล้อมต้นไม้ออกจากพื้นที่ มะฮอกกานีใบใหญ่จะมีปริมาณการสูญเสียดินมากที่สุด ส่วนประดู่บ้านที่แม้ว่าจะมีการสูญเสียดินน้อยกว่ามะฮอกกานีใบใหญ่แต่เนื่องจากมีปริมาณสารอาหารในดินสูงกว่าทำให้มีการสูญเสียสารอาหารออกจากพื้นที่มากกว่ามะฮอกกานีใบใหญ่

#### การกักเก็บคาร์บอนในดิน

จากการศึกษาของ รุ่งเรือง (2548) และ สิริกานดา (2551) พบว่า ปริมาณคาร์บอนมีแนวโน้มลดลงในทุกระดับความลึกของดิน และปริมาณคาร์บอนส่วนใหญ่ถูกกักเก็บไว้ที่ชั้นความลึก 0-20 เซนติเมตร นอกจากนี้ จากการศึกษาของ เสริมพงศ์ (2545) ยังพบว่า สวนป่ากระดินเทพามีการกักเก็บคาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรดีที่สุดในครั้งนี้ได้ทำการศึกษากักเก็บคาร์บอนที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร โดยพบว่า สวนป่าอินทนิลน้ำ ประดู่บ้าน มะฮอกกานีใบใหญ่ ราชพฤกษ์ จำปี และพิกุล มีการกักเก็บคาร์บอนในดิน เท่ากับ 5.87, 4.78, 5.04, 5.40, 6.43 และ 5.55 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

#### การสูญเสียดินและสารอาหารจากสวนป่าไม้ล้อม

ในการคำนวณหาปริมาณดินและสารอาหารที่จะสูญเสียออกจากพื้นที่สวนป่าไม้ล้อมนั้น ทำการคำนวณหาดินและสารอาหารที่อยู่ในคุ่มดิน และสารอาหารในต้นไม้ โดยในส่วนของสารอาหารที่จะสูญเสียออกจากพื้นที่จะประเมินเฉพาะในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

เท่านั้น เนื่องจากเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการเติบโตของต้นไม้และเป็นสารอาหารที่เกษตรกรใส่ให้กับต้นไม้ในสวนป่า

การสูญเสียสารอาหารออกจากพื้นที่นั้นจะเกิดขึ้นเมื่อเกษตรกรขุดล้อมต้นไม้ขาย จากการสอบถามเกษตรกรผู้ปลูกสร้างสวนป่าไม้ล้อม พบว่า เกษตรกรจะทำการขุดล้อมต้นไม้แล้วทำการลิดกิ่งและฟุมใบออก โดยปริมาณกิ่งที่มีการลิดออกประมาณร้อยละ 30 และส่วนที่ยังคงเหลืออยู่กับต้นไม้มีประมาณร้อยละ 70 ซึ่งส่วนที่คงอยู่กับต้นไม้เป็นส่วนที่ทำให้มีการเคลื่อนย้ายสารอาหารออกไปจากพื้นที่ ส่วนของฟุมใบนั้นเกษตรกรจะลิดออกทั้งหมดซึ่งฟุมใบที่ถูกลิดออกเกษตรกรจะทิ้งไว้ในพื้นที่ การสูญเสียสารอาหารในส่วนของฟุมใบจึงไม่น่ามาคิด

จากการศึกษาพบว่า มะฮอกกานีใบใหญ่ พิกุล ประดู่บ้าน อินทนิลน้ำ ราชพฤกษ์ และจำปี สูญเสียดินเมื่อมีการขุดล้อม เท่ากับ 4.76, 3.74, 2.84, 2.33, 1.86 และ 1.83 ตันต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ และจะมีปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนทั้งจากตมดินและมวลชีวภาพของต้นไม้เท่ากับ 10.159, 51.730, 12.945, 13.059, 10.668, 11.454 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.014, 0.027, 0.011, 0.009, 0.012 และ 0.032 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียม เท่ากับ 0.485, 0.959, 0.512, 0.334, 0.426 และ 0.424 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 12 จะเห็นได้ว่าพิกุลมีปริมาณการสูญเสียสารอาหารสูงสุด ทั้งนี้การสูญเสียสารอาหารออกจากพื้นที่จะขึ้นกับมวลชีวภาพของต้นไม้เป็นสำคัญ หากชนิดใดมีมวลชีวภาพมากย่อมทำให้เกิดการสูญเสียสารอาหารมากกว่าชนิดที่มีมวลชีวภาพน้อยกว่า

ตารางที่ 11 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยที่ระดับ 30 เซนติเมตร ( $D_{30}$ ) เนื้อพื้นดิน ปริมาณดิน ในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในผู้มดิน และปริมาณคาร์บอน ที่กักเก็บในดิน

ชนิดของพรรณไม้	อายุ (ปี)	$D_{30}$ (นิ้ว)	น้ำหนักดินในผู้มดิน (กิโลกรัม/ต้น)	ปริมาณดิน (ตัน/ไร่)	ปริมาณการสูญเสียดิน (ตัน/ไร่/ปี)	ปริมาณสารอาหาร (กิโลกรัมต่อไร่)			ปริมาณ C (ตัน/ไร่)
						N	P	K	
อินทนิลน้ำ	2	1.14	3.06	4.66	2.33	13.059	0.009	0.334	5.87
ประดู่บ้าน	2	0.99	3.81	5.67	2.84	12.945	0.011	0.512	4.78
มะฮอกกานีใบใหญ่	2	1.65	5.93	9.52	4.76	10.159	0.014	0.485	5.04
ราชพฤกษ์	3	1.57	3.98	5.57	1.86	10.668	0.012	0.426	5.40
จำปี	3	3.79	38.30	5.50	1.83	11.454	0.032	0.424	6.43
พิกุล	5	3.02	16.56	18.70	3.74	51.730	0.027	0.959	5.55

ตารางที่ 12 ปริมาณดิน สารอาหารในตมดิน และสารอาหารในต้นไม้ที่สูญเสียจากสวนป่าไม้ดง

ชนิดของพรรณไม้	ปริมาณดิน (ตัน/ไร่)	ปริมาณ มวลชีวภาพ (กิโลกรัม/ไร่)	ปริมาณสารอาหาร (กิโลกรัม/ไร่)						รวม (กิโลกรัม/ไร่)					
			ในดิน			ในต้นไม้			ในดิน			ในต้นและในต้นไม้		
			N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
อินทนิลน้ำ	4.66	1,407.06	13.059	0.009	0.334	0.283	1.031	5.842	18.342	1.040	6.176			
ประดู่บ้าน	5.67	1,003.54	12.945	0.011	0.512	0.885	4.604	22.634	0.896	5.116				
มะฮอกกานีใบใหญ่	9.52	1,931.30	10.159	0.014	0.485	7.201	1.32	8.595	17.36	1.334	9.080			
ราชพฤกษ์	5.57	3,445.52	10.668	0.012	0.426	17.073	4.643	11.868	27.741	4.655	12.294			
จำปี	5.50	2,692.85	11.454	0.032	0.424	12.402	0.974	11.246	23.856	1.006	11.670			
พิกุล	18.70	16,431.22	51.730	0.027	0.959	58.617	5.358	48.363	110.347	5.385	49.322			

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

จากการศึกษาการสูญเสียมวลชีวภาพ ดินและสารอาหารในสวนป่าไม้ลือม ตำบลชะอม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

#### สวนป่าอายุ 2 ปี

อินทนิลน้ำ มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย เท่ากับ 2.26 เซนติเมตร และความสูงทั้งหมดเฉลี่ย เท่ากับ 2.73 เมตร ความหนาแน่นของต้นไม้เท่ากับ 1,530 ต้นต่อไร่ จะมีการสูญเสียมวลชีวภาพเท่ากับ 1,407.06 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณดินเท่ากับ 4.66 ตันต่อไร่ ซึ่งสามารถประมาณหาได้จากสมการ  $Y = 0.519 (D_{30})^{1.617}$  และสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ทั้งจากในดินและในต้นไม้ เท่ากับ 18.342, 1.040, 6.176 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ประดู่บ้าน มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย เท่ากับ 1.96 เซนติเมตร และความสูงทั้งหมดเฉลี่ย เท่ากับ 2.53 เมตร ความหนาแน่นของต้นไม้เท่ากับ 1,488 ต้นต่อไร่ จะมีการสูญเสียมวลชีวภาพเท่ากับ 1,003.54 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณดินเท่ากับ 5.67 ตันต่อไร่ ซึ่งสามารถประมาณหาได้จากสมการ  $Y = 1.236 (D_{30})^{1.197}$  และสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ทั้งจากในดินและในต้นไม้ เท่ากับ 22.634, 0.896, 5.116 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

มะฮอกกานีใบใหญ่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย เท่ากับ 2.97 เซนติเมตร และความสูงทั้งหมดเฉลี่ย เท่ากับ 3.36 เมตร ความหนาแน่นของต้นไม้เท่ากับ 1,568 ต้นต่อไร่ จะมีการสูญเสียมวลชีวภาพเท่ากับ 1,931.30 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณดินเท่ากับ 9.52 ตันต่อไร่ ซึ่งสามารถประมาณหาได้จากสมการ  $Y = 1.001 (D_{30})^{1.234}$  และสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ทั้งจากในดินและในต้นไม้ เท่ากับ 17.36, 1.334, 9.08 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

### สวนป่าอายุ 3 ปี

ราชพฤกษ์ มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย เท่ากับ 3.27 เซนติเมตร และความสูงทั้งหมดเฉลี่ย เท่ากับ 4.27 เมตร ความหนาแน่นของต้นไม้เท่ากับ 1,392 ต้นต่อไร่ จะมีการสูญเสียมวลชีวภาพเท่ากับ 3,445.52 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณดินเท่ากับ 5.57 ต้นต่อไร่ ซึ่งสามารถประมาณหาได้จากสมการ  $Y = 0.378 (D_{30})^{1.667}$  และสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ทั้งจากในดินและในต้นไม้ เท่ากับ 27.741, 4.655, 12.294 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

จำปี มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย เท่ากับ 7.88 เซนติเมตร และความสูงทั้งหมดเฉลี่ย เท่ากับ 7.08 เมตร ความหนาแน่นของต้นไม้เท่ากับ 144 ต้นต่อไร่ จะมีการสูญเสียมวลชีวภาพเท่ากับ 2,692.85 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณดินเท่ากับ 5.50 ต้นต่อไร่ ซึ่งสามารถประมาณหาได้จากสมการ  $Y = 0.610 (D_{30})^{1.823}$  และสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ทั้งจากในดินและในต้นไม้ เท่ากับ 23.856, 1.006, 11.670 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

### สวนป่าอายุ 5 ปี

พิกุล มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย เท่ากับ 6.05 เซนติเมตร และความสูงทั้งหมดเฉลี่ย เท่ากับ 5.9 เมตร ความหนาแน่นของต้นไม้เท่ากับ 1,130 ต้นต่อไร่ จะมีการสูญเสียมวลชีวภาพเท่ากับ 16,431.22 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณดินเท่ากับ 18.70 ต้นต่อไร่ ซึ่งสามารถประมาณหาได้จากสมการ  $Y = 1.127 (D_{30})^{1.296}$  และสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ทั้งจากในดินและในต้นไม้ เท่ากับ 110.347, 5.385, 49.322 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

นอกจากนี้ในการศึกษาครั้งนี้ได้สร้างสมการแอลโลเมตรีเพื่อใช้ในการหามวลชีวภาพของต้นไม้ในเมือง ได้สมการ คือ  $W_T = 0.0872(D^2H)^{0.879}$  และสมการเพื่อใช้ในการประมาณหาปริมาณดินในตุ่มดิน คือ  $Y = 0.265(D_{30})^{1.665}$

### ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าเมื่อทำการขุดล้อมต้นไม้อายุจะมีการสูญเสียสารอาหารจากสวนป่าไม้ล้อมแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของต้นไม้มิ ซึ่งการลิดกิ่งและพุ่มใบทิ้งไว้ในพื้นที่จะช่วยลดการสูญเสียสารอาหารและเป็นการคืนสารอาหารให้กับพื้นที่ได้อีกทางหนึ่ง แต่ทั้งนี้เกษตรกรยังคงต้องใส่ปุ๋ยให้กับต้นไม้มิเพื่อให้ต้นไม้มิเติบโตได้ดี และเป็นการรักษาสมดุลของสารอาหารในพื้นที่ ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบต่อต้นไม้มิที่ปลูกในรอบถัดไปได้ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาปริมาณดินที่สูญเสียออกจากพื้นที่ เกษตรกรควรจะต้องนำดินจากพื้นที่อื่นมาถมในแปลงปลูก แต่ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่นำมาถมก็เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาอีกประการหนึ่ง หากดินที่นำมาถมเป็นดินที่ไม่เหมาะสมกับการปลูกต้นไม้มิ

เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ทำการเก็บข้อมูลเมื่อมีการปลูกต้นไม้มิแล้ว ดังนั้นการศึกษาต่อไปในอนาคต ควรจะต้องมีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง โดยปริมาณสารอาหารในดินควรมีการเก็บข้อมูลทั้งก่อนปลูก และหลังปลูก เพื่อให้ทราบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสารอาหารเมื่อมีการขุดล้อมต้นไม้อายุ นอกจากนี้ ในแต่ละฤดูกาลที่มีการขุดล้อมต้นไม้อายุ อาจมีผลต่อการสูญเสียสารอาหารที่แตกต่างกัน ดังนั้นควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมให้ครอบคลุมทุกฤดูกาลที่มีการขุดล้อมต้นไม้อายุ

การปลูกต้นไม้มิในเมืองเป็นการนำไม้อายุขุดล้อมเข้ามาปลูก เนื่องจากเห็นผลได้อย่างรวดเร็ว การศึกษาและสร้างสมการมวลชีวภาพของต้นไม้มิในสวนป่าไม้ล้อมชนิดอื่นๆ จะทำให้สามารถนำสมการมาใช้ในการประเมินหาปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้มิในเมืองได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาเพียง 6 ชนิด และมีจำนวนตัวอย่างค่อนข้างน้อย ดังนั้นควรมีการศึกษาในไม้หลายๆ ชนิด และควรเพิ่มจำนวนตัวอย่างเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2554. พิภูล. แหล่งที่มา: <http://www.dnp.go.th/mfcd1/saraburisite/webpage/tree13.htm>, 16 สิงหาคม 2554.

\_\_\_\_\_. ม.ป.ป. เทคนิคการขุดล้อม ข้ายปลูกต้นไม้ขนาดใหญ่. แหล่งที่มา: <http://www2.dnp.go.th/gpbt/wp-content/uploads/2012/08/teer1.pdf>, 18 กุมภาพันธ์ 2556.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2535. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 7. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2532. **มันสำปะหลัง: การปลูก อุตสาหกรรมแปรรูป และการใช้ประโยชน์**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เจษฎา พันธสลา. 2544. **การหมุนเวียนของธาตุอาหารในสวนป่าไม้สะเดา ที่ปลูกด้วยระดับความหนาแน่นต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เดชา บุญค้ำ. 2543. **ต้นไม้ใหญ่ในงานก่อสร้างและพัฒนาเมือง**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ทรงธรรม สุขสว่าง. 2532. **การหมุนเวียนธาตุอาหารของป่าดิบแล้งบริเวณสถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินลาด จังหวัดระยอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีรารัง ชินสุขใจประเสริฐ. 2527. **การหมุนเวียนธาตุอาหารของป่าดิบแล้งสะแกราช**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญวงศ์ ไทยอุตสาห์. 2547ก. ธุรกิจการผลิตไม้ล้อม. **นิตยสารไม้ลองไม่รู้**. 4(40) : 19-21.

\_\_\_\_\_. 2547ข. มะฮอกกานี : ไม้มีค่าที่น่าจับตามอง. **นิตยสารไม้ลองไม่รู้**. 4 (34) : 19 – 21.

\_\_\_\_\_, มณฑล จำริญพฤกษ์, ดำรง พิพัฒน์วัฒนากุล และ ดวงใจ สุขเฉลิม. 2543. **ต้นไม้บนถนนในกรุงเทพมหานคร**. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาศูวรรณ, สาทิศ ดิลกสัมพันธ์, คุริยะ สถาพร และเจด็จ รัตนแก้ว. 2551. การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้บางชนิดที่ปลูก ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร. รายงานการวิจัย. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น. 2542. ไม้ดอกหอม เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 4 บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ สหุณาฟู. 2538. ผลผลิตและการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

\_\_\_\_\_, พิทยา เพชรมาก, จักรพล วรฤทธิ และ ปรีชา ธรรมานนท์. 2530. ผลจากความหนาแน่นของการปลูกไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ที่ปลูกเพื่อประยุกต์ระบบวนเกษตร. วารสารวนศาสตร์ 6(3) : 213-238.

ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์. 2550. วนวัฒนวิทยา: พื้นฐานการปลูกป่า. อักษรสยามการพิมพ์, เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ.

มณฑาทิพย์ โสมมีชัย. 2551. เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง เทคนิคการขุดล้อมย้ายปลูกต้นไม้. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

รุ่งเรือง พูลศิริ. 2548. คาร์บอนและไนโตรเจนในดินของสวนป่าไม้ต่างถิ่นบนที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย, น. 107-115. ใน รายงานการประชุม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้: ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

โรงเรียนลำปลายมาศพัฒนา บุรีรัมย์. 2553. ต้นไม้ในโรงเรียน: จำปี. แหล่งที่มา:

<http://treeoflmpm.blogspot.com/2010/11/56.html>, 17 มีนาคม 2555.

วชิรพงศ์ หวลบุตรตา. 2544. คู่มือคนรักต้นไม้: ดอกไม้หอมสีขาว 1. พิมพ์ครั้งที่ 5 บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

วิสุทธิ สุวรรณภินันท์. 2544. ระบบวนวัฒน. พิมพ์ครั้งที่ 3 ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยป่าไม้. 2547. ต้นไม้ในกรุงเทพมหานคร: สวนสาธารณะ. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522. การพังทลายของดิน การอนุรักษ์ดินและน้ำ เล่มที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สันต์ เกตุปราณีต. 2526. ไฟป่าและการควบคุม. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สาพิศ ดิลกสัมพันธ์. 2550. การกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้กับสภาวะโลกร้อน. วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ 22 (3): 40-49.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2543. การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเงินกู้การก่อสร้างทางสายหลักให้เป็น 4 ช่องทางจราจร กรณีศึกษาภูมิสถาปัตยกรรมโดยใช้พันธุ์ไม้จัดทำพื้นที่สีเขียวสองข้างทางจราจร. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สิริกานดา วัชรวิทย์. 2551. การศึกษาสมมูลคาร์บอนและการกักเก็บคาร์บอนในดินของสับปะรดที่ปลูกในดินเหนียวและดินร่วนปนทราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทธาทิพย์ จุติศักดิ์เดชา. 2539. การหมุนเวียนของธาตุอาหารในสวนป่ายูคาลิปตัส ความลาดชันดินที่ปลูกด้วยระดับความหนาแน่นต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุทิน เขตกระโทก. 2538. มะฮอกกานีใบใหญ่, น. 193-201. ใน บุญวงศ์ ไทยอุตสาห์, ผู้รวบรวม. การปลูกต้นไม้ในเมือง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เสริมพงศ์ นวลงาม. 2545. บทบาทของการปลูกสร้างสวนป่าต่อการกักเก็บคาร์บอนและคุณสมบัติของดินบางประการ ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เสรี ทรัพย์สาร. 2524. การปลูกต้นไม้เพื่อความรื่นรมย์. เอกสารประกอบการสอนวิชาการปลูกต้นไม้เพื่อความรื่นรมย์. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

องค์การบริหารส่วนตำบลชะอม. 2553. มหัศจรรย์พรรณไม้ชุดล้อมบ้านชะอม แก่งคอย ครั้งที่ 1. เอกสารเผยแพร่ มหัศจรรย์พรรณไม้ชุดล้อมบ้านชะอม แก่งคอย ครั้งที่ 1 วันที่ 11-15 สิงหาคม 2553.

อภิชาติ รัตนวิระกุล. 2546. สวนพฤกษศาสตร์ตามพระราชเสาวนีย์: พันธุ์ไม้. แหล่งที่มา: [http://www.dnp.go.th/Pattani\\_botany](http://www.dnp.go.th/Pattani_botany), 14 กรกฎาคม 2554.

อุทิศ ภูอินทร์. 2542. นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอี่ยมพร วิสมหมาย. 2547. ไม้ป่ายืนต้นของไทย 1. โรงพิมพ์ เอช เอ็น กรุ๊ป จำกัด, กรุงเทพฯ.

Adams, P.R., C.L. Breadle, N.J. Mendham and P.J. Smethurst. 2003. The impact of timing and duration of grass control on growth of a young *Eucalyptus globulus* Labill. plantation. **New For.** 26: 147-165.

American Nursery & Landscape Association. 2004. **American Standard for Nursery Stock.** American Nursery & Landscape Association, Washington, DC.

Arne, S., T. Benedikz and T.B. Randrup. 2003. Selection of trees for urban forestry in the Nordic countries. **Urban Forestry and Urban Greening** 2: 101-114.

Bevington, K.B. and W.S. Castle. 1985. Annual root growth pattern of young citrus trees in relation to shoot growth, soil temperature, and soil water content. **Journal of the American Society of Horticultural Science** 110: 840-845.

- Boomsma, D.B.B. and I.R. Hunter. 1990. Effects of water, nutrients and their interactions on tree growth, and plantation forest management practices in Australasia: A review. **For. Ecol. Manage.** 30: 455-476.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available form of phosphorus in soil. **Soil Sci.** 59: 39-45.
- Bunyaphatsara, N. 1996. **Herbs Plant Folklore.** Medicinal Plant Information Center, Mahidol University.
- Cadiz, R.T. and R.B. Mizal. 1995. Narra. **Research Information Series on Ecosystems (RISE)** 1(2): 48-63.
- Chen, H. 1998. Biomass and nutrient distribution in a Chinese-fir plantation chronosequence in Southwest Hunan, China. **For. Ecol. Manage.** 105: 209-216.
- Clay Farm. 2009. **Primary Route Application – Landscape Maintenance and Management Specification.** Countryside Properties (Special Projects) Ltd., Brentwood, Essex.
- Colorado State University Extension. 2010. **Plant Talk Colorado™ Script.** Available Source: <http://www.ext.colostate.edu/ptlk/1703.html>, August 24, 2011.
- Combalicer, M.S., D.K. Lee, S.Y. Woo, Y.K. Lee and Y.H. Jang. 2010. Early growth and physiological characteristics of planted seedlings in La Mesa Dam Watershed, Philippines. **Agri. Sci.** 88(3): 305-316.
- Daniel, D.O. and W. Karen. 1990. **The Forest Biomass Resource of the United States.** Rep. WO-5 7. United States Department of Agriculture, For. Serv.
- Ellis, R.C., D.P. Webb, A.M. Graley and A.F. Rout. 1985. The effect of weed competition and nitrogen nutrition on the growth of seedlings of *Eucalyptus delegatensis* in a highland area of Tasmania. **Aust. For. Res.** 15: 395-408.

- Escalante, E., P. Valentín, S. Pedro and B. Felipe. 2012. Survival and growth of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) seedlings in two provenance trials in Bolivia. **Ecología en Bolivia** 47(1): 37-52.
- Evans, P.S. and J.E. Klett. 1984. The effects of dormant pruning on leaf, shoot, and root production from bare-root *Malus sargentii*. **J. Arboric.** 10(11): 298-302.
- Fare, D.C., C.H. Gilliam and H.G. Ponder. 1985. Root distribution of two field-grown Ilex. **HortScience** 10: 1129-1130.
- Gilman, E.F. 1990. Tree root growth and development. II. Response to culture, management and planting. **J. Environ. Hort.** 8: 220-227.
- \_\_\_\_\_, E.F. and M.E. Kane. 1990. Effect of root pruning at different growth stages on growth and transplantability of *Magnolia grandiflora*. **HortScience** 25: 74-77.
- Haller, J.M. 1986. **Tree Care**. 2<sup>nd</sup> ed. Macmillan Publishing Company, New York.
- Haron, N.W. 1998. *Mimusops* L., pp. 382-385. In M.S.M. Sosef, L.T. Hong and S. Prawirohatmodjo, eds. **Plant Resources of South-East Asia No 5(3). Timber Trees: Lesser-Known Timbers**. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands.
- Harris, J.R. and N.L. Bassuk. 1993. Tree planting fundamentals. **J. Arboric.** 19(2): 64-70.
- \_\_\_\_\_, W.R., J.R. Clark and N.P. Matheny. 2004. **Arboriculture : Integrated Management of Landscape Trees, Shrubs and Vines**. 4<sup>th</sup> ed. Pearson Education. Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Helms, J.A. 1998. **The Dictionary of Forestry**. Bethesda, MD: Soc. Am. For.
- Himelick, E.B. 1981. **Tree and Shrub Transplanting Manual**. Intl. Soc. Arboricult., Campaign, Ill.

- Holdridge, L.R. 1967. **Life Zone Ecology**. Tropical Science Center, San José, Costa Rica.
- Howeler, R.H. 1990. Long-term effect of cassava cultivation on soil productivity. **Field Crops Res.** 25: 1-18.
- IPCC. 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. International Panel on Climate Change. IGES, Japan.
- Jackson, M.L. 1965. **Soil Chemical Analysis-Advance Course**. Department of Soils, University of Wisconsin, USA.
- Katagiri, S., Y. Matsutani and T. Tsutsumi. 1978. Mineral cycling, pp. 276-285. In T. Kira, Y. Ono and T. Hosokawa, eds. **Biological Production in a Warm Temperate Evergreen Oak Forest of Japan**. JIBP Synthesis 18. Univ. of Tokyo Press, Japan.
- Kira, T. and T. Shidei. 1967. Primary production and turnover of organic matter in different forest ecosystems of the Western Pacific. **J. Jap. Ecol.** 17: 10-87.
- Kittredge, J. 1944. Estimation of the amount of foliage of trees and stands. **J. For.** 42: 905-912.
- Knowe, S.A., L.R. Nelson, D.H. Gjerstad, B.R. Zutter, G.R. Glover, P.J. Minogue and J.H. Dukes. 1985. Four-year growth and development of planted loblolly pine on sites with competition control. **South. J. Appl. For.** 9: 11-15.
- Kozlowski, T.T. and W.J. Davies. 1975. Control of water balance in transplanted trees. **J. Arboric.** 1:1-10.
- Kumar, B.M., S.J. George, V. Jamaludheen, T.K. Suresh. 1998. Comparison of biomass production, tree allometry and nutrient use efficiency of multipurpose trees grown in woodlot and silvopastoral experiments in Kerala, India. **For. Ecol. Manage.** 112: 145-163.

- Lamb, F.B. 1966. **Mahogany of Tropical America: Its Ecology and Management**. University of Michigan Press, Ann Arbor, MI, USA.
- Lodhiyal, L.S. and N. Lodiya. 1997. Variation in biomass and net primary productivity in short rotation high density central Himalayan poplar plantations. **For. Ecol. Manage.** 98: 167–179.
- Miller, H.G. 1984. Dynamics of nutrient cycling in plantation ecosystems, pp. 53-78. In G.D. Bowen and E.K.S. Nambiar, eds. **Nutrition of Plantation Forests**. Academic Press, London.
- Mohammed, G.H., T.L. Noland and R.G. Wagner. 1998. Physiological perturbation in jack pine (*Pinus banksiana* Lamb) in the presence of competing herbaceous vegetation. **For. Ecol. Manage.** 103: 77–85.
- Nambiar, E.K.S. 1990. Interplay between nutrients, water, root growth and productivity in young plantations. **For. Ecol. Manage.** 30: 213–232.
- Neilsen, W.A. and A.M. Gerrard. 1999. Growth and branching habit of *Eucalyptus nitens* at different spacing and the effect on final crop selection. **For. Ecol. Manage.** 123: 217-229.
- Ng, F.S.P. 1992. ***Pterocarpus indicus* - the Majestic N-Fixing Tree**. NFT Highlights, No. 92-02. FACT Net, Winrock International.
- Odum, E.P. 1960. Organic production and turnover in old field succession. **Ecol.** 41:34–49.
- Orwa, C., A. Mutua, R. Kindt, R. Jamnadass and A. Simons. 2009. **Agroforestry Database: A Tree Reference and Selection Guide Version 4.0**. Available Source: <http://www.worldagroforestry.org/af/treedb/>, August 24, 2011.

- Örlander, G., U. Nilsson and J.-E. Hällgren. 1996. Competition for water and nutrients between ground vegetation and planted *Picea abies*. **N.Z. J. For. Sci.** 26: 99–117.
- Pennington, T.D. 2002. Mahogany carving a future. **Biologist** 49: 204-208.
- \_\_\_\_\_, T.D., B.T. Styles and D.A.H. Taylor. 1981. Meliaceae; flora neotropica. **Monograph** 28: 1-472.
- Pérez-Salicrup, D.R. and R. Esquivel. 2008. Tree infection by *Hipsipyla grandella* in *Swietenia macrophylla* and *Cedrela odorata* (Meliaceae) in Mexico's southern Yucatan Peninsula. **For. Ecol. Manage.** 255(2): 324 – 327.
- Peri, P.L., V. Gargaglione and G.M. Pastur. 2008. Above-and belowground nutrients storage and biomass accumulation in marginal *Nothofagus antarctica* forests in Southern Patagonia. **For. Ecol. Manage.** 255: 2502-2511.
- Petmark, P. 1983. **Primary Productivity, Nutrient Cycling and Organic Matter Turnover of Tree Plantations after Agricultural Intercropping Practices in Northeast Thailand.** Ph.D. Thesis, University of the Philippines at Los Banos, Los Banos.
- Piotto, D., E. Viquez, F. Montagnini and M. Kanninen. 2006. Pure and mixed forest plantations with native species of the dry tropics of Costa Rica. **For. Ecol. Manage.** 190(2-3): 359-372.
- Pratt, P.F. 1965. Potassium, pp. 1022-1030. In C.A. Black, ed. **Method of Soil Analysis. Part II. Agronomy No. 9.** American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Richardson, B. 1993. Vegetation management practices in plantation forests in Australia and New Zealand. **Can. J. For. Res.** 23: 1989–2005.
- Sands R. and E.K.S. Nambiar. 1984. Water relations of *Pinus radiata* in competition with weeds. **Can. J. For. Res.** 14: 233–237.

- Satoo, T. 1970. A synthesis of studies by the harvest method: Primary production relations in the temperate deciduous forest of Japan, pp. 55-72. In D.E. Reichle, ed. **Analysis of Temperate Forest Ecosystems**. 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 *Chamaecyparis obtuse*. **Bull. Tokyo Univ. For.** 54: 7-100.
- Savil, P., J. Evans, D. Auclair and J. Falck. 1997. **Plantation Silviculture in Europe**. Oxford University Press, New York.
- Schmidt, L. and D. Jøker. 2000. **Seed Leaflet, No. 30**. Danida Forest Seed Centre, Humlebaek.
- Shinozaki, K., K. Yoda, K. Hozumi and T. Kira. 1964. A quantitative analysis of plant from-the pipe model theory. I. Basic analysis. **Jpn. J. Ecol.** 14 : 97-105.
- Shono, K. and L.K. Snook. 2006. Growth of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) in natural forests in Belize. **J. Trop. For. Sci.** 18(1): 66-73.
- Shoup, S., R. Reavis and C. Whitcomb. 1981. Effects of pruning and fertilizers on establishment of bareroot deciduous tree. **J. Arboric.** 7(6): 155-157.
- Smethurst, P.J. and E.K.S. Nambiar. 1989. Role of weeds in the management of nitrogen in a young *Pinus radiata* plantation. **New For.** 3: 203-224.
- Struve, D.K., L. Burchfield and C. Maupin. 2000. Survival and growth of transplanted large-and small-caliper red oaks. **J. Arboricult.** 26: 162-169.
- Suleiman, M.K., N.R. Bhat, M.S. Abdal, L., Al-Mulla, R. Grina, R. Bellen, G. D'Cruz, J. George and A. Christopher. 2007. Screening of potential ornamental trees for Kuwait's climatic conditions. **J. Food Agri. Environ.** 5(1): 281 – 287.

- Thomson, L.A.J. 2006. *Pterocarpus indicus* (narra), ver.2.1. In C.R. Elevitch, ed. **Species Profiles for Pacific Island Agroforestry**. Permanent Agriculture Resources (PAR), Holualoa, Hawai'i.
- Toky, O.P. and V. Singh. 1995. Nutrient dynamics in *Leucaena*, *Acacia* and *Eucalyptus*, short rotation, high density (energy) plantations in arid India. **J. Arid Environ.** 31: 401-413.
- Thaiutsa, B., L. Puangchit, R. Kjelgren and W. Arunpraparut. 2008. Urban green space, street tree and heritage large tree assessment in Bangkok, Thailand. **Urban Forestry and Urban Greening** 7: 219-229.
- Tsutsumi, T. 1971. Accumulation and circulation of nutrient elements in forest ecosystems, pp. 543-552. In P. Duvigneaud, ed. **Productivity of Forest Ecosystem**. Proceeding of Brussels Symposium, October 1969. Unesco, Paris.
- Watson, G.W. and E.B. Himelick. 1982. Root distribution of nursery trees and its relationship to transplanting success. **J. Arboric.** 8: 225-228.
- Whittaker, R.H. and G.M. Woodwell. 1971. Measurement of net primary production of forests, pp, 159-175. In P. Duvigneaud, ed. **Productivity of Forest Ecosystem**. Proceeding of Brussels Symposium, October 1969. Unesco, Paris.



ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2546-2555

ปี	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)												
	พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2546	23.8	26.2	26.9	28	27.1	27.7	28.1	26.9	25.8	25.3	24.7	24.8	26.3
2547	23.3	25.5	26.3	27.8	27.9	27.1	26.5	26.9	26	25.4	25.2	22.4	25.9
2548	24	24.1	27.9	28.7	27.5	27	27	27	26	25.9	25.9	23.1	26.2
2549	23.9	27.1	26.8	28.2	28.5	27.5	27.3	27.6	26.3	25.5	24.3	22.2	26.3
2550	23.6	26	27.3	27.6	26.3	27.2	26.4	26.2	25.5	25.4	25.2	22.9	25.8
2551	23.6	25.2	27.3	27	26.3	27.5	26.4	26.5	25.9	24.7	22.8	24.4	25.6
2552	23.8	23.9	26.4	26.7	26.5	26.7	26.8	26.1	25.2	25.4	23.5	21.8	25.2
2553	21.7	26	25.8	27.1	26.6	27.2	26.5	26.5	25.7	25.5	23.8	23.8	25.5
2554	23.8	26.4	28.2	28.7	28.6	28.5	27	25.8	25.6	24.6	24.2	23.5	26.2
2555	22.5	24.9	23.9	26.1	26.1	26.8	26.3	25.7	25.4	24.8	24.6	21.9	24.9
เฉลี่ย	23.4	25.5	26.7	27.6	27.1	27.3	26.8	26.5	25.7	25.3	24.4	23.1	25.8

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2546-2555

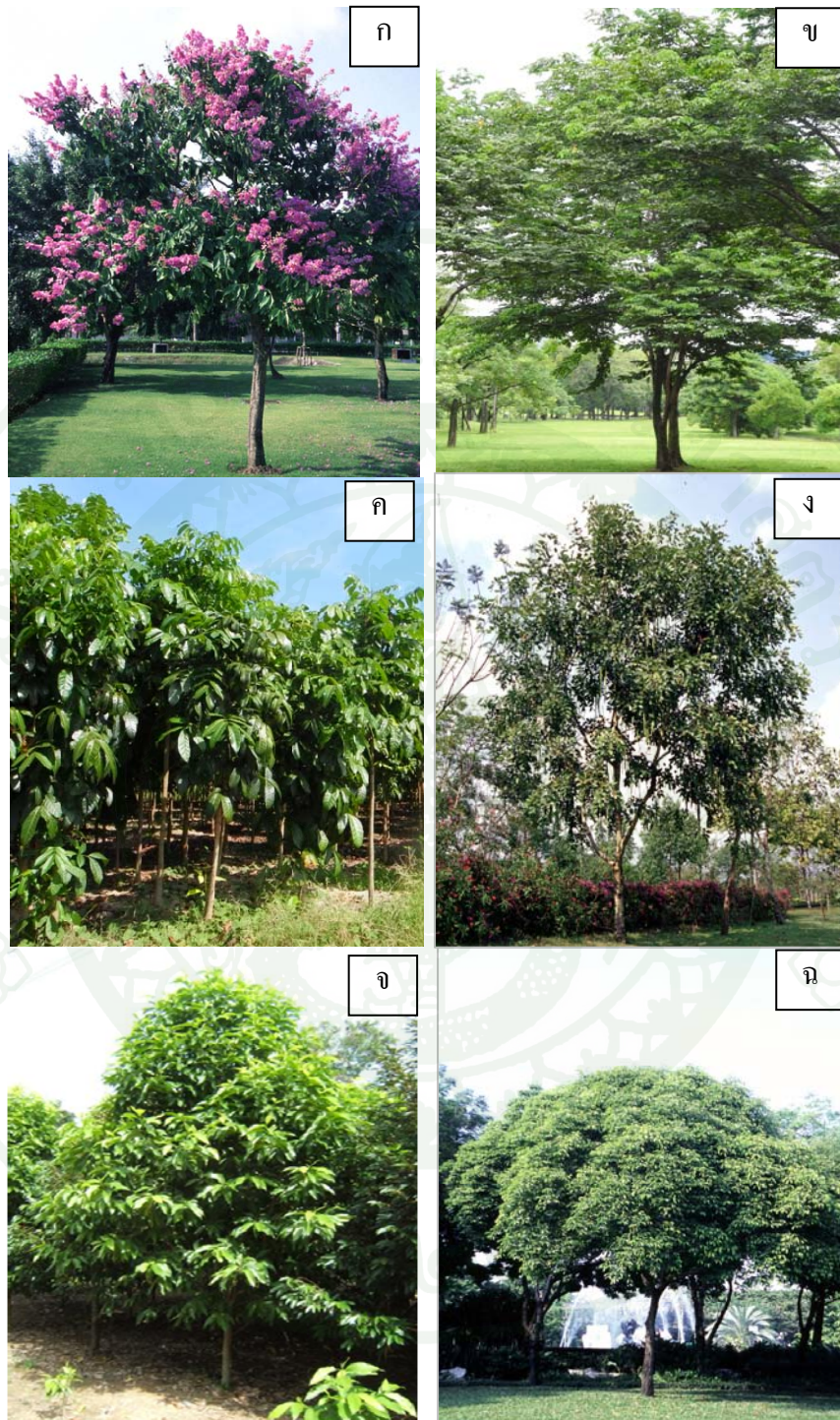
ปี	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)												
	พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2546	0.7	11.1	70.7	84.1	265.8	17.3	30.4	190.7	298.9	62.6	21.8	31.1	1,085.2
2547	0	39.3	146.5	120.5	134.6	186.7	149.8	65.6	253.5	166.8	0	0	1,263.3
2548	1.5	63.5	35.2	88.4	83.5	179.0	107.6	67.9	319.3	20.3	1.2	0	967.4
2549	18.5	3.4	64.4	114.7	180.5	65.9	45.9	83.9	264.6	105.3	137.0	8.3	1,092.4
2550	0.7	22.5	50.5	121.7	207.0	248.1	145.4	115.8	140.4	147.8	7.5	0	1,207.4
2551	0	94.1	56.3	87.7	163.0	101.6	150.8	229.2	129.1	125.6	18.4	0	1,155.8
2552	0.1	17.9	80.3	177.0	248.3	50.0	43.7	151.8	363.7	229.5	9.4	0	1,371.7
2553	0	47.9	154.5	164.7	94.7	85.3	138.2	168.2	262.5	107.8	13.2	11.6	1,248.6
2554	44.7	3.2	0	132.0	101.5	61.0	118.4	231.4	266.3	393.1	4.4	65.0	1,421.0
2555	0.5	66.0	42.0	88.9	218.8	90.4	176.0	173.9	406.0	157.7	8.1	0	1,428.3
เฉลี่ย	6.7	36.9	70.0	118.0	169.8	108.5	110.6	147.8	270.4	151.7	22.1	11.6	1,224.1

ตารางผนวกที่ 3 คุณสมบัติดิน และปริมาณสารอาหารในดินในสวนป่าไม้ล้อม

คุณสมบัติดิน	ความลึก (ซม.)	ชนิดของพรรณไม้					
		MA	ME	CF	LS	PI	SM
ความหนาแน่นรวม	0-15	1.37	1.27	1.28	1.06	1.28	1.26
(กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)	15-30	1.44	1.39	1.49	1.35	1.35	1.40
ไนโตรเจน	0-15	0.20	0.28	0.19	0.31	0.24	0.12
(ร้อยละ)	15-30	0.22	0.27	0.19	0.25	0.22	0.09
ฟอสฟอรัส	0-15	45.21	8.98	2.28	2.56	1.96	1.73
(มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	15-30	8.87	2.78	2.00	1.23	2.03	1.17
โพแทสเซียม	0-15	112.88	99.27	78.31	125.95	80.90	66.04
(มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	15-30	98.52	54.90	74.71	54.64	62.26	36.51

ตารางผนวกที่ 4 ความเข้มข้นของสารอาหารและระดับของสารอาหารในดินของสวนป่าไม้ด้อม

ชนิดของพรรณไม้	ไนโตรเจน	
	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	ระดับ
อินทนิลน้ำ	0.21 – 0.34	สูง-สูงมาก
ประดู่บ้าน	0.19 – 0.27	สูง-สูงมาก
มะฮอกกานีใบใหญ่	0.09 – 0.15	ปานกลาง-สูง
ราชพฤกษ์	0.15 – 0.22	สูง
จำปี	0.19 – 0.23	สูง-สูงมาก
พิศุล	0.25 – 0.35	สูงมาก
	ฟอสฟอรัส	
อินทนิลน้ำ	1.09 – 3.16	ต่ำมาก-ต่ำ
ประดู่บ้าน	1.78 – 2.42	ต่ำมาก
มะฮอกกานีใบใหญ่	1.08 – 1.83	ต่ำมาก
ราชพฤกษ์	1.54 – 2.65	ต่ำมาก-ต่ำ
จำปี	3.6 – 120.73	ต่ำ-สูงมาก
พิศุล	1.09 – 14.64	ต่ำมาก-ปานกลาง
	โพแทสเซียม	
อินทนิลน้ำ	38.56 – 122.96	ต่ำ-สูงมาก
ประดู่บ้าน	44.54 – 109.44	ต่ำ-สูง
มะฮอกกานีใบใหญ่	28.62 – 80.50	ต่ำมาก-ปานกลาง
ราชพฤกษ์	61.98 – 87.86	ปานกลาง
จำปี	68.3 – 162.78	ปานกลาง-สูงมาก
พิศุล	27.92 – 118.02	ต่ำมาก-สูง



ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะของต้นอินทนิลน้ำ (ก) ประดู่บ้าน (ข) มะฮอกกานีใบใหญ่ (ค) ราชพฤกษ์ (ง) จำปี (จ) และพิทูล (ฉ)

ที่มา: ศูนย์วิจัยป่าไม้ (2547) และ โรงเรียนลำปลายมาศพัฒนา บุรีรัมย์ (2553)



ภาพผนวกที่ 2 การขุดล้อมต้นไม้ (ก) การศึกษาขนาดของตุ้มดิน (ข-ค) การแยกดินออกจากราก (ง) การชั่งน้ำหนักราก (จ) การเก็บตัวอย่างราก (ฉ)



ภาพผนวกที่ 3 การตัดทอนต้นไม้ (ก) การแยกส่วนต่างๆ ของต้นไม้ (ข) การชั่งน้ำหนักลำต้น (ค) การชั่งน้ำหนักกิ่ง (ง) และการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปหาปริมาณมวลชีวภาพ

## ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวละอองดาว เถาว์พิมาย
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 17 มกราคม 2525
สถานที่เกิด	อำเภอชุมพวง จังหวัดนครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้ช่วยวิจัย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนผู้ช่วยสอนจากบัณฑิตวิทยาลัย เทอมปลาย ปีการศึกษา 2551, ทุนราชกิจหาส โมสร, ทุนสนับสนุนการวิจัยจากโครงการวิจัย ASEAN-Korea Environmental Cooperation Project (AKECOP), ทุนสนับสนุนการวิจัยจากโครงการวนวัฒนวิธีเพื่อการจัดการไม้ลื้อมอย่างยั่งยืน, สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และทุนโครงการแลกเปลี่ยนนิสิต จาก JASSO ประเทศญี่ปุ่น