



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีวนวัฒน)

ปริญญา

เทคโนโลยีวนวัฒน

วนวัฒนวิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง

ผลของการตัดขยายระยะต่อสมบัติของดิน มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และองค์ประกอบของ
ไม้พื้นล่างในสวนป่าไม้ต่างถิ่น บริเวณดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

Effects of Thinning on Soil Properties, Aboveground Biomass and Undergrowth
Composition in Exotic Tree Plantations at Doi Angkhang, Chiang Mai Province

นามผู้วิจัย

นายประทักษ์ พาโคกหม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งเรือง พูลศิริ, Dr.nat.techn.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์สันต์ เกตุปราณีต, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(อาจารย์จรงค์ วัชรินทร์รัตน์, วท.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการตัดขยายระยะต่อสมบัติของดิน มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และองค์ประกอบ
ของไม้พื้นล่างในสวนป่าไม้ต่างถิ่น บริเวณดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

Effects of Thinning on Soil Properties, Aboveground Biomass and Undergrowth
Composition in Exotic Tree Plantations at Doi Angkhang, Chiang Mai Province

โดย

นายประทักษ์ พาโคกหม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีวนวัฒน)
พ.ศ. 2556

ประทักษ์ พาโคกหม 2556: ผลของการตัดขยายระยะต่อสมบัติของดิน มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และองค์ประกอบของไม้พื้นล่างในสวนป่าไม้ต่างถิ่น บริเวณดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีวนวัฒน) สาขาวิชาเทคโนโลยีวนวัฒน ภาควิชาวนวัฒนวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งเรือง พูลศิริ, Dr.nat.techn. 127 หน้า

การศึกษาผลของการตัดขยายระยะต่อสมบัติของดิน มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และองค์ประกอบของไม้พื้นล่าง ในสวนป่าไม้ต่างถิ่น บริเวณดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการเปรียบเทียบถึงผลของการตัดขยายระยะต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และองค์ประกอบของไม้พื้นล่างในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่นจำนวน 4 ชนิด คือ กระถินดอย (*Acacia confusa* Merr.) จันทน์ทองเทศ (*Fraxinus griffithii* C.B. Clarke) เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana* Hance.) และสนหนาม (*Cunninghamia lanceolata* Hook.) ที่ระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะ ร้อยละ 20, 40, 60 และแปลงควบคุม ตามลำดับ โดยวางแผนการทดลองแบบ split plot design in RCBD (randomize complete block design) ซึ่งทำการวางแผนทดลองขนาด 20x20 เมตร จำนวน 2 แปลงในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะในแต่ละชนิดไม้ ทำการศึกษามวลชีวภาพของดิน มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และองค์ประกอบของไม้พื้นล่าง โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ผลการศึกษามวลชีวภาพของดิน พบว่า กระถินดอยมีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมของดินมากที่สุด ลักษณะเนื้อดินส่วนใหญ่ประกอบด้วยอนุภาคดินเหนียว และในแปลงไม้ต่างถิ่นทั้ง 4 ชนิด ค่าความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มลดลงตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งความหนาแน่นรวมของดินและความพรุนของดินในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะในแปลงกระถินดอยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ชนิดไม้อื่นๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสมบัติทางเคมี พบว่า pH ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่นทั้ง 4 ชนิด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกับแนวโน้มของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณของไนโตรเจนรวม โดยค่าเฉลี่ยของ pH ปริมาณเฉลี่ยของแคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยมีมากที่สุดในสนหนาม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยมีมากที่สุดในเมเปิลหอม ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณของไนโตรเจนรวมเฉลี่ยมีมากที่สุดในกระถินดอย ผลการศึกษาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน พบว่า มีมากที่สุดในสนหนาม และมีน้อยที่สุดในจันทน์ทองเทศ ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของเมเปิลหอมและสนหนามมีแนวโน้มลดลงตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น ซึ่งระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะของไม้แต่ละชนิด มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการศึกษาค่าประกอบของไม้พื้นล่าง พบว่า มีจำนวนชนิดไม้พื้นล่างทั้งหมด 56 วงศ์ 104 สกุล 116 ชนิด โดยจำนวนชนิดไม้พื้นล่างในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่นทั้ง 4 ชนิด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะ แต่ในทางตรงข้ามความหลากหลายของชนิดพรรณไม้ในแปลงเมเปิลหอมและสนหนาม มีแนวโน้มลดลงตามระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะ

Pratak Pakoktom 2013: Effects of Thinning on Soil Properties, Aboveground Biomass and Undergrowth Composition in Exotic Tree Plantations at Doi Angkhang, Chiang Mai Province. Master of Science (Silviculture Technology), Major Field: Silviculture Technology, Department of Silviculture. Thesis Advisor: Assistant Professor Roongreang Poolsiri, Dr.nat.techn. 127 pages.

Study on effects of thinning on soil properties, aboveground biomass and undergrowth composition in exotic tree plantations at Doi Angkhang, Chiang Mai province aimed to compare the effects of various thinning intensities on changes of soil properties and aboveground biomass in 4 exotic tree plantations as *Acacia confusa* Merr., *Fraxinus griffithii* C.B. Clarke, *Liquidambar formosana* Hance. and *Cunninghamia lanceolata* Hook. at various thinning intensities i.e. control, 20, 40 and 60%, respectively. Two 20 m x 20 m experimental plots were set up in each thinning intensity of each exotic tree plantation. Soil physical and chemical properties, aboveground biomass and undergrowth composition were investigated.

The results showed that physical soil properties, soil bulk density was the highest in *A. confusa*. Most soil texture was clay and soil bulk density was decreased with increasing thinning intensities in all 4 exotic tree plantations. Furthermore, soil bulk density and porosity in each thinning intensity of *A. confusa* were significant differences but those were non-significant differences in other exotic tree plantations. Meanwhile, chemical soil properties as pH, available phosphorus, exchangeable potassium, calcium and magnesium in 4 exotic tree plantations trended to increase with increasing thinning intensities that was contrast to trend of soil organic matter and total nitrogen. Values of pH, exchangeable calcium and magnesium and available phosphorus were the highest in *C. lanceolata* and exchangeable potassium were the highest in *L. formosana*. Soil organic matter and total nitrogen contents were the highest in *A. Confusa*. Aboveground biomass was the highest in *C. lanceolata* and was the lowest in *F. griffithii*. Aboveground biomass of *L. formosana* and *C. lanceolata* decreased with increasing thinning intensity. Thinning intensities of each exotic tree plantations did not significantly affect to the aboveground biomass. Undergrowth composition was consisted of 56 families, 104 genera and 116 species. Meanwhile, undergrowth in 4 exotic tree plantations trended to increase with increasing thinning intensities that was contrast to the trend of species diversities in *L. formosana* and *C. lanceolata* that were decreased with increasing thinning intensities.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งเรือง พูลศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ช่วยให้คำปรึกษาในเรื่องการเรียน แนะนำการทำวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของงานวิจัย ตลอดจนเป็นแรงผลักดันในการทำวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สันต์ เกตุปราณีต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาช่วยเหลือแนะนำการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญวงศ์ ไทยอุตสาห์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวนุช ถาวรพฤษ์ ประธานการสอบ ที่กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติม แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ พี่จอร์ สุริยะ พี่ปราโมทย์ สุขสถิตย์ เจ้าหน้าที่ป่าไม้สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ที่ให้ความช่วยเหลือและประสานงานต่างๆ เป็นอย่างดี ขอขอบคุณพี่ติ่ม เพื่อนเกมส์ เพื่อนเบิ้ล น้องดุก น้องเอ็กและน้องเคย์ ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนามรวมทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ พี่ๆ น้องๆ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา รวมถึงเพื่อนๆ วนศาสตร์71 ทุกๆ ท่านที่ทำให้กำลังใจและให้คำปรึกษาด้านต่างๆ อย่างดีตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อประทีป พาโคกหม และคุณแม่เนียร พาโคกหม ที่คอยให้กำลังใจให้คำปรึกษาและเป็นผู้อยู่เบื้องหลังความสำเร็จของลูกเสมอมา รวมถึงพี่อ้อม พี่อู๋ ญาติพี่น้องทุกๆ ท่าน

สุดท้ายนี้คุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอบแต่คุณพ่อคุณแม่ และครูบาอาจารย์ทุกๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชามาตลอดชีวิตของข้าพเจ้า

ประทักษ์ พาโคกหม
พฤษภาคม 2556

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	26
ผลและวิจารณ์	31
สรุปและข้อเสนอแนะ	83
สรุป	83
ข้อเสนอแนะ	84
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	86
ภาคผนวก	92
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	127

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความหนาแน่นรวมของดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	32
2	ความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	33
3	ความหนาแน่นของอนุภาคดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	35
4	ความหนาแน่นของอนุภาคดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	36
5	ความพรุนของดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	37
6	ความพรุนของดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	38
7	ขนาดอนุภาคดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงกระถินดอย ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	40
8	ขนาดอนุภาคดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงจันทร์ทองเทศ ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	41
9	ขนาดอนุภาคดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงเมเปิ้ลหอม ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	43
10	ขนาดอนุภาคดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงสนหนาม ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	44
11	ขนาดอนุภาคดินและประเภทเนื้อดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	46
12	พีเอชของดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	48
13	พีเอชของดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	49
14	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	51
15	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	52
16	ปริมาณไนโตรเจนรวมที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	53

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17	ปริมาณไนโตรเจนรวมที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูก ไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	54
18	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูก ไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	56
19	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ใน แปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	57
20	ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูก ไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	59
21	ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ใน แปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	60
22	ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูก ไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	61
23	ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลง ปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	62
24	ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูก ไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	64
25	ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ใน แปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	65
26	เปรียบเทียบผลการทดสอบทางสถิติ (F-value) ของสมบัติดินระหว่างชนิดไม้ ที่ปลูก ระดับความหนักเบาในการตัด และระหว่างชนิดที่ปลูกกับความหนัก เบาในการตัดขยายระยะ	66
27	รูปแบบสมการ allometric relation สำหรับการประมาณหามวลชีวภาพ ของส่วน ต่างๆ ของไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัด เชียงใหม่ (n=5)	67
28	มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวง อ่างขางจังหวัดเชียงใหม่	73
29	เปรียบเทียบผลการทดสอบทางสถิติ (F-value) ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ระหว่างชนิดไม้ที่ปลูก ระดับความหนักเบาในการตัด และระหว่างชนิดที่ปลูก กับความหนักเบาในการตัดขยายระยะ	74
30	จำนวนไม้พื้นล่างที่พบในสวนป่าไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่าง ขาง จังหวัดเชียงใหม่	81

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงควบคุม แปลงกระถินดอย ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	93
2	ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 20 แปลงกระถินดอย ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	94
3	ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 40 แปลงกระถินดอย ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	96
4	ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 60 แปลงกระถินดอย ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	97
5	ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงควบคุม แปลงจันทร์ทองเทศ ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	99
6	ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 20 แปลงจันทร์ทองเทศ ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	101
7	ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 40 แปลงจันทร์ทองเทศ ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	103
8	ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 60 แปลงจันทร์ทองเทศ ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	105
9	ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงควบคุม แปลงกระถินดอย ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	108
10	ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 20 แปลงเมเปิลหอม ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	110
11	ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 40 แปลงเมเปิลหอม ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	111
12	ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 60 แปลงเมเปิลหอม ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	112
13	ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงควบคุม แปลงสนหนาม ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	114
14	ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 20 แปลงสนหนาม ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	116
15	ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 40 แปลงสนหนาม ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	118
16	ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 60 แปลงสนหนาม ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	120

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่

หน้า

- 17 รายชื่อพรรณไม้พื้นล่างบริเวณแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด
ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

122



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะทั่วไปของกระถินดอย (<i>Acacia confusa</i> Merr) ลำต้น (ก) และใบ (ข)	17
2	ลักษณะทั่วไปของจันทน์ทองเทศ (<i>Fraxinus griffithii</i> C.B. Clarke) ลำต้น (ก) และใบ (ข)	19
3	ลักษณะทั่วไปของเมเปิลหอม (<i>Liquidambar formosana</i> Hance) ลำต้น (ก) และใบ (ข)	21
4	ลักษณะทั่วไปของสนหนาม (<i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook) ลำต้น (ก) และ ใบและผล (ข)	23
5	รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของส่วนต่างๆ ของกระถินดอย และมวลชีวภาพของลำต้น (ก) กิ่ง (ข) และใบ (ค) (n=5)	68
6	รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของส่วนต่างๆ ของจันทน์ทองเทศ และมวลชีวภาพของลำต้น (ก) กิ่ง (ข) และใบ (ค) (n=5)	69
7	รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของส่วนต่างๆ ของเมเปิลหอม และมวลชีวภาพของลำต้น (ก) กิ่ง (ข) และใบ (ค) (n=5)	70
8	รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของส่วนต่างๆ ของสนหนาม และมวลชีวภาพของลำต้น (ก) กิ่ง (ข) และใบ (ค) (n=5)	71
9	ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของส่วนต่างๆ ของไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่	72
10	ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของส่วนต่างๆ ของกระถินดอย ในแปลงตัดขยายระยะที่มีระดับความหนักเบาแตกต่างกัน	75
11	ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของส่วนต่างๆ ของจันทน์ทองเทศ ในแปลงตัดขยายระยะที่มีระดับความหนักเบาแตกต่างกัน	76
12	ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของส่วนต่างๆ ของเมเปิลหอม ในแปลงตัดขยายระยะที่มีระดับความหนักเบาแตกต่างกัน	77
13	ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของส่วนต่างๆ ของสนหนาม ในแปลงตัดขยายระยะที่มีระดับความหนักเบาแตกต่างกัน	78

**ผลของการตัดขยายระยะต่อสมบัติของดิน มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน
และองค์ประกอบของไม้พื้นล่างในสวนป่าไม้ต่างถิ่น บริเวณดอยอ่างขาง
จังหวัดเชียงใหม่**

**Effects of Thinning on Soil Properties, Aboveground Biomass and
Undergrowth Composition in Exotic Tree Plantations at Doi Angkhang,
Chiang Mai Province**

คำนำ

ดอยอ่างขางได้ผ่านการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อทำไร่เลื่อนลอยมาเป็นเวลาช้านาน ทำให้ส่งผลกระทบและเกิดปัญหาต่างๆ ตามมามากมาย ซึ่งส่วนหนึ่งของปัญหา คือ การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินทั้งทางด้านกายภาพและทางด้านเคมี ทั้งนี้เนื่องจากการไหลบ่าชะหน้าดินของน้ำฝนนำไปสู่การกัดเซาะดินและอาจมีการกร่อนของดินเกิดขึ้น ดังนั้นวิธีการที่จะทำให้มีป่าเกิดขึ้นมาทดแทนพื้นที่ป่าที่ถูกทำลายไปในบริเวณนี้ คือ การปลูกป่า โดยโครงการหลวงเป็นหน่วยงานแรกๆ ที่ได้เข้ามาดำเนินการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในบริเวณนี้ ซึ่งโครงการหลวงเป็นโครงการส่วนพระองค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว โดยปัจจุบันดำเนินงานใน 4 จังหวัดภาคเหนือ คือ เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน พะเยา และแม่ฮ่องสอน มีสถานีวิจัยหลัก 4 สถานี คือ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง สถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์ สถานีเกษตรหลวงปางดะ และสถานีวิจัยและส่งเสริมกาแฟอาราบิก้าแม่หลอด อีกทั้งสถานีส่งเสริมปลูกพืชทดแทนฝิ่น เรียกว่า ศูนย์พัฒนาโครงการ จำนวน 21 ศูนย์ และหมู่บ้านพัฒนาอีก 6 หมู่บ้าน รวมหมู่บ้านในเขตปฏิบัติการทั้งสิ้น 267 หมู่บ้าน โดยสถานีเกษตรหลวงอ่างขางเป็นสถานีวิจัยแห่งแรกของโครงการหลวง จัดตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2512 เพื่อแก้ปัญหการปลูกฝิ่น การทำลายทรัพยากรป่าไม้อันเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญต่อระบบนิเวศ ตามแนวพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่ว่า “ให้เขาช่วยตัวเอง” โดยเปลี่ยนพื้นที่จากไร่ฝิ่นมาเป็นแปลงเกษตรเมืองหนาวที่สร้างรายได้ให้แก่ราษฎรเป็นอย่างมาก สถานีเกษตรแห่งนี้เป็นที่ตั้งสถานีวิจัยและทดลองการปลูกพืชเกษตร ได้แก่ ดอกไม้เมืองเหนือ พันธุ์ไม้หอมของไทยและต่างประเทศ พันธุ์ผักเมืองหนาว รวมถึงการปลูกสร้างสวนป่า เพื่อเป็นตัวอย่างแก่ราษฎรชาวเขาในการนำพืชดังกล่าวมาปลูกเป็นอาชีพเป็นการสร้างรายได้ และทำให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีวก่อน เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวประสบปัญหาการตัดไม้ทำลายป่าและการทำไร่เลื่อนลอยมาเป็นเวลานาน จนเกิดปัญหาต่างๆ ตามมามากมาย โดยเฉพาะปัญหาการชะละลายและการกร่อนของหน้าดินอันเนื่องมาจากน้ำฝน จึงต้องมีการปลูกป่าเพื่อทดแทนพื้นที่ป่าที่ถูกทำลายจากปัจจัยข้างต้น

ปัจจุบันไม้ต่างถิ่นกำลังเป็นที่นิยมปลูกในลักษณะของสวนป่าเชิงเศรษฐกิจ โดยไม้ต่างถิ่นบางชนิดสามารถเติบโตได้ดีกว่าไม้พื้นเมือง โดยปกคลุมพื้นที่ในระยะเวลาที่รวดเร็วและลดอัตราการกร่อนของดินได้ ดังนั้นเมื่อปี พ.ศ. 2525 โครงการหลวงจึงได้เริ่มดำเนินการนำพรรณไม้ต่างถิ่นชนิดต่างๆ

อาทิจั่น กระถินดอย (*Acacia confusa* Merr.) จันทน์ทองเทศ (*Fraxinus griffithii* C.B. Clarke) เมเปิ้ลหอม (*Liquidambar formosana* Hance.) และสนหนาม (*Cunninghamia lanceolata* Hook.) มาปลูกในลักษณะของการทดลองกึ่งสาธิตด้านการปลูกสร้างสวนป่า แต่เนื่องจากไม้ต่างถิ่นมีคุณสมบัติการเติบโตดังที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นเมื่อปลูกไปเป็นระยะเวลาหนึ่งจะเกิดการแข่งขันกันทั้งทางด้านสารอาหารและแสงอาทิตย์เนื่องจากการเบียดกันของเรือนยอด เป็นผลทำให้อัตราการเติบโตของต้นไม้ลดลง แต่อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ในการปลูกสร้างสวนป่า คือ การนำผลผลิตเนื้อไม้มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเฉพาะกระบวนการด้านวนวัฒนวิทยานั้นการปลูกสร้างสวนป่าจะมองที่ปริมาณไม้เป็นสำคัญ ดังนั้นจึงได้มีการนำระบบวนวัฒนเข้ามาใช้ในการจัดการสวนป่าไม้ต่างถิ่นเหล่านี้ โดยการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้การตัดขยายระยะที่มีระดับความหนักเบาในการตัดที่แตกต่างกัน ซึ่งในแต่ละระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะนั้นก็จะมีผลกระทบต่อมวลชีวภาพของต้นไม้ที่เหลืออยู่ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอาหารที่แตกต่างกันออกไป รวมทั้งองค์ประกอบของไม้พื้นล่าง ฉะนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นที่การเปรียบเทียบผลจากการตัดขยายระยะที่มีระดับความหนักเบาแตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และองค์ประกอบของไม้พื้นล่าง ตลอดจนสามารถเลือกระดับความหนักเบาที่เหมาะสมในการตัดขยายระยะของไม้แต่ละชนิดในพื้นที่เหล่านี้ได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการตัดขยายระยะต่อสมบัติของดิน มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และองค์ประกอบของไม้พื้นล่างในสวนป่าไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด บริเวณดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่
2. เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ใช้เป็นข้อมูลในการเลือกระดับความหนาแน่นของการตัดที่เหมาะสมในการตัดขยายระยะของไม้แต่ละชนิด



การตรวจเอกสาร

การตัดขยายระยะ

1. นิยามและความหมาย

การตัดขยายระยะ (thinning) เป็นการตัดฟันที่กระทำในหมู่ไม้ที่ยังไม่แก่เต็มที่ เพื่อเร่งการเติบโตของต้นไม้ที่เหลืออยู่ และเพื่อเป็นการเพิ่มพูนผลผลิตทั้งหมดของป่า ผลผลิตทั้งหมดนั้นนอกจากจะได้จากไม้ที่ตัดออกจากการตัดขยายระยะแล้ว ยังได้จากไม้ที่เลือกให้เหลือไว้ได้เติบโตอย่างแข็งแรงเป็นไม้ใหญ่อย่างรวดเร็ว ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของการตัดขยายระยะจึงทำให้การเติบโตของต้นไม้ที่เหลือได้กระจายอย่างสม่ำเสมอในอัตราสูงสุดและเป็นการใช้ประโยชน์ไม้ก่อนที่จะถึงกำหนดรอบหมุนเวียนของการตัดฟัน (วิสุทธิ์, 2544) ซึ่งสอดคล้องกับ มณทิ (2533) ได้ให้ความหมายว่า การตัดขยายระยะ คือ การเลือกตัดไม้ที่ผ่านไม้รุ่น (sapling) ไปแล้ว และขึ้นอยู่หนาแน่นออก เพื่อช่วยให้ต้นไม้ที่เหลือมีโอกาสเติบโตอย่างเต็มที่ โดยวัตถุประสงค์ของการตัดขยายระยะนั้น ก็เพื่อช่วยให้ต้นไม้มีการเติบโตเร็วขึ้น ทำให้มีรอบตัดฟันสั้นลง พร้อมทั้งทำให้ต้นไม้มีคุณภาพดี และเพื่อให้มีรายได้จากการขายไม้ที่ถูกตัดออกจากการตัดขยายระยะ

การตัดขยายระยะนั้นไม่ได้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการเจริญทดแทนแต่อย่างใด เพราะการตัดขยายระยะจะเป็นการเปิดช่องว่าง (growing space) ให้กับต้นไม้ที่เหลือได้เติบโตปกคลุมพื้นที่ต่อไป แต่อาจจะมีเจริญทดแทนขึ้นมาควบคุมภายหลังการเปิดช่องว่างนั้น นอกจากนี้อาจมีพืชพรรณอื่นเกิดมาใหม่ภายหลังการตัดขยายระยะด้วย (วิสุทธิ์, 2544) และ Garfitt (1975) กล่าวว่า หลักการโดยทั่วไปของการตัดขยายระยะนั้น ได้คิดขึ้นมาเพื่อที่จะใช้กับต้นไม้ที่มีช่วงอายุเท่ากันในหมู่ไม้ มีการคัดเลือกเป็นไปอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ และได้ต้นไม้ที่แข็งแรงเหมาะสมที่สุดทั้งในด้านชีววิทยาและในด้านการใช้ประโยชน์

วิสุทธิ์ (2544) ได้รายงานว่าการตัดขยายระยะมี 4 วิธี คือ การตัดขยายระยะไม้ชั้นล่าง (low thinning) การตัดขยายระยะไม้ชั้นบน (crown thinning) การตัดขยายระยะแบบเลือกตัด (selection thinning) และการตัดขยายระยะเชิงกล (mechanical thinning) ใน 3 วิธีแรก การกระทำจะพิจารณาจากลักษณะของเรือนยอดของต้นไม้แต่ละต้นเป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังอาจพิจารณาลักษณะของลำต้นประกอบอีกด้วยก็ได้ ส่วนวิธีที่ 4 นั้น พิจารณาเฉพาะระยะห่างระหว่างต้นไม้แต่ละต้นในหมู่ไม้ นอกจากนี้อาจจะมีวิธีที่ 5 คือ การตัดขยายระยะเสรี (free thinning) ซึ่งเป็นการรวมหลายๆ วิธีจาก 4 วิธีข้างต้น โดยพิจารณาทั้งลักษณะเรือนยอด ลักษณะของลำต้น และระยะห่างระหว่างต้นควบคู่กัน ซึ่งรายละเอียดของแต่ละวิธีมีดังนี้

การตัดขยายระยะไม้ชั้นล่าง คือ การตัดขยายระยะต้นไม้เรือนยอดถูกข่ม (suppressed หรือ overtopped) และต้นไม้ตายแล้วออกก่อน เมื่อความหนาแน่นของการตัดมากขึ้น พวกต้นไม้เรือนยอด

ปานกลาง (intermediate) และต้นไม้เรือนยอดตรง (codominant) ก็จะถูกเลือกตัดออก อย่างไรก็ตามการกระทำเช่นนี้จะไม่เป็นการเร่งการเติบโตของต้นไม้ที่เหลือแต่อย่างไร เพราะการตัดพวกไม้เรือนยอดถูกข่มออก ไม่ได้เป็นการเปิดช่องว่างให้หมู่ไม้ที่เหลือได้รับแสงสว่างเพิ่มขึ้น หากแต่เป็นเพียงการนำไม้เล็กที่ถูกไม้ใหญ่ต้นอื่นเบียดบังออก ดังนั้นเพื่อเป็นการเร่งการเติบโตของต้นไม้ที่เหลือ การตัดขยายระยะโดยวิธีนี้ควรกระทำให้หนักขึ้น เพื่อที่จะได้เอาต้นไม้เรือนยอดตรงออกบ้าง

การตัดขยายระยะไม้ชั้นบน เป็นการตัดขยายระยะที่จะเลือกต้นไม้ชั้นเรือนยอดบนออกเพื่อส่งเสริมการเติบโตของต้นไม้ที่เหลือ ซึ่งเป็นต้นไม้ที่มีชั้นเรือนยอดบนเช่นเดียวกับต้นไม้ที่ถูกคัดเลือกตัดออกไป ต้นที่ถูกตัดออกส่วนใหญ่มีชั้นเรือนยอดตรง แต่พวกไม้เรือนยอดเด่นและไม้เรือนยอดปานกลางบางต้นที่ขัดขวางการเติบโตของต้นไม้ที่ต้องการจะเหลือไว้ ก็อาจจะถูกตัดออกไปด้วย อย่างไรก็ตามการตัดขยายระยะไม้ชั้นบนและการตัดขยายระยะไม้ชั้นล่างต่างก็มีวัตถุประสงค์เหมือนกัน คือ ช่วยส่งเสริมการเติบโตของต้นไม้ชั้นเรือนยอดบน พวกไม้เรือนยอดเด่นและไม้เรือนยอดตรง ส่วนความแตกต่างของทั้งสองวิธีนี้อยู่ที่การคัดเลือกต้นไม้ออก กล่าวคือ การตัดขยายระยะไม้ชั้นบนจะคัดเลือกตัดต้นไม้ที่มีชั้นเรือนยอดบนออก โดยไม่คำนึงว่าการตัดนั้นจะกระทำหนักเบาเพียงไร ส่วนพวกไม้เรือนยอดปานกลางและไม้เรือนยอดถูกข่มจะเหลือไว้ ซึ่งจะตรงกันข้ามกับการตัดขยายระยะไม้ชั้นล่าง

การตัดขยายระยะแบบเลือกตัด เป็นการเลือกตัดต้นไม้ที่มีชั้นเรือนยอดบนที่เป็นไม้เรือนยอดเด่นออก เพื่อที่จะส่งเสริมการเติบโตของต้นไม้ที่มีเรือนยอดตรงๆ ลงไปให้มีโอกาสเติบโตอย่างเต็มที่

การตัดขยายระยะเชิงกล เป็นวิธีการตัดขยายระยะที่พิจารณาระยะห่างระหว่างต้นไม้ โดยแทบไม่คำนึงถึงลักษณะชั้นเรือนยอดของต้นไม้เลย การตัดจะกำหนดไว้ให้เป็นระบบ เช่น เลือกตัดแถวเว้นแถว หรือตัดแถวเว้นสองแถว หรือตัดต้นเว้นต้น เป็นต้น

การตัดขยายระยะเสรี เป็นการนำเอาวิธีการตัดขยายระยะหลายๆ วิธีมาประยุกต์รวมกัน เพื่อช่วยเหลือการเติบโตของต้นไม้ที่ต้องการเหลือไว้ โดยไม่ได้คำนึงถึงว่าจะมีชั้นเรือนยอดเป็นอย่างไร และตำแหน่งที่ขึ้นอยู่จะเป็นอย่างไร วิธีนี้เหมาะนำไปใช้กับป่าธรรมชาติ

2. ผลของการตัดขยายระยะต่อสมบัติดิน

จากการศึกษาผลของการตัดขยายระยะต่อสมบัติของดินนั้น สมพร (2518) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการตัดขยายระยะต่อสมบัติดินในสวนสักสบลึง ตำบลบ้านหวด อำเภอลำปาง โดยใช้พื้นที่สวนสักอายุ 4 ปี ทำการตัดขยายระยะโดยมีความหนักเบาของการตัด 4 ระดับ คือ ไม่ตัดขยายระยะ ตัดขยายระยะร้อยละ 15, 30 และ 45 ตามลำดับ พบว่า สมบัติทางกายภาพของดิน ซึ่งได้แก่ ความหนาแน่นรวม และความพรุน ไม่แตกต่างกันในระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะ ส่วนสมบัติทางด้านเคมี ซึ่งได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณ

โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่า ในแปลงที่ไม่มีการตัดขยายระยะมีค่าสูงกว่าแปลงที่มีการตัดขยายระยะ และไม่มี ความแตกต่างกันในแต่ละระดับของความหนักเบาในการตัดขยายระยะ ซึ่งสอดคล้องกับ กฤษณากรณ์ (2547) ที่ได้ศึกษาผลของการตัดขยายระยะต่อสมบัติดินในสวนป่าไม้โตเร็วต่างถิ่นในที่สูง พบว่า ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และสัดส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในแปลงที่ไม่มีการตัดขยายระยะมีค่าสูงกว่าแปลงที่มีการตัดขยายระยะ อีกทั้งยังพบว่า การตัดขยายระยะนั้นมีผลทำให้สมบัติดินทางกายภาพเปลี่ยนแปลงได้น้อยมาก หรืออาจไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย

Nilsen and Strand (2008) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการตัดขยายระยะที่ระดับความหนักเบาของการตัดต่างกันต่อการกักเก็บคาร์บอนและไนโตรเจน โดยทำการตัดขยายระยะที่ 3,190 ต้นต่อเฮกตาร์ ให้เหลือ 2,070, 1,100 และ 820 ต้นต่อเฮกตาร์ ในหมู่ไม้ *Picea abies* (L.) Karst. หลังจากทำการตัดขยายระยะแล้ว 33 ปี พบว่า การตัดขยายระยะทำให้ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างกันมากของแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะ และยังกล่าวอีกว่า ในช่วงเวลา 32 ปีอาจจะสั้นเกินไปในการตรวจหาความแตกต่างของคาร์บอนและไนโตรเจนในดินที่มีผลมาจากการตัดขยายระยะที่ระดับความหนักเบาของการตัดที่ต่างกัน ซึ่งตรงข้ามกับการศึกษาของ Vesterdal *et al.* (1995) ที่ศึกษาผลกระทบของการตัดขยายระยะและสมบัติดินต่อการสะสมของคาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสบริเวณพื้นป่าของหมู่ไม้ Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) ใน 3 พื้นที่ โดยมีระดับความความหนักเบาของการตัดขยายระยะ คือ ร้อยละ 83, 67, 50 และไม่ทำการตัดขยายระยะ พบว่า ผลของการตัดขยายระยะต่อการสะสมของคาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และค่าพีเอช (pH) มีแนวโน้มที่สูงขึ้น ส่วนของอัตราส่วน C/N และ C/P มีแนวโน้มลดลงในแปลงที่มีการตัดขยายระยะหนักที่สุด อย่างไรก็ตามสามารถบอกได้ว่าความแตกต่างระหว่างพื้นที่ จะส่งผลกระทบต่อสมบัติดินมากกว่าความแตกต่างระหว่างความหนักเบาของการตัดขยายระยะ

3. ผลของการตัดขยายระยะต่อการเติบโตและปริมาณมวลชีวภาพ

วิสุทธิ์ (2544) ได้กล่าวถึงผลของการตัดขยายระยะต่อการพัฒนาของต้นไม้ไว้ดังนี้ 1) ทางระบบเรือนยอดและเรือนราก เมื่อมีการตัดขยายระยะมาระยะหนึ่ง เรือนยอดจะมีการเจริญขยายปกคลุมพื้นที่ ส่วนทางระบบรากจะสามารถขยายตัวได้อย่างรวดเร็วกว่าเรือนยอด เพราะว่ารากไม่จำเป็นต้องรองรับน้ำหนักตัวมันเองเหมือนอย่างเรือนยอด จึงทำให้มีการแตกแขนงรากออกไปอย่างไม่จำกัด 2) ขนาดของต้นไม้ ผลของการตัดขยายระยะจะมีผลทำให้เกิดช่องว่างของหมู่ไม้ที่ยังอยู่สามารถแผ่ขยายออก และเป็นผลให้วงปีขยายออกอย่างสม่ำเสมอ 3) คุณภาพของเนื้อไม้ การตัดขยายระยะทำให้มีเนื้อไม้มากขึ้น และมีคุณภาพที่ดีขึ้น โดยเฉพาะไม้เนื้อแข็ง (hardwood) อย่างไรก็ตามในงานวิจัยที่เกี่ยวกับการตัดขยายระยะต่อการเติบโตและปริมาณมวลชีวภาพนั้น ได้มีผู้ทำการศึกษาไว้หลายท่าน เช่น Xuanzhang *et al.* (1994) ได้ทำการศึกษาผลการตัดขยายระยะไม้ *Pinus*

massoniana พบว่า ปริมาณสารอาหารพืชในส่วนของต้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนหลังจากมีการตัดขยายระยะ โดยที่ก่อนการตัดขยายระยะนั้นสารอาหารส่วนใหญ่จะสะสมอยู่ในส่วนของเรือนยอด แต่ภายหลังการตัดขยายระยะแล้วสารอาหารจะไปสะสมอยู่ที่ลำต้นมากขึ้น ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการตัดขยายระยะนั้นสามารถเพิ่มผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Espinosa et al. (1994) ได้ศึกษาผลของการตัดขยายระยะไม้ *Pinus radiata* อายุ 6 ปี ที่ประเทศชิลี พบว่า การตัดขยายระยะอย่างเบาและไม่มีการตัดขยายระยะ จะทำให้ไม้มีปริมาตรต่อพื้นที่สูงที่สุด ส่วนการตัดขยายระยะอย่างหนัก ทำให้มีการเติบโตทางปริมาตรของไม้แต่ละต้นต่อพื้นที่ต่ำที่สุด โดยวัดจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกหรือปริมาตรลำต้น และ กฤษณากรณ์ (2547) ที่ได้ศึกษาผลของการตัดขยายระยะต่อการเติบโตของไม้ต่างถิ่น 3 ชนิด คือ กระถินดอย เมเปิลหอม และจันทร์ทองเทศ บริเวณดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า การเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงทั้งหมดของไม้ต่างถิ่นดังกล่าว ภายในแปลงที่มีการตัดขยายระยะจะมีการเติบโตในอัตราที่สูงกว่าแปลงที่ไม่มีการตัดขยายระยะ และชนิดไม้ที่มีการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยสูงสุด คือ กระถินดอย รองลงมาเป็นเมเปิลหอม และจันทร์ทองเทศ ตามลำดับ ส่วนการเติบโตทางความสูงทั้งหมดนั้น เมเปิลหอมมีการเติบโตทางด้านความสูงทั้งหมดเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ กระถินดอย และจันทร์ทองเทศ ตามลำดับ ส่วนผลผลิตมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ที่อยู่เหนือพื้นดินเฉลี่ยต่อต้น ซึ่งได้แก่ ผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และเหนือพื้นดินทั้งหมด ภายในแปลงที่มีการตัดขยายระยะสูงกว่าแปลงที่ไม่มีการตัดขยายระยะ ซึ่งกระถินดอยมีผลผลิตมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ที่อยู่เหนือพื้นดินเฉลี่ยต่อต้นสูงสุด รองลงมาคือ เมเปิลหอม และจันทร์ทองเทศ ตามลำดับ ส่วน จักรพันธ์ และ ขวัญชัย (2543) ได้ทำการศึกษาผลของการตัดขยายระยะต่อการเติบโตของสนสามใบ ซึ่งได้ทำการเจาะวัดความกว้างวงปีสนสามใบที่ระดับ 30 เซนติเมตรจากพื้นดิน ในสวนป่าสนสามใบแปลงปลูกปี พ.ศ. 2511 ระยะปลูก 2x4 เมตร ที่เคยตัดขยายระยะและไม่เคยตัดขยายระยะ บริเวณสวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า สนสามใบที่เคยตัดขยายระยะ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 32.80 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าสนสามใบที่ไม่เคยตัดขยายระยะ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 10.13 เซนติเมตร ภายหลังการตัดขยายระยะ พบว่า ความกว้างวงปีไม่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีความกว้างของวงปีเฉลี่ย 8.769 มิลลิเมตร และมีมากกว่าสนสามใบที่ไม่เคยตัดขยายระยะถึงร้อยละ 70.30 ซึ่งเป็นไปตามที่ Takahara (1954) ได้กล่าวไว้ว่า การเติบโตที่เพิ่มขึ้นอย่างทันทีหลังจากการตัดขยายระยะ เกิดจากการได้รับน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ต้นไม้สร้างขึ้นมากขึ้นอยู่กับขนาดของเรือนยอด และความสามารถในการดูดน้ำและแร่ธาตุ หลังจากการตัดขยายระยะเรือนยอดจะยังไม่มี การเติบโตในทันที จนถึงระยะหนึ่งจึงจะเจริญขยายปกคลุมพื้นที่ และใบที่อยู่ด้านบนจะสร้างคาร์โบไฮเดรตได้มากกว่าใบที่อยู่ด้านล่างของเรือนยอด และยังคงคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Ronco et al. (1985) ที่พบว่า ไม้ *Pinus ponderosa* ที่ทำการตัดขยายระยะในระดับความหนักเบาของการตัดต่างๆ กัน เส้นผ่านศูนย์กลาง ความยาว และความกว้างของเรือนยอดจะมีขนาดเพิ่มมากขึ้นเมื่อต้นไม้ที่เหลืออยู่น้อยลง

Eriksson (2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของวิธีการตัดขยายระยะต่อปริมาณผลผลิตมวลชีวภาพในหมู่ไม้สน Scots (*Pinus sylvestris* L.) และ Norway spruce (*Picea abies* (L.) โดย

มีความหนักเบาของการตัดขยายระยะดังนี้ การตัดขยายระยะไม้ชั้นล่าง การตัดขยายระยะอย่างหนักครั้งเดียว (one heavy thinning) การตัดไม้ที่มีเรือนยอดบนออกก่อน (thinning from above) การตัดขยายระยะไม้ชั้นล่างพร้อมกับใส่ปุ๋ย (low thinning+fertilization) และไม่ทำการตัดขยายระยะ (unthinned) พบว่า วิธีการตัดขยายระยะแบบการตัดขยายระยะไม้ชั้นล่างทำให้ค่าเฉลี่ยเพิ่มในแต่ละปีมีมากที่สุดไนไม้ Norway spruce แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะ แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยไม่มีผลที่เพิ่มขึ้นในด้านบวกต่อมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ส่วนในแปลงของไม้สน Scots พบว่า การตัดขยายระยะไม้ชั้นล่างพร้อมกับการใส่ปุ๋ย มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากทำให้ค่าเฉลี่ยของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินต่อปีเพิ่มขึ้นมากอย่างมีนัยสำคัญมากกว่าวิธีอื่นๆ

4. ผลของการตัดขยายระยะต่อองค์ประกอบของไม้พื้นล่าง

Zenner *et al.* (2006) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนักเบาของการตัดไม้ ออกและความหลากหลายของไม้พื้นล่างในป่าผสมไม้โอ๊คในที่สูง ใน Missouri Ozarks โดยมีการตัดไม้ทั้งหมด 5 วิธี คือ 1. no-harvest control 2. single-tree selection 3. group selection 4. thinning 5. clearcut พบว่า การปกคลุมของเรือนยอดมีความสัมพันธ์กับชนิดของไม้พื้นล่าง และไม้พื้นล่างนั้นได้เพิ่มขึ้นตามระดับความหนักเบาของการตัด อีกทั้งสามารถบ่งชี้ได้ว่า รูปชีวิตของไม้พื้นล่างที่เพิ่มขึ้น คือ พืชล้มลุก/พืชสองฤดู (annuals/biennials) พืชล้มลุกใบกว้าง (forbs) หญ้า (graminoids) พืชตระกูลถั่ว (legumes) ไม้เถาเนื้อแข็ง (woody vines) ไม้พุ่ม (shrubs) และกล้าไม้ (tree seedlings) ทิศทางของการเปลี่ยนแปลงนี้ จะเกิดขึ้นเป็นส่วนใหญ่มากกับการใช้ระบบตัดหมด อย่างไรก็ตามเกือบทุกรูปชีวิตของไม้พื้นล่าง แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสภาพของหมู่ไม้ที่ไม่ทำการตัดกับการตัดหมด ในการจัดการอาจสามารถใช้ความแตกต่างของผลเหล่านี้ในการตัดไม้ที่มีความหนักเบาของการตัดแตกต่างกัน เพื่อพัฒนานวัตกรรมวิธีที่มีวัตถุประสงค์เฉพาะเพื่อเพิ่มหรือลดชนิดของไม้พื้นล่าง

สมบัติดิน

ดินที่เหมาะสมสำหรับการเติบโตของพืชมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ส่วนดังนี้ 1) อนินทรีย์วัตถุ (inorganic matter) เป็นส่วนของหินและแร่ต่างๆ ที่เกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ต่างๆ เคมี และทางชีวเคมี 2) อินทรีย์วัตถุ (organic matter) ได้แก่ ส่วนที่เกิดจากการสลายตัวของซากพืชที่ทับถมอยู่บนผิวดิน 3) น้ำในดิน (soil water) จะพบอยู่ตามช่องว่างระหว่างอนุภาคของเม็ดดิน ซึ่งได้มาจากฝนหรือจากแหล่งชลประทาน เมื่อดินได้รับน้ำก็จะแทรกซึมไล่ที่ของอากาศแล้วเข้าไปปรากฏอยู่แทนที่ และ 4) อากาศในดิน (soil air) โดยส่วนนี้จะมีแก๊สจำพวกไนโตรเจน ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะอยู่ตามช่องว่างของดิน ทรายใดที่ดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำจะปรากฏว่ามีช่องอากาศอยู่ในดินเสมอ

1. สมบัติทางกายภาพของดิน (soil physical properties)

สมบัติทางกายภาพของดิน หมายถึง สมบัติที่สามารถสังเกตหรือประเมินได้จากลักษณะภายนอก ไม่จำเป็นต้องพิจารณาจากส่วนประกอบทางเคมี หรือลักษณะอื่นๆ (นงคราญ, 2549) โดยสมบัติทางกายภาพของดิน จะมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเติบโต และการให้ผลผลิตของพืช สมบัติทางกายภาพเป็นสมบัติที่มองเห็นและสัมผัสได้ อาทิ เนื้อดิน (soil texture) และ โครงสร้างดิน (soil structure) ซึ่งจากสมบัติทั้งสองประการข้างต้นทำให้มีผลต่อเนื่องต่อสมบัติดินทางด้านกายภาพอื่นๆ อีกด้วย เช่น ความหนาแน่นรวม (bulk density) ความพรุน (porosity) ความร่วนเหนียว (consistence) สภาพให้ซึมได้ (permeability) สำหรับน้ำและอากาศ และความสามารถอุ้มน้ำ (water holding capacity) ของดิน เป็นต้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) อย่างไรก็ตามสมบัติต่างๆ เหล่านี้ต้องอาศัยเครื่องมือเฉพาะทางในการประเมิน โดยสามารถวัดหรือประเมินได้ทั้งในสนามและห้องปฏิบัติการ

2. สมบัติทางเคมีของดิน (soil chemical properties)

สมบัติทางเคมีของดิน เป็นสมบัติที่ดินมีการแลกเปลี่ยนแทนที่ไอออนที่มีอยู่ในดิน จึงทำให้เกิดผลดีและผลเสียต่อดินในพื้นที่หนึ่งๆ แตกต่างกันไป ทำให้สารอาหารในดินแต่ละชนิดถูกกักเก็บไว้หรือสูญหายไปกับน้ำได้ยากง่ายไม่เท่ากัน และสามารถปรับปรุงบำรุงดินได้โดยการใส่ปุ๋ยหรือปุ๋ย เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แกดิน ดังนั้นสมบัติทางเคมีจึงทำให้ดินเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นหรือเลวลงได้ (นงคราญ, 2549)

2.1 พีเอชของดิน (soil pH) ดินที่เหมาะสมสำหรับการเติบโตของพืช นอกจากจะมีสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสม เช่น โครงสร้างของดินดี ช่องว่างในดินดี ความชื้นในดินพอเพียง และปริมาณสารอาหารพอเพียงแล้ว ยังต้องมีพีเอชที่เหมาะสมด้วย จึงจะทำให้สารอาหารในดินเป็นประโยชน์และเหมาะสมสำหรับการเติบโตของพืช พีเอชของดิน อาจมีค่าแตกต่างกันได้ หากใช้วิธีการศึกษาที่แตกต่างกัน และเนื่องจากเป็นค่าที่สำคัญที่บ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงจำเป็นต้องศึกษาข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีด้วย ระดับความเป็นกรด (acidity) หรือความเป็นเบส (alkalinity) ของดิน ซึ่งเป็นสมบัติที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการทางเคมีและชีวภาพในดินที่มีผลต่อการเติบโต และให้ผลผลิตของพืช

2.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (soil organic matter) อินทรีย์วัตถุในดินเป็นองค์ประกอบสำคัญของดินที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อสมบัติต่างๆ ของดินทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ อันส่งผลกระทบต่อเนื่องไปถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความสามารถในการให้ผลผลิตของดิน รวมทั้งการพัฒนาระบบนิเวศ (ecosystem) ของแต่ละสภาพแวดล้อมโดยตรง คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2544) ได้ให้ความหมายไว้ว่า อินทรีย์วัตถุในดิน หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ฮิวมัส (humus) นั้นมีความหมายครอบคลุมตั้งแต่ส่วนของซากพืชหรือสัตว์ที่กำลังสลายตัว เซลล์จุลินทรีย์ทั้งที่มีชีวิตอยู่และ

ส่วนที่ตายแล้ว ตลอดจนสารอินทรีย์ที่ได้จากการย่อยสลาย หรือส่วนที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ แต่ไม่ได้รวมถึงรากพืชหรือซากพืชหรือสัตว์ที่ยังไม่ย่อยสลาย

2.3 ปริมาณสารอาหารในดิน ดินเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่จะทำให้พืชมีการเติบโตที่ดี แต่อย่างไรก็ตามปริมาณสารอาหารในดินก็ต้องมีเพียงพอต่อความต้องการของพืชเช่นกัน คณะจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2544) ได้กล่าวไว้ว่า การผลิตพืชจะประสบผลสำเร็จก็ต่อเมื่อได้จัดการให้ดินสนองสารอาหารทุกธาตุแก่พืชอย่างเพียงพอ โดยที่ความเป็นประโยชน์ของธาตุนั้นๆ ในดินจะต้องเหมาะสมแก่การเติบโตของพืชและสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (available nutrient) จงรักษ์ (2544) ได้ให้ความหมายว่า เป็นรูปของสารอาหารที่พืชสามารถดูดเอาไปใช้ได้ ปริมาณสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชนี้ ถ้าแตกต่างกันจะมีผลให้พืชมีการเติบโตที่ต่างกันอย่างเวิ้งว้างตามในการศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์หาเพียงบางธาตุเท่านั้น ดังต่อไปนี้

2.3.1 ไนโตรเจน โดยปกติแล้วไนโตรเจนมีอยู่ในอากาศประมาณร้อยละ 78 ในรูปของแก๊สไนโตรเจน (N_2) แต่ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแก๊สนี้พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (ยกเว้นพืชตระกูลถั่วที่สามารถตรึงแก๊สไนโตรเจนจากอากาศเอามาใช้ประโยชน์ได้) ไนโตรเจนที่พืชทั่วไปสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จะอยู่ในรูปของอนุมูลของสารประกอบ เช่น แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และไนเตรตไอออน (NO_3^-) ไนโตรเจนในดินที่อยู่ในรูปเหล่านี้มาจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ในดิน โดยจุลินทรีย์ในดินจะเป็นผู้ปลดปล่อยให้ นอกจากนั้นก็ได้มาจากการใส่ปุ๋ยเคมีลงไปในดินด้วย ไนโตรเจนช่วยให้พืชเติบโตและมีความแข็งแรง ส่งเสริมการเติบโตของใบและลำต้น ทำให้พืชมีสีเขียวเข้มและพืชอวบขึ้น ไนโตรเจนยังเป็นส่วนที่สำคัญของสารประกอบต่างๆ ที่มีความสำคัญในกระบวนการเมแทบอลิซึม เช่น คลอโรฟิลล์ และนิวคลีโอไทด์

2.3.2 ฟอสฟอรัส ในดินฟอสฟอรัสเกิดขึ้นจากการสลายตัวผุพังของแร่บางชนิดในดิน เช่น แร่อะพาไทต์ (apatite) และการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งฟอสฟอรัสในดินจะต้องอยู่ในรูปของอนุมูลของสารประกอบที่เรียกว่า ฟอสเฟตไอออน ($H_2PO_4^-$ และ HPO_4^{2-}) จึงจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ ซึ่งจะต้องละลายอยู่ในน้ำในดิน สารประกอบของฟอสฟอรัสในดินมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่ละลายน้ำยาก ดังนั้นจึงมักจะมีปัญหาว่าถึงแม้ดินจะมีฟอสฟอรัสมากก็จริงแต่พืชก็ยังขาดฟอสฟอรัส เพราะส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำยาก ความสำคัญของฟอสฟอรัส คือ ช่วยการเติบโตของรากแขนงและรากฝอยในระยะแรก ช่วยเร่งให้พืชแก่เร็ว ช่วยให้ดอก ผล เมล็ดของพืชสมบูรณ์ ช่วยให้รากพืชดูดซึมน้ำและธาตุได้มากขึ้น ฟอสฟอรัสทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนบางชนิดในพืช เป็นสารประกอบของสารต่างๆ หลายอย่างที่อยู่ในเมล็ดซึ่งเป็นสารจำเป็นสำหรับการงอกของเมล็ดพืช เป็นตัวถ่ายทอดพลังงานจากสารหนึ่งไปยังอีกสารหนึ่งในกระบวนการเมแทบอลิซึมของพืชอีกด้วย

2.3.3 โพแทสเซียม โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชนั้น มีกำเนิดมาจากการสลายตัวของหินและแร่มากมายหลายชนิด เช่น แร่พวกโพแทสเซเฟลด์สปาร์ (potash feldspars, $KAlSi_3O_8$)

และแร่พวกไมกา (mica) แร่เหล่านี้เมื่อสลายตัวกลายเป็นดินจะให้โพแทสเซียม และแร่ดินเหนียวชนิดต่างๆ จะสลายตัวได้อย่างช้าๆ แล้วจึงปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (readily available form) ที่อยู่ในรูปของ K^+ ในสารละลายดินและโพแทสเซียมที่ถูกดูดซับที่ผิวของสารคอลลอยด์ซึ่งอยู่ในรูปของ exchangeable K^+ โพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีผลต่อกระบวนการสร้างแป้งและน้ำตาล และการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลภายในพืช และมีอิทธิพลต่ออัตราการหายใจและการคายน้ำของพืช ช่วยทำให้ผนังเซลล์ของพืชหนาขึ้นและลำต้นแข็งแรงขึ้น พืชหัว (root crops) จะต้องการโพแทสเซียมในปริมาณสูงและยังช่วยเพิ่มน้ำตาลในพืชพวกอ้อยอีกด้วย

2.3.4 แคลเซียม โดยทั่วไปแคลเซียมในดินได้มาจากการสลายตัวของหินและแร่ที่มีองค์ประกอบของแคลเซียม เช่น เฟลด์สปาร์ อะพาไทต์ แคลไซต์ และยิปซัม ซึ่งดินต่างๆจะมีแคลเซียมมากกว่าดินกรด พืชจะดูดแคลเซียมในดินจากที่อยู่ในรูปของ exchangeable Ca^{2+} และที่อยู่ในรูปของ Ca^{2+} ในสารละลายดิน พืชต่างชนิดกันจะดูดกินแคลเซียมปริมาณต่างกัน ทั่วไปพืชตระกูลถั่วจะต้องการมากกว่าพืชพวกหญ้า แคลเซียมมีบทบาทต่อการเติบโตของพืช คือ แคลเซียมจำเป็นในการแบ่งเซลล์ เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างที่สำคัญของผนังเซลล์ แก้วฤทธิ์ และต่อต้านสารที่เป็นพิษ เช่น สารออกซิน มีบทบาทต่อการสร้างโปรตีน ลดการดูดดึงโพแทสเซียม การเคลื่อนย้ายและการเก็บรักษาคาร์โบไฮเดรต และส่งเสริมการเกิดปมรากแก้ว เป็นต้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

2.3.5 แมกนีเซียม โดยส่วนใหญ่แมกนีเซียมจะอยู่ในรูปของแร่ต่างๆ ในดิน เช่น olivines และ pyroxanes เป็นต้น อยู่ในรูปของเกลือซัลเฟตและคลอไรด์ และอยู่ในรูปของ exchangeable Mg^{2+} และ Mg^{2+} ในสารละลายดินซึ่งอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ และปริมาณแมกนีเซียมในพืชนั้นจะน้อยกว่าแคลเซียม แมกนีเซียมมีบทบาทต่อการเติบโตของพืชหลายประการ คือ เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ช่วยในการเคลื่อนย้ายของแป้งภายในพืช และมีส่วนในการช่วยสร้างไขมันและน้ำมัน และยังมีอิทธิพลต่อการดูดฟอสฟอรัส และการเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสในพืชอีกด้วย

ป่าไม่มีบทบาทในการหมุนเวียนสารอาหาร และป้องกันการกร่อนของดิน ในการปลูกสร้างสวนป่าไม้โตเร็วนั้นจะมีการตัดฟันไม้ออกมาใช้ประโยชน์นั้นหมายถึง จะมีต้องสารอาหารที่สูญเสียไปเนื่องจากการตัดฟันด้วย การปลูกสร้างสวนป่าจะส่งผลต่อสมบัติของดินแตกต่างกันไป ขึ้นกับชนิดไม้ สภาพพื้นที่ และการบำรุงดูแลรักษา พืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการใช้สารอาหารจากดินและปลดปล่อยแตกต่างกันไป (อภิสิทธิ์, 2526)

การเติบโต

การเติบโตของต้นไม้ คือ กระบวนการสะสมและเพิ่มพูนเซลล์ใหม่ๆ ขึ้นมาแบบเดียวกันกับสิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์หลายเซลล์ (พงษ์ศักดิ์, 2521) ส่วน ลดาวัลย์ (2550) ได้กล่าวว่า การเติบโต (growth) มีความหมายได้หลายอย่าง เช่น การเพิ่มขึ้นของขนาด ปริมาตร หรือมวลของต้นไม้ ซึ่งเป็น

ผลมาจากการแบ่งเซลล์ และขยายขนาดของเซลล์ โดยการเติบโตเป็นผลที่เกิดจากกระบวนการทางสรีรวิทยาในพืช ทำให้เกิดการเพิ่มขนาด ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านปริมาณที่ไม่คืนกลับ (irreversible) และได้แบ่งการเติบโตในต้นไม้ออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การเติบโตแบบสิ้นสุด (determinative growth) และการเติบโตแบบไม่สิ้นสุด (indeterminative growth) ส่วนการพัฒนา (development) เป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ทั้งลักษณะภายนอกและกายวิภาคภายใน ซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์ (cell differentiation) (สมบุญ, 2538) แต่อย่างไรก็ตาม Husch *et al.* (1972) กล่าวว่า การเติบโตของต้นไม้มีผลมาจากการกระทำร่วมกันของ 2 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปัจจัยทางด้านพันธุกรรม (genetic factor) และ 2) ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม (environment factor) ได้แก่ อุณหภูมิ แสงสว่าง ความชื้น ชนิดและปริมาณแก๊สในบรรยากาศ โรคและแมลงศัตรูพืช รวมทั้งชนิดและปริมาณสารอาหาร และ Hocker (1979) ยังเน้นอีกว่า อายุ ความหนาแน่น และสภาพพื้นที่ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเติบโตของต้นไม้แต่ละชนิดด้วยเช่นกัน

Baker (1950) กล่าวว่า เมื่อสร้างกราฟการเติบโตของต้นไม้ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับขนาด จะแสดงได้ในรูปตัว S ที่เรียกว่า sigmoid curve และสามารถแบ่งการเติบโตออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงแรกเป็นระยะที่เริ่มมีการสร้างส่วนต่างๆ ซึ่งจะมีการเติบโตได้อย่างช้า เรียกระยะนี้ว่า formation period ช่วงที่สองเป็นช่วงที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็วซึ่งจะยาวนานกว่าในช่วงแรก เรียกระยะนี้ว่า grand period of growth และช่วงที่มีการเติบโตเต็มที่ ซึ่งเรียกระยะนี้ว่า period of maturity เป็นช่วงที่มีการเติบโตน้อยแต่เป็นช่วงที่ยาวนานที่สุดและมีการแปรผันมากที่สุด เนื่องจากต้นไม้แต่ละชนิดมีอายุยืนยาวต่างกัน

การวิเคราะห์ลักษณะการเติบโต (growth analysis) เป็นขั้นต้นแรกในการที่จะวิเคราะห์หาผลผลิตขั้นปฐมภูมิของพืช (primary production) และเป็นจุดเชื่อมโยงระหว่างการบินหักข้อมูลเกี่ยวกับผลผลิตของพืช (plant production) กับการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งได้จากผลการศึกษาด้านสรีรวิทยาของพืช การวิเคราะห์ลักษณะการเติบโต สามารถกล่าวอย่างรวบรัดได้ว่า เป็นการวิเคราะห์หาการเพิ่มพูนน้ำหนักของพืชต้นเดียวหรือการเพิ่มพูนน้ำหนักของพืชทั้งกลุ่มหรือทั้งหมดไม่ว่าจะมีมากน้อยเพียงใด อีกทั้งการวิเคราะห์ลักษณะการเติบโตนั้น เป็นวิธีการที่มีประโยชน์ในการศึกษาผลผลิตสุทธิจากการสังเคราะห์แสงของพืช (net photosynthetic production) หรือเรียกสั้นๆ ว่า net production ซึ่งหมายถึง ผลผลิตสุทธิของการสร้างอาหาร และนำอาหารไปใช้ในการเสริมสร้างส่วนต่างๆ (assimilation) ของพืชต้นใดต้นหนึ่งหรือในกลุ่มของพืชที่เวลาใดเวลาหนึ่งที่เรากำหนดไว้หรือในเวลาที่เรารู้แน่นอนแล้วว่าอยู่ในช่วงเวลาไหน (พงษ์ศักดิ์, 2522)

มวลชีวภาพและการประมาณผลผลิต

มวลชีวภาพ (biomass) หมายถึง น้ำหนักของพืชที่วัดออกมาเป็นน้ำหนักแห้ง (dry weight) หรือน้ำหนักแห้งของพืชโดยปราศจากน้ำ อาจเป็นน้ำหนักต่อหน่วยของพืช เช่น ต่อดันหรือต่อหน่วยของพื้นที่ ซึ่งคำว่า มวลชีวภาพนี้บางครั้งอาจเรียกว่า standing crop (พงษ์ศักดิ์, 2524)

สำหรับคำว่า ผลผลิต (yield) Spurr (1952) ได้ให้ความหมายว่า จำนวนหรือปริมาณทั้งหมดที่สามารถตัดฟันได้จริงในเวลาที่กำหนด ส่วนผลผลิตในทางป่าไม้ นั้น พงษ์ศักดิ์ (2529) ได้ให้ความหมายออกเป็น 2 ด้าน คือ ผลผลิตทางด้านเศรษฐกิจ (economical yield) ซึ่งเป็นผลผลิตที่ใช้ในทางการค้าในรูปของไม้ท่อน ไม้ซุง หรือไม้แปรรูป ส่วนใหญ่จะวัดปริมาณออกมาเป็นลูกบาศก์หรือน้ำหนัก ส่วนอีกด้านหนึ่ง คือ ผลผลิตทางด้านชีววิทยา (biological yield) ซึ่งเป็นผลผลิตที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์แสง และการดูดซับสารอาหารไปใช้เพื่อเสริมสร้างให้เกิดอินทรีย์วัตถุในส่วนต่างๆ ของพืชที่มีสีเขียว การวัดปริมาณผลผลิตทางชีววิทยามักจะวัดออกมาในรูปของน้ำหนักแห้งหรือมวลชีวภาพ ซึ่งเรียกว่า ปริมาณผลผลิตทางชีวภาพ (biomass production) ซึ่งเป็นปริมาณต่อดันหรือต่อหน่วยพื้นที่มาตรฐาน อย่างไรก็ตามผลผลิตของหมู่ไม้จะแปรผันตามปัจจัยต่างๆ คือ ชนิดไม้ อายุ องค์ประกอบของหมู่ไม้ คุณภาพของท้องที่ ความหนาแน่น การรบกวนจากภายนอก และการปฏิบัติทางวนวัฒนวิธี (Toumey, 1947) รวมทั้งผลผลิตมวลชีวภาพนั้นจะเพิ่มขึ้นตามอายุของต้นไม้หรืออายุของสวนป่า แต่อัตราการเพิ่มพูนของมวลชีวภาพจะลดลงเมื่อหมู่ไม้เริ่มมีเรือนยอดติดกันซึ่งระยะเวลาที่ต้นไม้จะมีเรือนยอดติดกันก็ขึ้นอยู่กับชนิดไม้ และระยะปลูก

Satoo and Senda (1958) ได้นำเอาวิธีการ dimension analysis นี้มาใช้ในการประมาณหาปริมาณมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และราก โดยอาศัยสมการ allometry จากความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว คือ ขนาดของส่วนต่างๆ ที่วัดได้จากต้นไม้เป็นตัวแปรอิสระ (X) และปริมาณมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของต้นไม้เป็นตัวแปรตาม (Y) จากต้นไม้ตัวอย่าง ดังสมการ

$$Y = AX^h$$

$$\text{หรือ } \log Y = \log A + h \log X$$

เมื่อ	Y	คือ ปริมาณมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของต้นไม้
	X	คือ parabolic volume ในรูป D^2H
ซึ่ง	D	คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.30 เมตรจากพื้นดิน
	H	คือ ความสูงทั้งหมดของลำต้น
	A และ h	คือ ค่าคงที่ของสมการ

ในการใช้สมการดังกล่าววิเคราะห์ข้อมูลจากไม้ตัวอย่างที่ได้นั้น ค่าตัวแปรอิสระ (X) ค่าใดจะถูกต้องมากที่สุดนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการพิจารณาและเลือกให้มีความเหมาะสมเป็นกรณีไป ซึ่ง Kira and Shidei (1967) พบว่า การนำเอาความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (H) มาเป็นตัวแปรอิสระร่วมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอย่างเดียวที่ระดับ 1.30 เมตรจากพื้นดินยกกำลังสอง (D^2) ในรูปของ D^2H จะทำให้สามารถประมาณหาปริมาณมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง และรากได้อย่างถูกต้องที่สุด เนื่องจาก D^2H เป็นค่าโดยประมาณของปริมาตรของลำต้น ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับมวลชีวภาพหรือน้ำหนัก แต่ในส่วนมวลชีวภาพของใบนั้น Shinozaki *et al.* (1964) พบว่า ปริมาณของใบจะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงกิ่งสัดกิ่งแรก

Kira and Shidei (1967) กล่าวว่า การประมาณค่ามวลชีวภาพโดยอาศัยความสัมพันธ์ทาง allometry นั้น ควรคำนึงถึงหลักการ 3 ข้อต่อไปนี้ 1) ไม่ควรจะเลือกไม้ตัวอย่างเฉพาะต้นที่มีลักษณะดีหรือเติบโตดี เพราะค่าที่ประมาณได้จะสูงกว่าความเป็นจริง 2) ไม่ควรเลือกไม้ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในแปลง เพราะถ้าเรานำความสัมพันธ์มาใช้ประมาณค่ามวลชีวภาพของไม้ขนาดเล็ก จะทำให้ได้ค่าปริมาณมวลชีวภาพที่มากกว่าความเป็นจริง 3) การใช้ค่าความสูงทั้งหมดของลำต้นมาเป็นตัวแปรรวมในรูป D^2H จะทำให้การประมาณหาปริมาณมวลชีวภาพได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

ไม้พื้นล่าง

ไม้พื้นล่างเป็นพรรณไม้ที่ขึ้นอยู่บนพื้นป่า หมายถึงพืชที่ทอดนอนไปกับดิน (prostrate, procumbent, trailing) ไม้เลื้อยเนื้ออ่อน (herbaceous climber) พืชล้มลุก (herb) ไม้พุ่ม (shrub) และไม้ต้น (tree) ที่โดยทั่วไปแล้วเมื่อโตเต็มที่จะมีความสูงไม่เกิน 2 เมตร โดยไม่รวมถึงกล้าไม้ของไม้ใหญ่ และค่าความถี่ สามารถคำนวณได้จากการปรากฏของชนิดไม้ในพื้นที่ที่แสดงออกถึงองค์ประกอบของพรรณพืชในสังคมพืช หรือโดยพิจารณาจากจำนวนแปลงตัวอย่างที่พรรณไม้ชนิดนั้นปรากฏอยู่ต่อจำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่สำรวจ ซึ่งนิยามคิดกันเป็นร้อยละ (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552)

อย่างไรก็ตามไม้พื้นล่างที่จะสามารถเติบโตได้ในพื้นที่ป่า ต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยของแสง เช่น ผลการศึกษาของ Ling and Ashmore (1999) พบว่า การเปลี่ยนแปลงของเรือนยอดทำให้สภาพของหมู่ไม้ beech (*Fagus sylvatica*) ลดลง อีกทั้งมีผลต่อองค์ประกอบของชนิดพรรณไม้พื้นล่าง นั้นหมายถึง ถ้าความหนาแน่นของเรือนยอดต่ำ จะทำให้ไม้พื้นล่างขึ้นปกคลุมหลากหลายชนิดอย่างชัดเจน โดยเฉพาะตามช่องว่างของเรือนยอด ซึ่งแสงจะเป็นปัจจัยสำคัญในการขึ้นปกคลุมของไม้พื้นล่าง และ Mäkipää (1995) พบว่า ไม้พื้นล่างในพื้นที่ป่า boreal ที่อยู่ภายใต้การปกปิดของเรือนยอดจะสามารถเติบโตได้เพียงช้าๆ เท่านั้น ถึงแม้จะมีการเพิ่มไนโตรเจนก็ตาม

ไม้ต่างถิ่น

คำว่า ต่างถิ่น (exotic) เมื่อนำมาใช้กับต้นไม้หรือพรรณไม้จะหมายถึง ชนิดพรรณไม้ใดๆ ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ และไม่ใช่พรรณไม้พื้นเมืองของประเทศนั้นๆ และสามารถเติบโตได้ในพื้นที่ที่ไม่ใช่แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ (Zobel *et al.*, 1987)

เจริญ (2515) ได้กล่าวไว้ว่า จากสาเหตุการลดจำนวนลงของป่าธรรมชาติ อีกทั้งไม้พื้นเมืองมีการเติบโตช้าให้ผลผลิตต่ำ จึงจำเป็นต้องนำไม้อื่นที่โตเร็ว และให้ผลผลิตสูงกว่ามาปลูกแทน โดยได้มีการนำพรรณไม้ต่างถิ่นจากต่างประเทศเข้ามาปลูก ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาค้นคว้าว่าไม้ชนิดนั้นๆ เหมาะสมกับพื้นที่ที่จะปลูกมากน้อยเพียงใด โดยต้องมีการทดลองปลูกพรรณไม้เหล่านั้น ซึ่งขึ้นกับปัจจัยที่สำคัญสองประการ คือ ประการแรก ไม้จะต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ดี และประการที่สอง จะต้องเป็นไม้ที่สามารถให้ผลผลิตได้ตามต้องการ อย่างไรก็ตาม อำนวนัย (2522) ได้กล่าวไว้ว่า ไม้ท้องถิ่นหลายชนิดกลายเป็นไม้โตเร็วในถิ่นอื่น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในถิ่นเดิมมีปัจจัยการเติบโตที่ไม่เหมาะสม เช่น สนแคริบเบียน (*Pinus caribaea*) ซึ่งมีลักษณะแกระแกรนไม่งดงาม และเป็นไม้ท้องถิ่นของประเทศสหรัฐอเมริกา กลับมามีบทบาทเป็นไม้โตเร็ว มีลำต้นเปลา เนื้อไม้มีคุณภาพดีในอีกหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยด้วย

นอกจากนี้โครงการปลูกป่าบนพื้นที่สูง (Highland Reforestation Project) ของมูลนิธิโครงการหลวงซึ่งเป็นงานวิจัยกึ่งสาธิตที่ดำเนินงานเมื่อปี พ.ศ. 2524 ได้มีการนำเมล็ดพรรณไม้ป่าใบกว้างและเหง้าไผ่หลายชนิด จากการสนับสนุนงบประมาณของรัฐบาลได้หวั่นมาปลูกที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า มีไม้ต่างถิ่นบางชนิดมีอัตราการเติบโต และการอยู่รอดต่ำ แต่บางชนิดมีลักษณะที่ดียึดเมื่อเปรียบเทียบกับไม้พื้นเมือง และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายประการ เช่น กระถินดอย และเมเปิลหอม สามารถนำมาเพาะปลูกเห็ดหอม หรือเพาว์โลเนีย (*Paulownia taiwaniana*) สามารถนำมาทำเป็นเครื่องดนตรี เป็นต้น (Thaiutsa, 2001) นอกจากนี้ประโยชน์ทางตรงจากการนำไม้มาใช้หลังจากปลูกสวนป่าไม้ต่างถิ่นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางแล้วยังก่อให้เกิดประโยชน์ทางอ้อมหลายประการ เช่น ทำให้สมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดินดีขึ้น ช่วยให้อุณหภูมิสูงสุดลดลงและอุณหภูมิต่ำสุดเพิ่มขึ้น รวมทั้งยังช่วยส่งเสริมทัศนียภาพที่สวยงามเหมาะแก่การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์อีกด้วย (บุญวงศ์, 2543)

ลักษณะทั่วไปของพรรณไม้ที่ทำการศึกษา

1. กระถินดอย

กระถินดอย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Acacia confusa* Merr. ชื่อสามัญ คือ Taiwan acacia อยู่ในวงศ์ Leguminosae ชื่อพื้นเมือง คือ เชียง ชูชื่อ เจี้ยเอ้ไต้ เป็นไม้ไม่ผลัดใบ ใบสีเขียวตลอดปี เติบโตได้ดีในพื้นที่สูงจากระดับทะเลปานกลางตั้งแต่ 800 เมตรขึ้นไป ลำต้นมีความสูงตั้งแต่ 6-15 เมตร เป็นไม้พื้นเมืองของไต้หวันและฟิลิปปินส์ แต่ก็สามารถเติบโตได้ดีในฮ่องกงอีกด้วย ใบอ่อนจะคล้ายหางนกที่ซ้อนทับกัน ส่วนใบแก่มีลักษณะยาวเรียวคล้ายเข็มหรือมีดดาบ มีสีเขียวยาวประมาณ 6-12 เซนติเมตร กว้าง 4-8 เซนติเมตร จะออกขนานกันเป็นแถว 5-7 แถว ออกดอกประมาณเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ออกดอกเดี่ยวที่ตอนปลายของกิ่ง มีลักษณะกลมคล้ายกับหัวคน กลีบดอกมี 4 กลีบ สีเหลืองทอง ก้านเกสรยาว 5-10 มิลลิเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5-9 เซนติเมตร จำนวนเกสรตัวผู้มากกว่าเกสรตัวเมีย ซึ่งเกสรตัวเมียจะพุ่งยาวออกมาด้านนอกของดอก และยาวกว่าเกสรตัวผู้ ผลมีขนาด 4-9 เซนติเมตร ยาวเป็นฝักขนานปลาย 2 ด้านแหลม มีสีน้ำตาลทึบและมีความสุกใสเป็นมันเรื่อ เมื่ออายุมากจะแห้ง 1 ฝักมี 5-8 เมล็ด เมล็ดแบนและลื่น เนื้อไม้และเปลือกด้านนอกมีสีเทาน้ำตาลค่อนข้างเรียบ กระพี้มีสีเหลืองถึงน้ำตาล แก่นมีสีแดงอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม เนื้อไม้มีน้ำหนักมาก แข็งและแน่น สามารถนำไปปลูกในพื้นที่เชิงเขาเพื่อป้องกันการกร่อนของดินได้ เหมาะสำหรับปลูกเป็นแนวกันลม (wind break) ใช้ทำเครื่องมือเกษตร ก่อสร้าง ทำหมอนหนุนรางรถไฟ หรือปลูกตามแนวถนน ต้นเล็กใช้ทำถ่าน กิ่งใช้ทำฟืน และบางที่ปลูกไว้คลุมต้นชาและกาแฟ (ภาพที่ 1)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 ลักษณะทั่วไปของกระถินดอย (*Acacia confusa* Merr) ลำต้น (ก) และใบ (ข)

2. จันทรทองเทศ

จันทรทองเทศ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Fraxinus griffithii* C.B. Clarke. ชื่อสามัญ คือ Griffith's ash, Formosan ash อยู่ในวงศ์ Oleaceae ชื่อพื้นเมือง คือ ไปจีหิยว ชันชู่เล่ง เป็นไม้โตเร็วกิ่งผลัดใบ สูงประมาณ 20 เมตร กระจายอยู่ในเขตที่มีความสูง 400-750 เมตรจากระดับน้ำทะเล ขึ้นได้ดีในบริเวณที่มีฝนตกชุกและอุณหภูมิปานกลางตลอดปี เป็นต้นไม้ที่ไม่ทนทานต่อแรงลม จึงไม่เหมาะที่จะปลูกในพื้นที่ที่ลมแรง ใบมีสีเขียวตลอดปี ออกเป็นคู่ๆ ต้นอ่อนออกเพียง 2-5 คู่ ใบสั้นและแบน ก้านใบเหนียวคล้ายหนัง บางใบคล้ายรูปเข็มและบางใบกลมมีสีเขียว ยาว 5-14 เซนติเมตร กว้าง 2.5-4 เซนติเมตร ด้านท้องใบมีสีขาวปนเขียว ไม่มีขน แต่ตรงก้านใบจะมีขนอ่อน ดอกออกเป็นพุ่มและติดกันเป็นรูปกลีบดอกบัว ตอนปลายดอกจะมีสีขาวมีขน กลีบดอกมี 4 กลีบ คล้ายรูปสี่เหลี่ยม ยาว 2 เซนติเมตร มีช่องรังไข่ 2 รังในเกสรตัวเมีย เมล็ดนูนและปลายแบนยาวคล้ายปีก ยาว 3 เซนติเมตร เรียบและลื่น เนื้อไม้และเปลือกไม้มีสีแดงอมน้ำตาล เนื้อไม้เหนียวแข็ง มีความทนทานต่อการขัดสีและแรงกระแทกสูง บริเวณเนื้อไม้ด้านนอกและด้านในจะไม่ต่างกัน มีวงปีเห็นได้ชัด ไม้ที่ตัดใหม่ๆ จะมีสีเหลือง ถ้าทิ้งไว้นานๆ จะเปลี่ยนเป็นสีดำ ใช้ในงานก่อสร้าง เครื่องใช้ในบ้าน เครื่องมือการเกษตร และปลูกไว้เพื่อความสวยงาม (ภาพที่ 2)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 ลักษณะทั่วไปของจันทร์ทองเทศ (*Fraxinus griffithii* C.B. Clarke) ลำต้น (ก) และใบ (ข)

3. เมเปิลหอม

เมเปิลหอม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Liquidambar formosana* Hance. ชื่อสามัญ คือ fragrant maple, Formosan sweet gum อยู่ในวงศ์ Hamamelidaceae ชื่อพื้นเมือง คือ ฟงซื่อเซียงฮง เป็นไม้ผลัดใบขนาดใหญ่ เนื้อไม้แข็ง ยางของไม้มีกลิ่นหอม นอกจากนี้ยังทนความหนาวเย็นและลมได้ดี สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพท้องถิ่นต่างๆ ได้ พบกระจายอยู่ในระดับความสูง 100-1,500 เมตรจากระดับน้ำทะเล ภูมิอากาศที่เหมาะสมคือ บริเวณเขตร้อน (tropics) และกึ่งใต้เขตร้อน (subtropics) เป็นไม้พื้นเมืองของไต้หวัน ใบยาวและแบน ออกเป็นคู่สลับกันเป็นรูปหอกกลับแกว่งมีก้านใบเป็นรูปหยักคล้ายหัวใจ ใบแยกออกเป็น 3 ซีก ปลายแหลม ขอบใบหยักเหมือนฟันเลื่อย มีก้านยาว 10-12 เซนติเมตร ก่อนทั้งใบ ใบจะกลายเป็นสีแดงทำให้ดูสวยงาม ดอกตัวผู้และตัวเมียอยู่ในต้นเดียวกัน ดอกตัวผู้จะสั้นและอยู่เรียงกัน ส่วนดอกตัวเมียจะเป็นดอกชั้นเดียว ดอกจะมีสีเหลืองอ่อน ไม้มีกลิ่นฉุน ตรงกลางดอกมีลักษณะเหมือนเกล็ดปลา ส่วนดอกตัวเมียตรงกลางจะมีเพียง 4-5 ใบ มีก้านดอกเกสรตัวเมีย 2 ก้าน มีขน มีช่องเมล็ด 2 ช่อง ดอกตัวผู้มีเกสร 4-5 อัน ซึ่งมองเห็นไม่ค่อยชัด ผลมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-5 เซนติเมตร ลำต้นและเนื้อไม้มีสีแดงอมเหลือง วงปีเห็นได้ชัด ไม้มีความหนักและแข็งแรง สามารถนำมาทำตู้ หรือเครื่องใช้ในบ้านได้ และลำต้นยังใช้เพาะเห็ดหอมได้ดี เมื่อต้นแก่สามารถทำยารักษาโรคผิวหนังโดยเฉพาะ และก่อนฤดูใบไม้ร่วงจะเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นสีแดง ทำให้ดูสวยงาม สามารถปลูกประดับตามสวนตามแนวนอน และทำเป็นไม้แคระได้ (ภาพที่ 3)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 ลักษณะทั่วไปของเมเปิลหอม (*Liquidambar formosana* Hance) ลำต้น (ก) และใบ (ข)

4. สนหนาม

สนหนาม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook. ชื่อสามัญ คือ China fir อยู่ในวงศ์ Taxodiaceae สามารถขึ้นได้ในสภาพพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินดี มีการระบายน้ำดี สนหนามเป็นพรรณไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบขนาดใหญ่ มีความสูง 15-25 เมตร และในสภาพธรรมชาติอาจสูงได้ถึง 50 เมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกได้ถึง 300 เซนติเมตร ทรงพุ่มมีรูปร่างคล้ายปิรามิด ความกว้างเรือนยอด 3.1-9.1 เมตร ใบมีลักษณะคล้ายเข็ม ปลายใบแหลม ผิวใบเรียบ มีสีเขียวอ่อนถึงสีเขียวอมน้ำเงิน ใบเรียงตัวแบบเวียนสลับ (spiral) ใบมีความกว้าง 1.5-5 มิลลิเมตร ยาว 3-7 เซนติเมตร กิ่งมีการแผ่กระจาย ตอนปลายกิ่งห้อยลง เปลือกนอกมีสีน้ำตาลปนแดงจนถึงสีเทาเข้ม และแตกเป็นร่องตามยาว (longitudinal) เปลือกในมีสีเหลืองปนแดงหรือสีแดง ดอกแยกเพศกัน ดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่บนต้นเดียวกัน มีขนาดเล็กถึงเล็กมาก เกสรตัวผู้มีสีเหลืองถึงสีน้ำตาล เกสรตัวเมียมีสีเหลืองถึงสีเขียว ผลรูปทรงเหมือนไข่ มีความกว้าง 1.2-4 เซนติเมตร ยาว 1.8-4.5 เซนติเมตรและมักจะเกิดตรงปลายกิ่ง ผลอ่อนมีสีเขียวเมื่อแก่จะมีสีน้ำตาลปนแดง เมล็ดมีสีน้ำตาลเข้ม โดย 1 เกล็ด จะมี 3 เมล็ด เนื้อไม้ใช้ในการก่อสร้าง ทำเชื้อเพลิง และปลูกเป็นไม้ประดับ (Breen, 2006) (ภาพที่ 4)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4 ลักษณะทั่วไปของสนหนาม (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook) ลำต้น (ก) และ ใบและผล (ข)

สถานที่ทำการศึกษา

สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เป็นสถานีวิจัยแห่งแรกของโครงการหลวง ตั้งอยู่บนดอยอ่างขาง เทือกเขาตะนาวศรี อยู่ในเขตหมู่บ้านคุ่ม หมู่ที่ 5 ตำบลแม่งอน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ประมาณละติจูดที่ 19°50' ถึง 19°57' เหนือ และลองจิจูดที่ 99°01' ถึง 99°03' ตะวันออก จัดตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2512 ตามแนวพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่ว่า "ให้เขาช่วยตัวเอง" เปลี่ยนพื้นที่จากไร่ฝิ่นมาเป็นแปลงเกษตรเมืองหนาว มีพื้นที่รับผิดชอบประมาณ 26.52 ตารางกิโลเมตร หรือ 16,577 ไร่ อยู่ห่างจากตัวอำเภอฝางไปทางทิศตะวันตกประมาณ 25 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ต่างๆ ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ ห้วยซ่าน บ้านหนองบัว อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่
ทิศใต้	ติดต่อกับ ห้วยหมาดาย บ้านแม่งอนน้อย อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ ดอยงู อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ ประเทศสหภาพพม่า

ลักษณะภูมิประเทศ พื้นที่บริเวณดอยอ่างขางมีลักษณะเป็นแอ่งรูปรีคล้ายกระทะ ประกอบด้วย เขาหินปูน และเขาหินดินดาน ทอดตัวตามแนวเหนือใต้ขนานกันและมาบรรจบกันตามแนวเหนือใต้ เกิดเป็นอ่างหรือกระทะขึ้น เทือกเขาหินปูนจะกั้นเขตแดนระหว่างประเทศไทย และสหภาพพม่า จากหัวอ่างถึงท้ายอ่างยาวประมาณ 8 กิโลเมตร และกว้าง 1-3 กิโลเมตร ภายในอ่างจะมีพื้นที่ค่อนข้างราบ ตอนกลางมีหลุมยุบตัว (sinkhole) ขนาดต่างๆ กัน ตั้งแต่ 5-30 เมตร กว้างและลึก 4-20 เมตร มีภูเขาหินปูนที่ถูกกัดกร่อนไปมากแล้ว ปรากฏให้เห็นเป็นลูกเล็กๆ ทั่วไป (Karst topography) ความลาดชันของพื้นที่ไหล่เขาสองด้านส่วนใหญ่อยู่ระหว่างร้อยละ 35-55 ยอดเขาที่สูงที่สุดของเทือกเขาอ่างขาง สูงประมาณ 1,800 เมตรจากระดับน้ำทะเล ส่วนพื้นที่ราบของอ่างขางสูงประมาณ 1,400 เมตร สภาพพื้นที่มีทิศด้านลาดไปทางทิศใต้ (บุญยงค์, 2523)

ลักษณะทางธรณีวิทยา ประกอบด้วย กลุ่มหินตะนาวศรี ชุดแก่งกระจาน ที่มีอายุระหว่างยุค Devonian ถึง Lower Carboniferous หินชุดนี้มีทั้งประเภทที่เป็น argillaceous sediments ประกอบด้วย หินดินโคลน (mudstone) และหินดินดาน (shale) มีสีเทาดำ น้ำตาล และมีดินตะกอนประเภทที่เป็น arenaceous sediments ประกอบด้วย หินทราย (sandstone) ควอร์ตไซต์ (quartzite) และ arenaceous เฉพาะเครือช (greywack) (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2525)

ลักษณะดินบริเวณดอยอ่างขาง ประกอบด้วย กลุ่มดิน 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มดินที่สร้างตัวมาจากการผุพังของหินดินดาน และหินทราย ซึ่งอาจมีบางส่วนของหินแปรปะปนอยู่บ้าง โดยพบกระจายอยู่ทางทิศตะวันออกของพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ ได้มีการจำแนกดินตามระบบการจำแนกดินของกระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐอเมริกา (USDA) เป็น Typic Palehumults ชุดดินบ้านหลวง (Ban Luang Series)

หรือกลุ่มดินหลัก Reddish Brown Lateritic Soils ตามระบบจำแนกดินแบบเก่า เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวถึงดินเหนียว ร้อยละอินทรีย์วัตถุสูงมาก ส่วนดินอีกกลุ่มหนึ่งเกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับหินดินดาน หินปูน และอาจพบว่ามีหินทรายปะปนอยู่ด้วย จึงจัดเป็นชุดดินอ่างขาง (Angkhang Series) Rhodic Paleudalfs หรือ กลุ่มดินหลัก Red Brown Earths ตามระบบการจำแนกดินแบบเก่า เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวถึงดินเหนียวปนทรายแป้ง (บุญยงค์, 2523)

สภาพป่าโดยทั่วไปถูกทำลายเป็นป่าเสื่อมโทรม ในปัจจุบันเป็นขั้นของการทดแทน เกิดจากการที่มีไม้เบิกนำ เช่น สาบหมา (*Ageratina adenophora* (Spreng.) R. M. King & H. Rob.) และพรรณไม้ในวงศ์ทานตะวัน (Asteraceae) อีกหลายชนิด และได้มีการปลูกป่าทดแทนขึ้นอีกในหลายพื้นที่ ส่วนในพื้นที่ดั้งเดิมที่ไม่ค่อยถูกบุกรุกมาก ชนิดป่าที่พบเห็นบนดอยอ่างขางมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ ป่าดิบเขา ซึ่งเป็นสังคมพืชที่ขึ้นอยู่ตามสันเขา มีความลาดชันค่อนข้างมาก พรรณไม้ที่พบในป่าชนิดนี้ส่วนใหญ่จะเป็นไม้วงศ์ก่อ (Fagaceae) ทำให้บางครั้งเรียกกันว่า ป่าก่อ และมีป่าสนเขาขึ้นกระจายอยู่เป็นหย่อมๆ ตามสันเขา โดยมีสนสองใบ และสนสามใบ เป็นไม้เด่น (วิชาญ, 2536) นอกจากนี้ยังพบพรรณไม้เฉพาะถิ่น (endemic species) และพรรณไม้หายากหลายชนิด (rare species) ได้แก่ เศวตามร (*Dicellostyles zizyphifolia* (Griff) L. Phuphathanaphong) บักขี้หนู (*Docynia indica* (Wall.) Decne.) นางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides* D. Don) เหยอจ (*Impatiens kerrii* Craib) เจ้าแตรวง (*Lilium primulinum* Bak. var. *brumanicum* Stearn) มณฑาป่า (*Manglietia garrettii* Craib) แก้วมหาวัน (*Michelia floribunda* Fin. & Gagnep.) และกุหลาบพันปี (*Rhododendron arboretum* Smith) เป็นต้น

ลักษณะภูมิอากาศของบริเวณดอยอ่างขาง มีสภาพภูมิอากาศอบอุ่นและแห้งแล้งในฤดูหนาว อุณหภูมิเฉลี่ย 9.1 ถึง 25.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 17.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 30.1 องศาเซลเซียสในเดือนเมษายน และอุณหภูมิต่ำสุด 1.2 องศาเซลเซียสในเดือนมกราคม สามารถจัดอยู่ในประเภท temperate rainy climate: Cwb ตามระบบ Köppen-Geiger-Pohl System

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,152 มิลลิเมตรต่อปี มีการกระจายของฝนค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดปี โดยมีฝนตกชุกในเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน สาเหตุที่ดอยอ่างขางมีปริมาณน้ำฝนสูงนั้นอาจเนื่องมาจากดอยอ่างขางมีพื้นที่อยู่ในระดับสูง ท้องฟ้าปกคลุมด้วยเมฆและหมอกอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูหนาว ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 65.9 อากาศจึงค่อนข้างชื้นอยู่ตลอดปี

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเลือกพื้นที่และการวางแผนทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น จำนวน 4 ชนิด คือ กระจับปี่, กระจับปี่, กระจับปี่, กระจับปี่ จังหวัดทองเท เมเปิลหอม และสนหนาม ที่ทำการปลูกในปี พ.ศ. 2525 โดยมีระยะปลูก 2.0x2.5 เมตร และมีการปลูกแบบขั้นบันได (terrace) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ โดยวางแผนการทดลองแบบ split plot design in RCBD (randomize complete block design) ในแปลงที่มีการตัดขยายระยะแบบเลือกตัด ในปี พ.ศ. 2550 ที่ระดับความหนักเบาของการตัดร้อยละ 20, 40, 60 และแปลงควบคุม (ไม่ทำการตัดขยายระยะ) ตามลำดับ โดยยึดพื้นที่หน้าตัด (basal area) ในการตัดขยายระยะเป็นหลัก ทำการวางแผนทดลอง ขนาด 20x20 เมตร จำนวน 2 แปลง ในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะในแต่ละชนิดไม้ ในการศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บข้อมูลในปี พ.ศ. 2554

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินในแปลงที่ทำการศึกษา โดยการสุ่มบริเวณเก็บตัวอย่างดิน ในแปลงทดลองละ 3 จุด ใช้ split tube soil sampler เก็บตัวอย่างดินที่ 5 ระดับความลึก คือ ระดับความลึกที่ 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลผลผลิตมวลชีวภาพ ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับชิดดิน (D_0) ที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) และวัดความสูงทั้งหมดของต้นไม้ทุกต้นในแปลง จากค่า DBH ที่ได้ นำมาหาความถี่จำนวน 5 อันตรภาคชั้น แล้วกำหนดขนาดของค่า DBH เฉลี่ยในแต่ละอันตรภาคชั้นเป็นต้นไม้ตัวอย่างที่จะตัดเพื่อศึกษาหาปริมาณมวลชีวภาพ อันตรภาคชั้นละ 1 ต้น รวมทั้งหมด 5 ต้นต่อชนิดไม้ หลังจากนั้นทำการหมายต้นไม้ตามขนาดที่กำหนด (โดยเน้นที่ต้นไม้ในแปลงเป็นหลัก) ตัดต้นไม้ที่ระดับชิดดิน บันทึกความสูงทั้งหมด (H) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจากโคนที่ระดับชิดดิน (D_0) ที่ระดับความสูง 0.30 เมตร (D_{30}) และยาวขึ้นไปทุกๆ 1 เมตร จนถึงปลายยอด จากนั้นทอนไม้จากที่ระดับความสูง 0.30 เมตร ขึ้นไปทุกๆ 1 เมตร ออกเป็นท่อนๆ จนถึงปลายยอด แล้วบันทึกน้ำหนักสดของลำต้น กิ่ง และใบ แยกเป็นรายท่อน แล้วทำการสุ่มเก็บตัวอย่างในแต่ละส่วนของต้นไม้ในถุงกระดาษที่เตรียมไว้ โดยแยกเป็นของตัวอย่างในแต่ละต้น บันทึกน้ำหนักสด (พร้อมทั้งจดยรายละเอียดของตัวอย่างบนถุงกระดาษ) หลังจากนั้นนำตัวอย่างของส่วนต่างๆ ดังกล่าวไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่อเนื่อง 24-48 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งค่าน้ำหนักของตัวอย่างคงที่ แล้วบันทึกน้ำหนักแห้งของตัวอย่างเพื่อที่จะนำไปเปลี่ยนน้ำหนักสดของต้นไม้เป็นค่าน้ำหนักแห้ง หรือมวลชีวภาพต่อไป

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลไม้พื้นล่าง ทำการศึกษาโดยการวางแผนตัวอย่าง ขนาด 4x4 เมตร จำนวน 4 แปลงในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะของแต่ละชนิดไม้บริเวณมุมแปลงทั้ง 4 มุมของแปลงขนาด 20x20 เมตร ศึกษาไม้พื้นล่างซึ่งเป็นไม้ล้มลุก ไม้เลื้อย และกล้าไม้ โดยบันทึกจำนวนชนิดและจำนวนต้นของไม้พื้นล่างในแปลง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวิเคราะห์สมบัติดิน

เมื่อนำตัวอย่างดินมาถึงห้องปฏิบัติการแล้ว นำดินออกผึ่งโดยเกลี่ยดินในภาชนะที่เตรียมไว้ เมื่อดินแห้งแล้วนำดินไปทุบหรือบดให้ละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 และ 2 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำดินที่ได้จากการร่อนไปทำการวิเคราะห์หาสมบัติต่างๆ ดังนี้

3.1.1 การวิเคราะห์หาเนื้อดิน (soil texture) โดยวิธีไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer method) (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2548) ซึ่งเป็นวิธีการศึกษาเนื้อดินโดยอาศัยความถ่วงจำเพาะของสารละลาย เนื้อดินเป็นสมบัติที่บ่งบอกความละเอียดหรือความหยาบของดิน โดยอยู่ในรูปของสัดส่วนสัมพัทธ์ของกลุ่มอนุภาคที่เป็นทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay)

3.1.2 ความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) วิเคราะห์โดย core method (Jalota *et al.*, 1998) ข้อมูลที่ได้สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$Db = \frac{Wods}{Vt}$$

โดย Db คือ ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
 Wods คือ น้ำหนักอบแห้งของดิน (กรัม)
 Vt คือ ปริมาตรรวมทั้งหมดของดิน (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

3.1.3 ความหนาแน่นของอนุภาคดิน (particle density) วิเคราะห์โดย pycnometer method (Jalota *et al.*, 1998) ข้อมูลที่ได้สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$Dp = \frac{Ms}{Vs}$$

โดย Dp คือ ความหนาแน่นอนุภาคของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
 Ms คือ น้ำหนักของดิน (กรัม)
 Vs คือ ปริมาตรของดิน (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

3.1.4 ความพรุนของดิน (soil porosity) สามารถนำค่าความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นของอนุภาคดินมาคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$Pt = \left[1 - \frac{Db}{Dp} \right] \times 100$$

โดย Pt คือ ความพรุนของดิน (ร้อยละ)
 Db คือ ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
 Dp คือ ความหนาแน่นอนุภาคของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

3.1.5 พีเอชของดิน (soil pH) วัดโดยใช้เครื่องวัด pH meter ซึ่งใช้อัตราส่วนของดิน : น้ำ เท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก (National Soil Survey Center, 1996)

3.1.6 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (soil organic matter) วิเคราะห์โดย Walkley and Black's rapid titration method (Walkley and Black, 1934; Walkley, 1935)

3.1.7 ปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen) โดยใช้ Dumas method (Jackson, 1965) และวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง CHNS/O Elemental Analyzer PerkinElmer 2400 Series II

3.1.8 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) วิเคราะห์โดยใช้วิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945) โดยใช้เครื่อง spectrophotometer

3.1.9 ปริมาณโพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium, calcium and magnesium) โดยใช้ ammonium acetate (NH_4OAc) 1 N pH 7.0 สกัดจากดินตัวอย่าง จากนั้นนำสารละลายที่สกัดได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณของ exchangeable K, Ca และ Mg ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542; Pratt, 1965)

3.2 การวิเคราะห์มวลชีวภาพ

3.2.1 คำนวณหาร้อยละความชื้นจากสูตรดังนี้

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

3.2.2 เปลี่ยนน้ำหนักสดให้เป็นน้ำหนักแห้ง โดยอาศัยร้อยละความชื้นที่คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\text{น้ำหนักอบแห้ง} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักสด}}{100 + \text{ร้อยละความชื้น}}$$

3.2.3 สร้างสมการแอลโลเมตริก (allometric equation) ตามรูปแบบสมการดังนี้

$$W = a (D^2 H)^b$$

$$\text{หรือ } \log W = \log a + b \log D^2 H$$

โดย W = ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Ws = ลำต้น, Wb = กิ่ง และ Wl = ใบ) (กิโลกรัม)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่างๆ (D₀, D₃₀, DBH) (เซนติเมตร)

H = ความสูงทั้งหมด (เมตร)

a, b = ค่าคงที่

3.2.4 ทำการเลือกสมการแอลโลเมตริกที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใกล้เคียง 1 มากที่สุด และนำสมการมาคำนวณหาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ต่างถิ่นที่ทำการศึกษา

3.2.5 ปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมด (Wt) คำนวณหาได้จากการนำ Ws+Wb+Wl

3.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบของไม้พื้นล่าง

3.3.1 วิเคราะห์หาจำนวนชนิด และชนิดเด่นหรือพบมาก โดยคิดเป็นร้อยละของไม้พื้นล่างที่สำรวจ ทำการจำแนกชนิดไม้พื้นล่างในแต่ละแปลง (สุธรรม, 2552)

3.3.2 ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพรรณ (diversity index) โดยใช้สูตรของ Shannon and Wiener (1949) ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$H = - \sum_{i=1}^S (p_i) (\ln p_i)$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

โดย H = ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพรรณ
 p_i = สัดส่วนระหว่างจำนวนต้นไม้ชนิด i ต่อจำนวนต้นไม้ทั้งหมด
 s = จำนวนชนิดพรรณไม้ทั้งหมด
 n_i = จำนวนของสิ่งมีชีวิตชนิดที่ i
 N = ผลรวมของจำนวนสิ่งมีชีวิตทุกชนิด

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของ สมบัติของดิน ผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง และใบ รวมทั้งดัชนีความหลากหลายและองค์ประกอบของไม้พื้นล่าง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลและวิจารณ์

การศึกษาผลของการตัดขยายระยะต่อสมบัติของดิน มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และองค์ประกอบของไม้พื้นล่างในสวนป่าไม้ต่างถิ่น บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ได้ทำการศึกษาในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด บริเวณแปลงปลูกป่า ปี พ.ศ. 2525 ที่ผ่านการตัดขยายระยะที่ระดับความหนักเบาแตกต่างกัน ในปี พ.ศ. 2550 และเก็บข้อมูลตัวอย่างใน ปี พ.ศ. 2554 ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. สมบัติทางกายภาพของดิน

1.1 ความหนาแน่นรวมของดิน

จากการวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมของดินโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ 5 ระดับชั้นความลึก พบว่า ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 40, 60 และแปลงควบคุม ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่นทั้ง 4 ชนิด มีความหนาแน่นรวมของดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร แปลงเมเปิลหอมที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 20 มีความหนาแน่นรวมของดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 10-20 และ 30-40 เซนติเมตร ส่วนกระถินดอย จันทร์ทองเทศ และสนหนาม มีความหนาแน่นรวมของดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร และความหนาแน่นรวมของดินยังมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกของชั้นดินที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 1

ในขณะที่จากการวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมของดินที่พิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในแปลงกระถินดอย รองลงมาคือ สนหนาม เมเปิลหอม และจันทร์ทองเทศ ตามลำดับ (1.00, 0.99, 0.96 และ 0.92 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาตามระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะในแปลงกระถินดอย พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินมากที่สุดในแปลงควบคุม รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 20 และ 60 ตามลำดับ (1.17, 0.99, 0.93 และ 0.90 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ) แปลงจันทร์ทองเทศ พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 รองลงมาคือ แปลงควบคุม แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 และ 60 ตามลำดับ (0.99, 0.93, 0.90 และ 0.87 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ) แปลงเมเปิลหอม พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินมีมากที่สุดที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 รองลงมาคือ แปลงควบคุม แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 และ 60 ตามลำดับ (1.05, 0.99, 0.95 และ 0.83 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ) แปลงสนหนาม พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินมีมากที่สุดที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60, 40 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (1.03, 0.99, 0.98 และ 0.95 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ความหนาแน่นรวมของดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด
ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)			
		กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิ้ลหอม	สนหนาม
ควบคุม	0-10	1.27	1.02	1.15	1.07
	10-20	1.19	0.97	0.97	1.00
	20-30	1.20	0.93	0.98	0.96
	30-40	1.16	0.89	0.92	0.84
	40-50	1.01	0.86	0.94	0.87
ร้อยละ 20	0-10	1.12	1.04	1.13	1.07
	10-20	0.92	1.02	1.08	1.04
	20-30	0.94	0.98	1.01	0.99
	30-40	0.85	1.04	1.08	1.07
	40-50	0.80	0.86	0.93	0.98
ร้อยละ 40	0-10	1.10	1.00	1.04	1.07
	10-20	1.00	0.89	1.01	1.05
	20-30	0.96	0.91	0.92	0.96
	30-40	0.96	0.89	0.89	0.90
	40-50	0.95	0.80	0.87	0.94
ร้อยละ 60	0-10	1.02	1.01	0.93	1.06
	10-20	0.91	0.92	0.89	1.00
	20-30	0.91	0.88	0.82	1.01
	30-40	0.85	0.80	0.78	0.99
	40-50	0.82	0.76	0.71	0.88

ตารางที่ 2 ความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)			
	กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิลหอม	สนหนาม
ควบคุม	1.17 ^a	0.93	0.99	0.95
ร้อยละ 20	0.93 ^b	0.99	1.05	1.03
ร้อยละ 40	0.99 ^b	0.90	0.95	0.98
ร้อยละ 60	0.90 ^b	0.87	0.83	0.99
เฉลี่ยรวม	1.00	0.92	0.96	0.99
F-value	7.57*	1.16 ^{ns}	1.72 ^{ns}	0.72 ^{ns}

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
 ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)
 a, b, c ตัวอักษรที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวดิ่งแสดงว่าความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยวิธี DMRT จากน้อยไปหามาก

จากการวิเคราะห์ทางสถิติในแปลงกระถินดอย พบว่า แต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนแปลงจันทร์ทองเทศ เมเปิลหอม และสนหนาม พบว่า แต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากตารางจะเห็นได้ว่า ความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มลดลงตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับ กฎหมาย (2547) ที่ทำการศึกษาสมบัติของดินในบริเวณดังกล่าว พบว่า แปลงที่มีการตัดขยายระยะมีความหนาแน่นรวมน้อยกว่าแปลงที่ไม่ทำการตัดขยายระยะ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากสภาพแปลงที่ถูกตัดขยายระยะมีวัชพืชขึ้นปกคลุมเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดการซบเซาของรากวัชพืชขนาดเล็กจำนวนมาก และส่งผลให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลง ซึ่งดินในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่นทั้ง 4 ชนิด มีความหนาแน่นรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ โดยทั่วไปค่าความหนาแน่นรวมของดินที่เนื้อดินเป็นดินเหนียวจะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 1.0-1.3 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

1.2 ความหนาแน่นอนุภาคดิน

จากการวิเคราะห์หาความหนาแน่นของอนุภาคดินโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ 5 ระดับชั้นความลึก พบว่า แปลงสนหนามที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะในแปลงควบคุม มีความหนาแน่นของอนุภาคดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร ส่วนกระถินดอย จันทร์ทองเทศ และเมเปิลหอม มีความหนาแน่นของอนุภาคดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร แปลงจันทร์ทองเทศที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 20 มีความหนาแน่นของ

อนุภาคดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร ส่วนกระถินดอย เมเปิลหอม และสนหนาม มีความหนาแน่นของอนุภาคดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร แปลงสนหนามที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 40 มีความหนาแน่นของอนุภาคดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร แปลงเมเปิลหอมมีความหนาแน่นของอนุภาคดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร ส่วนกระถินดอย จันทร์ทองเทศ และสนหนาม มีความหนาแน่นของอนุภาคดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร แปลงสนหนามที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 60 มีความหนาแน่นของอนุภาคดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 10-20 และ 30-40 เซนติเมตร แปลงจันทร์ทองเทศ มีความหนาแน่นของอนุภาคดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร ส่วนกระถินดอยและเมเปิลหอม มีความหนาแน่นของอนุภาคดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร และความหนาแน่นของอนุภาคดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกของชั้นดินที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 3

ในขณะที่จากการวิเคราะห์หาความหนาแน่นของอนุภาคดินที่พิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวม ในขณะที่จากการวิเคราะห์หาความหนาแน่นของอนุภาคดินที่พิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร พบว่า ความหนาแน่นของอนุภาคดินมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในแปลงจันทร์ทองเทศ รองลงมาคือ สนหนาม กระถินดอย และเมเปิลหอม ตามลำดับ (2.49, 2.47, 2.45 และ 2.44 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาตามระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะในแปลงกระถินดอย พบว่า ความหนาแน่นของอนุภาคดินมีค่ามากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 รองลงมาเป็นแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 และ 60 ซึ่งมีค่าเท่ากัน และแปลงควบคุมมีค่าน้อยที่สุด (2.45, 2.45, 2.45 และ 2.41 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ) แปลงจันทร์ทองเทศ พบว่า ความหนาแน่นของอนุภาคดินมีค่ามากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40, 20 ตามลำดับ (2.56, 2.50, 2.45 และ 2.44 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ) แปลงเมเปิลหอม พบว่า ความหนาแน่นของอนุภาคดินมีค่ามากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 และแปลงควบคุม ซึ่งมีค่าเท่ากัน และแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 ตามลำดับ (2.49, 2.43, 2.43 และ 2.42 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ) แปลงสนหนาม พบว่า ความหนาแน่นของอนุภาคดินมีค่ามากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 และแปลงควบคุม ซึ่งมีค่าเท่ากัน รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 และ 20 ตามลำดับ (2.49, 2.49, 2.48 และ 2.41 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ) และเมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่นทั้ง 4 ชนิด ในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ความหนาแน่นของอนุภาคดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด
ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบาใน การตัดขยายระยะ	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ความหนาแน่นของอนุภาคดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)			
		กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิ้ลหอม	สนหนาม
ควบคุม	0-10	2.27	2.37	2.33	2.35
	10-20	2.36	2.43	2.41	2.45
	20-30	2.41	2.48	2.44	2.51
	30-40	2.48	2.42	2.44	2.58
	40-50	2.51	2.51	2.50	2.56
ร้อยละ 20	0-10	2.36	2.32	2.40	2.34
	10-20	2.45	2.42	2.40	2.40
	20-30	2.50	2.47	2.41	2.45
	30-40	2.56	2.53	2.44	2.40
	40-50	2.59	2.51	2.45	2.48
ร้อยละ 40	0-10	2.43	2.41	2.40	2.32
	10-20	2.45	2.47	2.41	2.46
	20-30	2.42	2.51	2.37	2.55
	30-40	2.45	2.54	2.49	2.54
	40-50	2.49	2.58	2.48	2.51
ร้อยละ 60	0-10	2.45	2.47	2.36	2.40
	10-20	2.39	2.54	2.42	2.52
	20-30	2.48	2.56	2.51	2.51
	30-40	2.47	2.60	2.55	2.52
	40-50	2.49	2.59	2.62	2.49

ตารางที่ 4 ความหนาแน่นของอนุภาคดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของอนุภาคดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)			
	กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิลหอม	สนหนาม
ควบคุม	2.41	2.44	2.43	2.49
ร้อยละ 20	2.49	2.45	2.42	2.41
ร้อยละ 40	2.45	2.50	2.43	2.48
ร้อยละ 60	2.45	2.56	2.49	2.49
เฉลี่ยรวม	2.45	2.49	2.44	2.47
F-value	1.49 ^{ns}	1.54 ^{ns}	0.44 ^{ns}	1.38 ^{ns}

หมายเหตุ : ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

1.4 ความพรุนของดิน (soil porosity)

จากการวิเคราะห์หาความพรุนของดินโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ 5 ระดับชั้นความลึก พบว่า แปลงสนหนามที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะในแปลงควบคุมและที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 40 มีความพรุนของดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร และมีความพรุนน้อยที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ส่วนกระถินดอย จันทร์ทองเทศ และเมเปิลหอม มีความพรุนของดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่นทั้ง 4 ชนิด ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 20 และร้อยละ 60 มีความพรุนของดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร และความพรุนของดินมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกของชั้นดินที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความพรุนของดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด
ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ความพรุนของดิน (ร้อยละ)			
		กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิลหอม	สนหนาม
ควบคุม	0-10	43.58	57.13	50.70	54.69
	10-20	49.54	59.89	59.54	58.96
	20-30	50.32	62.49	59.64	61.42
	30-40	53.12	63.25	62.12	67.60
	40-50	59.84	65.76	62.42	66.27
ร้อยละ 20	0-10	52.64	55.19	53.07	54.49
	10-20	62.29	57.68	55.22	56.95
	20-30	62.35	60.41	58.15	59.48
	30-40	66.91	59.02	55.77	55.56
	40-50	68.84	65.71	61.97	60.59
ร้อยละ 40	0-10	54.33	58.29	56.62	53.96
	10-20	58.99	63.96	58.12	57.38
	20-30	60.45	63.78	62.08	62.45
	30-40	61.13	64.72	64.26	64.80
	40-50	62.07	68.94	64.73	63.00
ร้อยละ 60	0-10	58.30	59.24	60.32	55.81
	10-20	61.71	63.93	63.02	60.40
	20-30	63.32	65.78	67.33	59.95
	30-40	65.61	69.14	69.48	60.76
	40-50	66.99	70.52	72.82	64.56

ในขณะที่จากการวิเคราะห์หาความพรุนของดินที่พิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร พบว่า ความพรุนของดินมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในแปลงจันทร์ทองเทศ รองลงมาคือ เมเปิลหอม สนนาม และกระถินดอย ตามลำดับ (ร้อยละ 62.74, 60.87, 59.95 และ 59.12 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาตามระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะในแปลงกระถินดอย พบว่า ความพรุนของดินมีมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20, 40 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (ร้อยละ 63.19, 62.61, 59.39 และ 51.28 ตามลำดับ) แปลงจันทร์ทองเทศ พบว่า ความพรุนของดินมีมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 แปลงควบคุม และแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 ตามลำดับ (ร้อยละ 65.72, 63.93, 61.71, 59.60 ตามลำดับ) แปลงเมเปิลหอม พบว่า ความพรุนของดินมีมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 แปลงควบคุม และแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 ตามลำดับ (ร้อยละ 66.60, 61.16, 58.89 และ 56.83 ตามลำดับ) แปลงเมเปิลหอม พบว่า ความพรุนของดินมีมากที่สุดในแปลงควบคุม รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40, 60 และ 20 ตามลำดับ (ร้อยละ 61.78, 60.32, 60.29 และ 57.41 ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ความพรุนของดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	ค่าเฉลี่ยความพรุนของดิน (ร้อยละ)			
	กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิลหอม	สนนาม
ควบคุม	51.28 ^b	61.71	58.89	61.78
ร้อยละ 20	62.61 ^a	59.60	56.83	57.41
ร้อยละ 40	59.39 ^a	63.93	61.16	60.32
ร้อยละ 60	63.19 ^a	65.72	66.60	60.29
เฉลี่ยรวม	59.12	62.74	60.87	59.95
F-value	9.54*	1.08 ^{ns}	1.62 ^{ns}	1.89 ^{ns}

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

a, b, c ตัวอักษรที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวดิ่งแสดงว่าความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยวิธี DMRT จากมากไปหาน้อย

เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติในแปลงกระถินดอย พบว่า ในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนแปลงจันทร์ทองเทศ เมเปิ้ลหอม และสนหนาม พบว่า แต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และจากตารางจะเห็นว่า แนวโน้มของร้อยละความพรุนของดินเพิ่มขึ้นตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น โดยสาเหตุสำคัญอาจเป็นเพราะสภาพแปลงที่มีการตัดขยายระยะเพิ่มมากขึ้น มีวัชพืชขึ้นปกคลุมในปริมาณมากจึงอาจทำให้รากของวัชพืชมีการชอนไช และทำให้ดินมีความพรุนเพิ่มขึ้นได้

1.5 เนื้อดิน

จากการวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดินโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ 5 ระดับชั้นความลึก พบว่า แปลงกระถินดอยที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะในแปลงควบคุม มีขนาดอนุภาคทรายและทรายแป้งมากที่สุดที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร มีอนุภาคดินเหนียวมากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 20 และ 40 มีขนาดอนุภาคทรายมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีขนาดอนุภาคทรายแป้งมากที่สุดที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร มีขนาดอนุภาคดินเหนียวมากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 60 มีขนาดอนุภาคทรายและทรายแป้งมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีอนุภาคดินเหนียวมากที่สุดที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 7

แปลงจันทร์ทองเทศที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะในแปลงควบคุม มีขนาดอนุภาคทรายมากที่สุดที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร มีอนุภาคทรายแป้งมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร และมีอนุภาคดินเหนียวมากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 20 มีขนาดอนุภาคทรายและทรายแป้งมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีขนาดอนุภาคดินเหนียวที่สุดที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 40 ขนาดอนุภาคทรายและทรายแป้งมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีอนุภาคดินเหนียวมากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 60 มีขนาดอนุภาคทรายมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีอนุภาคทรายแป้งมากที่สุดที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร และมีอนุภาคดินเหนียวมากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ขนาดอนุภาคดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงกระถินดอย
ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบาใน การตัดขยายระยะ	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ขนาดอนุภาคดิน (ร้อยละ)		
		ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว
ควบคุม	0-10	40.75	23.93	35.33
	10-20	41.92	25.48	32.60
	20-30	29.62	24.62	45.77
	30-40	27.01	22.11	50.89
	40-50	22.28	19.61	58.12
ร้อยละ 20	0-10	43.39	27.22	29.74
	10-20	41.64	27.81	30.91
	20-30	41.69	28.05	30.57
	30-40	42.70	23.77	33.74
	40-50	37.61	21.69	40.91
ร้อยละ 40	0-10	40.61	25.00	34.39
	10-20	39.37	22.94	37.70
	20-30	33.40	25.72	41.07
	30-40	35.40	23.02	41.67
	40-50	34.14	22.15	43.72
ร้อยละ 60	0-10	32.26	26.86	40.98
	10-20	24.40	24.88	50.90
	20-30	26.93	21.99	51.27
	30-40	28.89	21.23	50.08
	40-50	28.40	23.22	48.58

ตารางที่ 8 ขนาดอนุภาคดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงจันทร์ทองเทศ
ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบาใน การตัดขยายระยะ	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ขนาดอนุภาคดิน (ร้อยละ)		
		ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว
ควบคุม	0-10	22.84	27.04	50.13
	10-20	30.52	25.14	44.34
	20-30	25.29	26.25	48.46
	30-40	16.84	25.87	57.30
	40-50	11.35	24.38	64.28
ร้อยละ 20	0-10	34.35	27.04	38.81
	10-20	33.82	25.94	40.54
	20-30	24.01	26.77	49.52
	30-40	25.68	26.14	48.39
	40-50	29.03	25.29	45.99
ร้อยละ 40	0-10	46.02	23.68	30.57
	10-20	37.44	23.49	39.44
	20-30	40.37	20.79	39.07
	30-40	36.91	21.24	42.17
	40-50	31.95	19.18	49.10
ร้อยละ 60	0-10	48.22	22.14	29.84
	10-20	41.35	22.09	36.68
	20-30	39.02	23.81	37.29
	30-40	36.81	21.56	41.84
	40-50	36.73	20.93	42.22

แปลงสนหนามที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะในแปลงควบคุม มีขนาดอนุภาคทรายมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีอนุภาคทรายแฉ่งมากที่สุดที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร และมีอนุภาคดินเหนียวมากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 20 มีขนาดอนุภาคทรายมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีขนาดอนุภาคทรายแฉ่งมากที่สุดที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร และมีขนาดอนุภาคดินเหนียวมากที่สุดที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 40 ขนาดอนุภาคทรายมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีอนุภาคทรายแฉ่งมากที่สุดที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร และมีอนุภาคดินเหนียวมากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 60 มีขนาดอนุภาคทรายมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีอนุภาคทรายแฉ่งมากที่สุดที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร และมีอนุภาคดินเหนียวมากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 9 ขนาดอนุภาคดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงเมเปิ้ลหอม
ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบาใน การตัดขยายระยะ	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ขนาดอนุภาคดิน (ร้อยละ)		
		ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว
ควบคุม	0-10	50.86	22.28	26.86
	10-20	41.44	19.35	39.21
	20-30	37.78	21.52	40.71
	30-40	36.83	21.35	41.83
	40-50	38.86	20.16	40.98
ร้อยละ 20	0-10	49.53	17.73	32.64
	10-20	36.81	21.34	41.84
	20-30	37.65	20.71	41.82
	30-40	31.48	18.51	49.92
	40-50	36.17	15.63	48.01
ร้อยละ 40	0-10	44.99	23.48	31.33
	10-20	32.71	23.02	44.07
	20-30	25.17	20.56	54.09
	30-40	27.25	20.69	51.96
	40-50	29.12	20.76	50.13
ร้อยละ 60	0-10	52.95	22.45	24.40
	10-20	51.44	21.13	27.14
	20-30	52.88	19.67	27.06
	30-40	57.16	15.92	26.63
	40-50	63.78	12.96	23.17

ตารางที่ 10 ขนาดอนุภาคดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงสนหนาม
ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบาใน การตัดขยายระยะ	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ขนาดอนุภาคดิน (ร้อยละ)		
		ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว
ควบคุม	0-10	41.20	24.55	34.26
	10-20	36.31	25.17	38.53
	20-30	36.07	21.79	42.15
	30-40	38.65	21.10	40.26
	40-50	35.30	20.12	44.59
ร้อยละ 20	0-10	61.20	15.05	23.66
	10-20	48.87	17.75	33.29
	20-30	42.98	18.68	38.16
	30-40	40.62	17.59	41.60
	40-50	42.19	17.67	40.05
ร้อยละ 40	0-10	52.74	19.13	28.04
	10-20	45.90	21.49	32.51
	20-30	40.14	21.33	38.54
	30-40	40.90	19.78	39.02
	40-50	40.58	19.96	39.38
ร้อยละ 60	0-10	42.38	26.00	31.53
	10-20	30.09	26.59	43.33
	20-30	30.71	27.84	41.45
	30-40	26.84	26.03	47.14
	40-50	29.23	22.81	47.96

เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร จากผลการวิเคราะห์ ตัวอย่างดินของแปลงกระถินดอย พบว่า แปลงควบคุม แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 และ 60 มีขนาดอนุภาคดินเหนียวมากที่สุด (ร้อยละ 44.54, 39.71 และ 48.36 ตามลำดับ) ส่วนแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 มีขนาดอนุภาคทรายมากที่สุด (ร้อยละ 41.41) ประเภทเนื้อดินในแปลงควบคุมและแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 เป็นดินเหนียว (clay) ส่วนประเภทเนื้อดินในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 และ 40 เป็นดินร่วนเหนียว (clay loam) เมื่อทำการทดสอบทางสถิติ พบว่า ขนาดอนุภาคดินเหนียวในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนขนาดอนุภาคทรายและทรายแป้งในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

แปลงจันทร์ทองเทศ พบว่า แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 มีขนาดอนุภาคทรายมากที่สุด (ร้อยละ 40.42) ประเภทเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว ส่วนแปลงควบคุม แปลงตัดขยายระยะ 20 และ 40 มีขนาดอนุภาคดินเหนียวมากที่สุด (ร้อยละ 52.90, 44.65 และ 40.07 ตามลำดับ) ประเภทเนื้อดินเป็นดินเหนียว เมื่อทำการทดสอบทางสถิติ พบว่า ทุกๆ ขนาดอนุภาคดินในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

แปลงเมเปิลหอม พบว่า แปลงควบคุม แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 มีขนาดอนุภาคทรายมากที่สุด (ร้อยละ 41.15 และ 55.64 ตามลำดับ) ประเภทเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว และดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ตามลำดับ ส่วนแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 และร้อยละ 40 มีขนาดอนุภาคดินเหนียวมากที่สุด (ร้อยละ 42.85 และ 46.32 ตามลำดับ) ประเภทเนื้อดินเป็นดินเหนียว เมื่อทำการทดสอบทางสถิติ พบว่า ขนาดอนุภาคทรายแป้งในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ส่วนขนาดอนุภาคทรายและดินเหนียวในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

แปลงสนหนาม พบว่า แปลงควบคุม และแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 มีขนาดอนุภาคดินเหนียวมากที่สุด (ร้อยละ 39.96 และ 42.28 ตามลำดับ) ประเภทเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว และดินเหนียว ตามลำดับ ส่วนแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 และร้อยละ 40 มีขนาดอนุภาคทรายมากที่สุด (ร้อยละ 47.17 และ 44.06 ตามลำดับ) ประเภทเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย (sandy clay) และดินร่วนเหนียว ตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบทางสถิติ พบว่า ทุกๆ ขนาดอนุภาคดินในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ขนาดอนุภาคดินและประเภทเนื้อดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูก
ไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบาในการตัด ขยายระยะ	ขนาดอนุภาคดิน (ร้อยละ)			ประเภทเนื้อดิน
	ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว	
กระถินดอย				
ควบคุม	32.32	23.16	44.54 ^a	ดินเหนียว
ร้อยละ 20	41.41	25.70	33.17 ^b	ดินร่วนเหนียว
ร้อยละ 40	36.59	23.77	39.71 ^{ab}	ดินร่วนเหนียว
ร้อยละ 60	28.17	23.64	48.36 ^a	ดินเหนียว
เฉลี่ยรวม	34.62	24.07	41.44	
F-value	3.24 ^{ns}	0.75 ^{ns}	6.85*	
จันทร์ทองเทศ				
ควบคุม	21.37	25.73	52.90	ดินเหนียว
ร้อยละ 20	29.38	26.24	44.65	ดินเหนียว
ร้อยละ 40	38.54	21.68	40.07	ดินเหนียว
ร้อยละ 60	40.42	22.11	37.57	ดินร่วนเหนียว
เฉลี่ยรวม	32.58	23.94	43.80	
F-value	0.48 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.83 ^{ns}	
เมเปิ้ลหอม				
ควบคุม	41.15	20.93 ^{ab}	37.92	ดินร่วนเหนียว
ร้อยละ 20	38.33	18.78 ^{ab}	42.85	ดินเหนียว
ร้อยละ 40	31.85	21.70 ^b	46.32	ดินเหนียว
ร้อยละ 60	55.64	18.42 ^a	25.68	ดินร่วนเหนียวปนทราย
เฉลี่ยรวม	41.74	19.96	38.19	
F-value	4.19 ^{ns}	22.12**	4.66 ^{ns}	

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ระดับความหนักเบาในการตัด ขยายระยะ	ขนาดอนุภาคดิน (ร้อยละ)			ประเภทเนื้อดิน
	ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว	
สนหนาม				
ควบคุม	37.50	22.55	39.96	ดินร่วนเหนียว
ร้อยละ 20	47.17	17.34	35.35	ดินเหนียวปนทราย
ร้อยละ 40	44.06	20.34	35.50	ดินร่วนเหนียว
ร้อยละ 60	31.85	25.85	42.28	ดินเหนียว
เฉลี่ยรวม	40.15	21.52	38.27	
F-value	1.44 ^{ns}	5.68 ^{ns}	0.38 ^{ns}	

หมายเหตุ : ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$)
 * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
 ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)
 a, b, c ตัวอักษรที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวดิ่งแสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยวิธี DMRT จากมากไปหาน้อย

จากตารางเห็นได้ว่า พื้นที่ที่ทำการศึกษามีส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยอนุภาคดินเหนียว ซึ่งสอดคล้องกับ ฤกษ์นาครณ์ (2547) ที่ทำการศึกษามัถิดินในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2545 พบว่าประเภทเนื้อดินเป็นดินเหนียว ซึ่งอาจเป็นเพราะพื้นที่ทำการศึกษามีดินที่มีต้นไม้อุดมสมบูรณ์ติดต่อกันเป็นเวลานาน จึงทำให้เกิดการสะสมอินทรีย์วัตถุที่เกิดจากการสลายตัวของซากอินทรีย์ อีกทั้งพื้นที่ทำการศึกษามีลักษณะเป็นดินชุดอ่างช้างที่มีต้นกำเนิดจากหินปูน หินเชลล์ ดินดาน

2. สมบัติทางเคมีของดิน

2.1 พีเอชของดิน

จากการวิเคราะห์หาพีเอชของดินโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ 5 ระดับชั้นความลึกพบว่า ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะในแปลงควบคุมของแปลงกระถินดอย และจันทร์ทองเทศ มีค่าพีเอชของดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร แปลงมะปรางหอม และสนหนาม มีค่าพีเอชของดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 20 แปลงกระถินดอยมีค่าพีเอชของดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ส่วนชนิดไม้อื่นๆ มีค่าพีเอชของดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 40 แปลงกระถินดอยมีค่าพีเอชของดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร ส่วนชนิดไม้อื่นๆ มีค่าพีเอชของดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10

เซนติเมตร ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 60 แปลงกระถินดอยมีค่าพีเอชของดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร ส่วนชนิดไม้อื่นๆ มีค่าพีเอชของดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 พีเอชของดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด
ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	พีเอชของดิน			
		กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิ้ลหอม	สนหนาม
ควบคุม	0-10	4.52	4.37	5.27	4.74
	10-20	4.47	4.44	4.44	4.59
	20-30	4.59	4.51	4.38	4.52
	30-40	4.56	4.60	4.59	4.58
	40-50	4.62	4.69	4.76	4.72
ร้อยละ 20	0-10	4.62	4.90	5.43	5.49
	10-20	4.65	4.70	4.75	5.21
	20-30	4.73	4.80	4.64	5.11
	30-40	4.76	4.87	4.72	5.30
	40-50	4.88	4.82	4.88	5.23
ร้อยละ 40	0-10	5.13	5.41	5.90	5.21
	10-20	5.36	4.93	5.20	5.00
	20-30	5.26	4.91	5.04	4.97
	30-40	5.12	4.94	5.00	5.02
	40-50	5.19	4.90	5.13	5.05
ร้อยละ 60	0-10	4.95	5.28	5.91	5.44
	10-20	5.03	5.00	5.06	5.04
	20-30	5.07	4.94	4.42	4.91
	30-40	5.14	4.91	4.60	4.95
	40-50	5.07	5.06	4.72	4.98

ในขณะที่จากการวิเคราะห์หาพีเอชของดินที่พิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร พบว่า พีเอชของดินมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในแปลงสนหนาม รองลงมาคือ เมเปิลหอม กระถินดอย และจันทร์ทองเทศ ตามลำดับ (5.01, 4.94, 4.89 และ 4.85 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาตามระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะในแปลงกระถินดอย พบว่า ค่าพีเอชของดินมีมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60, 20 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (5.21, 5.05, 4.73 และ 4.56 ตามลำดับ) แปลงจันทร์ทองเทศ พบว่า ค่าพีเอชของดินมีมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40, 20 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (5.04, 5.02, 4.82 และ 4.52 ตามลำดับ) แปลงเมเปิลหอม พบว่า ค่าพีเอชของดินมีมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60, 20 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (5.26, 4.94, 4.88 และ 4.69 ตามลำดับ) แปลงสนหนาม พบว่า ค่าพีเอชของดินมีมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60, 40 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (5.27, 5.07, 5.05 และ 4.63 ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 13 เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติในแปลงสนหนาม พบว่า ในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนแปลงกระถินดอย จันทร์ทองเทศ และเมเปิลหอม พบว่า แต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 พีเอชของดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	พีเอชของดิน			
	กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิลหอม	สนหนาม
ควบคุม	4.56	4.52	4.69	4.63 ^b
ร้อยละ 20	4.73	4.82	4.88	5.27 ^a
ร้อยละ 40	5.21	5.02	5.26	5.05 ^a
ร้อยละ 60	5.05	5.04	4.94	5.07 ^a
เฉลี่ยรวม	4.89	4.85	4.94	5.01
F-value	3.65 ^{ns}	3.56 ^{ns}	5.92 ^{ns}	7.72*

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

a, b, c ตัวอักษรที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวดังแสดงถึงความแตกต่างกัน

อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยวิธี DMRT จากมากไปหาน้อย

จากตารางจะเห็นว่า ค่าพีเอชของดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากปริมาณการทับถมของอินทรีย์สารในดินลดน้อยลงตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดกรดอินทรีย์สะสมในดินน้อยไปด้วย กล่าวคือ อินทรีย์วัตถุเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ดินเป็นกรด อีกทั้งพื้นที่ที่มีการตัดขยายระยะอาจเกิดการชะละลาย โดย คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2544) กล่าวว่า น้ำฝนที่ตกลงมาและไหลซึมลงดิน จะทำให้พวก basic cation ถูกพัดพาให้สูญหายไปด้วย

2.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ 5 ระดับชั้นความลึก พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ในทุกระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะและทุกชนิดไม้ที่ศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 14

ในขณะที่จากการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่พิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในแปลงกระถินดอย รองลงมาคือ เมเปิ้ลหอม จันทน์ทองเทศ และสนหนาม ตามลำดับ (ร้อยละ 5.75, 4.02, 3.81 และ 3.71 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาตามระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะในแปลงกระถินดอย พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีมากที่สุดในแปลงควบคุม รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20, 40 และ 60 ตามลำดับ (ร้อยละ 7.28, 7.10, 4.95 และ 3.67 ตามลำดับ) แปลงจันทน์ทองเทศ พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40, 60 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (ร้อยละ 4.40, 4.05, 3.70 และ 3.09 ตามลำดับ) แปลงเมเปิ้ลหอม พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีมากที่สุดในแปลงควบคุม รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60, 20 และ 40 ตามลำดับ (ร้อยละ 4.36, 4.31, 4.01 และ 3.39 ตามลำดับ) แปลงสนหนาม พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีมากที่สุดในแปลงควบคุม รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20, 40 และ 60 ตามลำดับ (ร้อยละ 4.16, 4.13, 3.41 และ 3.13 ตามลำดับ) เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่นทั้ง 4 ชนิด แต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 14 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด
ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ร้อยละ)			
		กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิลหอม	สนหนาม
ควบคุม	0-10	12.59	6.14	8.49	9.83
	10-20	8.68	3.65	5.24	5.36
	20-30	7.26	2.77	3.64	3.40
	30-40	4.63	1.68	2.62	1.42
	40-50	3.23	1.22	1.81	0.77
ร้อยละ 20	0-10	11.98	7.77	6.92	7.51
	10-20	8.94	5.00	4.44	4.23
	20-30	6.96	3.89	3.37	3.04
	30-40	3.86	3.05	2.91	3.01
	40-50	3.74	2.25	2.41	2.88
ร้อยละ 40	0-10	8.90	7.62	6.47	7.21
	10-20	5.22	4.48	4.29	4.03
	20-30	4.30	3.86	2.49	2.77
	30-40	3.29	2.56	1.94	1.67
	40-50	3.03	1.76	1.75	1.38
ร้อยละ 60	0-10	6.46	7.69	7.95	6.33
	10-20	3.88	4.22	5.14	3.17
	20-30	2.46	2.85	3.70	2.81
	30-40	2.21	2.05	2.90	1.99
	40-50	3.31	1.71	1.87	1.36

ตารางที่ 15 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ร้อยละ)			
	กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิลหอม	สนหนาม
ควบคุม	7.28	3.09	4.36	4.16
ร้อยละ 20	7.10	4.40	4.01	4.13
ร้อยละ 40	4.95	4.05	3.39	3.41
ร้อยละ 60	3.67	3.70	4.31	3.13
เฉลี่ยรวม	5.75	3.81	4.02	3.71
F-value	5.86 ^{ns}	0.20 ^{ns}	0.30 ^{ns}	0.75 ^{ns}

หมายเหตุ : ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางจะเห็นว่า แปลงกระถินดอยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และแปลงปลูกไม้ต่างถิ่นชนิดอื่นๆ จะเห็นว่ามีแนวโน้มของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่อาจจะไม่ชัดเจนเหมือนกับแปลงกระถินดอย Young (1989) กล่าวว่า กระบวนการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินเกิดจากการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งเป็นการเปลี่ยนคาร์บอนในอากาศมาสร้างเป็นส่วนประกอบต่างๆ จากนั้นจะปลดปล่อยลงสู่พื้นดินในลักษณะเศษใบพืชและรากพืช โดยจะย่อยสลายกลายเป็นอินทรีย์วัตถุ ซึ่งเป็นแหล่งสำคัญของไนโตรเจนในดิน จากผลการศึกษาอาจกล่าวได้ว่า ปริมาณเศษไม้ใบพืชรวมทั้งรากพืชเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปริมาณไนโตรเจนรวมแตกต่างกันออกไป ซึ่งจำนวนต้นไม้ที่น้อยลงจากการตัดขยายระยะมีผลทำให้ปริมาณเศษใบพืชและรากพืชลดลงไปด้วยเช่นกัน อีกทั้งลักษณะของเรือนยอดที่มีผลต่ออิทธิพลของน้ำฝนและความร้อนจากแสงอาทิตย์อาจทำให้เกิดการสูญเสียโดยการถูกพัดพาหรือสลายตัว แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุก็มีอยู่มากมาย เช่น ชนิดและปริมาณของพรรณพืชที่ปกคลุมดิน สภาพภูมิอากาศ และสมบัติต่างๆ ของดิน เช่น เนื้อดิน โครงสร้างดิน พีเอชของดิน เป็นต้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

2.3 ปริมาณไนโตรเจนรวม

จากการวิเคราะห์หาความปริมาณไนโตรเจนรวมโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ 5 ระดับชั้นความลึก พบว่า ปริมาณไนโตรเจนรวมมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ในทุกระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะและทุกชนิดไม้ที่ศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ปริมาณไนโตรเจนรวมที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด
ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ปริมาณไนโตรเจนรวม (ร้อยละ)			
		กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิ้ลหอม	สนหนาม
ควบคุม	0-10	0.62	0.49	0.51	0.38
	10-20	0.47	0.38	0.38	0.23
	20-30	0.39	0.29	0.29	0.22
	30-40	0.26	0.21	0.27	0.15
	40-50	0.21	0.18	0.24	0.16
ร้อยละ 20	0-10	0.64	0.39	0.44	0.41
	10-20	0.54	0.30	0.34	0.33
	20-30	0.38	0.25	0.29	0.25
	30-40	0.32	0.22	0.24	0.19
	40-50	0.26	0.23	0.21	0.16
ร้อยละ 40	0-10	0.46	0.42	0.36	0.40
	10-20	0.31	0.27	0.28	0.32
	20-30	0.27	0.22	0.20	0.27
	30-40	0.24	0.15	0.16	0.23
	40-50	0.20	0.15	0.18	0.19
ร้อยละ 60	0-10	0.37	0.41	0.46	0.41
	10-20	0.22	0.30	0.36	0.32
	20-30	0.17	0.27	0.30	0.26
	30-40	0.15	0.21	0.25	0.20
	40-50	0.25	0.18	0.23	0.17

ในขณะที่จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนรวมในดินที่พิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร พบว่า ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในแปลงกระถินดอย รองลงมาคือ เมเปิลหอม จันทน์ทองเทศ และสนหนาม ตามลำดับ (ร้อยละ 0.34, 0.30, 0.28 และ 0.26 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาตามระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะในแปลงกระถินดอย พบว่า ปริมาณไนโตรเจนรวมมีมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 รองลงมาคือ แปลงควบคุม แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 และ 60 ตามลำดับ (ร้อยละ 0.43, 0.39, 0.30 และ 0.23 ตามลำดับ) แปลงจันทน์ทองเทศ พบว่า ปริมาณไนโตรเจนรวมมีมากที่สุดในแปลงควบคุม รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20, 60 และ 40 ตามลำดับ (ร้อยละ 0.31, 0.28, 0.27 และ 0.24 ตามลำดับ) แปลงเมเปิลหอม พบว่า ปริมาณไนโตรเจนรวมมีมากที่สุดในแปลงควบคุม รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60, 20 และ 40 ตามลำดับ (ร้อยละ 0.34, 0.32, 0.30 และ 0.24 ตามลำดับ) แปลงสนหนาม พบว่า ปริมาณไนโตรเจนรวมมีมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20, 40 ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนรวมเฉลี่ยเท่ากัน และแปลงควบคุม ตามลำดับ (ร้อยละ 0.28, 0.27, 0.27 และ 0.23 ตามลำดับ) เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่นทั้ง 4 ชนิด แต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ปริมาณไนโตรเจนรวมที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	ปริมาณไนโตรเจนรวม (ร้อยละ)			
	กระถินดอย	จันทน์ทองเทศ	เมเปิลหอม	สนหนาม
ควบคุม	0.39	0.31	0.34	0.23
ร้อยละ 20	0.43	0.28	0.30	0.27
ร้อยละ 40	0.30	0.24	0.24	0.28
ร้อยละ 60	0.23	0.27	0.32	0.27
เฉลี่ยรวม	0.34	0.28	0.30	0.26
F-value	5.02 ^{ns}	0.91 ^{ns}	2.27 ^{ns}	0.57 ^{ns}

หมายเหตุ : ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ไนโตรเจนเป็นสารอาหารที่ได้มาจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุในดิน และจากการตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรียจากอากาศและในดิน ซึ่งวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นหินและแร่ธาตุนั้นจะไม่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ฉะนั้นจากตารางจะเห็นได้ว่าปริมาณไนโตรเจนรวมสอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งมีแนวโน้มลดลงตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งสำคัญของไนโตรเจนในดิน (ไพบูลย์, 2528) และดินในเขตร้อนส่วนใหญ่จะมีปริมาณไนโตรเจนในระดับที่ขาดแคลน โดยเฉพาะดินที่ทำการเกษตรมานาน (Young, 1976) ซึ่งมีสาเหตุมาจากพืชและจุลินทรีย์ในดินนำไปใช้ การชะละลาย การสูญเสียในรูปแก๊ส (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544; Sanchez, 1976) กระบวนการดีไนตริฟิเคชัน และการกร่อนของดิน (Sanchez, 1976) และพืชที่สามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศ เช่น กระถินดอย ผลทำให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและไนโตรเจนรวมมากกว่าไม้ชนิดอื่นๆ

2.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

จากการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ 5 ระดับชั้นความลึก พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรในทุกชนิดไม้ที่ศึกษา ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 20 แปลงสนหนามมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุดที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร แปลงจันทร์ทองเทศมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุดที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ส่วนชนิดไม้อื่นๆ มีความหนาแน่นของอนุภาคดินมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 40 แปลงกระถินดอยและเมเปิ้ลหอม มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร แปลงจันทร์ทองเทศมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุดที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร และแปลงสนหนามมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุดที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 60 แปลงจันทร์ทองเทศมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุดที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร ส่วนชนิดไม้อื่นๆ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น
4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
		กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิ้ลหอม	สนหนาม
ควบคุม	0-10	2.84	2.14	2.96	6.08
	10-20	1.30	0.68	1.87	1.36
	20-30	0.62	0.35	2.88	1.17
	30-40	0.52	0.90	0.68	0.43
	40-50	0.40	0.19	0.52	0.47
ร้อยละ 20	0-10	5.97	1.62	5.06	2.38
	10-20	6.25	1.01	1.19	1.73
	20-30	2.25	0.97	0.97	0.45
	30-40	1.14	2.80	0.72	0.52
	40-50	1.35	3.64	1.30	0.60
ร้อยละ 40	0-10	3.73	3.44	2.21	4.39
	10-20	2.10	3.95	1.33	3.12
	20-30	1.31	1.32	0.89	2.02
	30-40	0.76	1.37	0.65	4.62
	40-50	0.91	0.74	0.66	0.86
ร้อยละ 60	0-10	2.05	2.71	3.36	7.39
	10-20	0.99	1.87	2.20	0.98
	20-30	0.57	3.16	1.34	4.51
	30-40	0.62	4.45	1.33	3.01
	40-50	0.88	0.60	1.19	2.67

ในขณะที่จากการศึกษาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในแปลงกระถินดอย พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีมากที่สุดในการปลูกตดขยายระยะร้อยละ 20 รองลงมาคือ แปลงตดขยายระยะร้อยละ 40 แปลงควบคุม และแปลงตดขยายระยะร้อยละ 60 ตามลำดับ (3.39, 1.76, 1.14 และ 1.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) แปลงจันทร์ทองเทศ พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีมากที่สุดในการปลูกตดขยายระยะร้อยละ 60 รองลงมาคือ แปลงตดขยายระยะร้อยละ 40, 20 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (2.56, 2.16, 2.01 และ 0.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) แปลงเมเปิลหอม พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีมากที่สุดในการปลูกตดขยายระยะร้อยละ 60 รองลงมาคือ แปลงตดขยายระยะร้อยละ 20 แปลงควบคุม และแปลงตดขยายระยะร้อยละ 40 ตามลำดับ (1.88, 1.85, 1.78 และ 1.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) แปลงสนหนาม พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีมากที่สุดในการปลูกตดขยายระยะร้อยละ 60 รองลงมาคือ แปลงตดขยายระยะร้อยละ 40, 20 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (3.71, 3.00, 1.13 และ 1.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติในแปลงกระถินดอย พบว่า ในแต่ละระดับความหนักเบาของการตดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ส่วนแปลงจันทร์ทองเทศ เมเปิลหอม และสนหนาม พบว่า แต่ละระดับความหนักเบาของการตดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบาในการตดขยายระยะ	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
	กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิลหอม	สนหนาม
ควบคุม	1.14 ^{bc}	0.85	1.78	1.09
ร้อยละ 20	3.39 ^a	2.01	1.85	1.13
ร้อยละ 40	1.76 ^b	2.16	1.15	3.00
ร้อยละ 60	1.02 ^c	2.56	1.88	3.71
เฉลี่ยรวม	1.83	1.90	1.67	2.23
F-value	35.35**	0.44 ^{ns}	0.41 ^{ns}	0.46 ^{ns}

หมายเหตุ : ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

a, b, c ตัวอักษรที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวตั้งแสดงว่าความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยวิธี DMRT จากมากไปหาน้อย

จากตารางจะเห็นว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในแปลงจันทร์ทองเทศ เมเปิลหอม และสนหนาม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น โดยแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งสาเหตุดังกล่าวอาจเกิดจากกระบวนการตรึงฟอสฟอรัส (phosphorus fixation) โดยคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2544) กล่าวว่า เมื่อดินมีค่าพีเอชต่ำไอออนที่ละลายได้ เช่น Fe^{+2} , Al^{+3} และ hydrous oxide ของเหล็ก อลูมิเนียม และแมงกานีส จะละลายออกมาในสารละลายดินทำให้เกิดการตรึงฟอสฟอรัสได้ รวมไปถึงดินในสภาพธรรมชาติที่มักมีฟอสฟอรัสอยู่ต่ำ เนื่องจากไม่ค่อยพบฟอสฟอรัสว่าเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบในหินต้นกำเนิดดินทั่วไป (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) และดินที่ทำการศึกษาร้อยละ 40 เป็นดินที่มีการพัฒนาการสูง โดยลักษณะเด่นของดินเขตร้อนที่มีการพัฒนาการสูง คือ การมีแร่เคโอลิไนต์ เหล็ก อลูมิเนียมออกไซด์ และไฮดรอกไซด์ในส่วนของอนุภาคขนาดดินเหนียว (Gallez *et al.*, 1976) อีกทั้ง California Fertilizer Association (1995) ยังกล่าวอีกว่า ค่าพีเอชของดินที่เหมาะสมต่อการเกิดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุด จะอยู่ในช่วง 6.0-7.5 ส่วนในแปลงกระถินดอย พบว่า ในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$)

2.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ 5 ระดับชั้นความลึก พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรในทุกระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะและทุกชนิดไม้ที่ศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 20

ในขณะที่จากการศึกษาปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในแปลงกระถินดอย พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากที่สุดในการแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60, 20 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (131.87, 88.22, 66.09 และ 33.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) แปลงจันทร์ทองเทศ พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากที่สุดในการแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20, 60 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (52.55, 37.71, 36.04 และ 35.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) แปลงเมเปิลหอม พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากที่สุดในการแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40, 20 แปลงควบคุม ตามลำดับ (122.48, 121.90, 74.18 และ 57.59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) แปลงสนหนาม พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากที่สุดในการแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 แปลงควบคุม และแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 ตามลำดับ (89.71, 76.69, 63.42 และ 62.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 21

ตารางที่ 20 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
		กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิลหอม	สนหนาม
ควบคุม	0-10	69.14	76.73	208.65	148.45
	10-20	34.09	34.05	57.57	77.25
	20-30	24.21	26.16	33.17	44.28
	30-40	21.65	21.44	34.04	24.32
	40-50	17.47	18.21	37.47	22.77
ร้อยละ 20	0-10	131.32	89.03	119.13	171.76
	10-20	79.80	33.23	65.46	48.94
	20-30	55.65	26.27	55.84	27.41
	30-40	34.24	18.59	24.42	24.43
	40-50	29.44	21.41	23.12	38.47
ร้อยละ 40	0-10	218.45	136.90	223.18	247.12
	10-20	162.46	47.73	156.77	88.70
	20-30	123.70	30.34	82.09	49.55
	30-40	88.10	24.20	74.11	34.81
	40-50	66.65	23.54	73.32	28.37
ร้อยละ 60	0-10	179.57	73.03	238.46	190.54
	10-20	87.57	35.16	178.13	110.63
	20-30	55.84	28.52	90.94	38.81
	30-40	45.14	23.24	58.87	21.53
	40-50	72.99	20.25	46.01	21.93

ตารางที่ 21 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูก
ไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
	กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิลหอม	สนหนาม
ควบคุม	33.31 ^c	35.32	74.18	63.42
ร้อยละ 20	66.09 ^{bc}	37.71	57.59	62.20
ร้อยละ 40	131.87 ^a	52.55	121.90	89.71
ร้อยละ 60	88.22 ^{ab}	36.04	122.48	76.69
เฉลี่ยรวม	79.87	40.41	94.04	73.01
F-value	10.43*	0.48 ^{ns}	2.68 ^{ns}	0.32 ^{ns}

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
 ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)
 a, b, c ตัวอักษรที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวดิ่งแสดงว่าความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยวิธี DMRT จากมากไปหาน้อย

จากตารางจะเห็นว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น โดยแปลงกระถินดอย พบว่า ในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนแปลงอื่นๆ พบว่า ในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งแนวโน้มเป็นไปตามค่าพีเอชของดิน โดย สรสิทธิ์ (2518) กล่าวว่า การที่ดินในพื้นที่ศึกษามีค่าพีเอชต่ำ จะส่งผลต่อระดับความเป็นประโยชน์ของสารอาหารในดิน ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าต่ำอีกด้วย

2.6 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable calcium)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ 5 ระดับชั้นความลึก พบว่า ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 40 แปลงกระถินดอยมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุดที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร ส่วนชนิดอื่นๆ มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 20, 60 และแปลงควบคุม พบว่า ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรในทุกชนิดไม้ที่ศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น
4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
		กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิลหอม	สนหนาม
ควบคุม	0-10	775.27	878.44	2,300.23	550.28
	10-20	491.13	615.87	337.33	141.69
	20-30	345.50	684.70	299.07	99.18
	30-40	386.13	635.04	421.03	81.43
	40-50	301.67	614.10	683.77	84.22
ร้อยละ 20	0-10	823.57	1,873.57	2,611.47	3,142.80
	10-20	578.70	1,156.30	1,360.93	2,515.03
	20-30	670.64	1,256.94	1,143.04	2,459.07
	30-40	603.40	1,214.60	1,261.83	2,661.00
	40-50	489.84	1,204.84	1,327.00	2,567.53
ร้อยละ 40	0-10	1,649.04	1,641.20	2,431.80	2,333.50
	10-20	1,839.40	895.07	1,298.17	1,561.87
	20-30	1,428.14	679.27	763.57	1,151.40
	30-40	1,395.30	504.44	601.07	1,137.87
	40-50	1,420.24	457.37	729.14	900.00
ร้อยละ 60	0-10	1,544.50	1,544.27	2,419.20	2,454.77
	10-20	1,140.44	972.04	943.63	1,476.54
	20-30	1,233.90	797.17	391.14	1,216.27
	30-40	1,103.77	665.64	651.53	1,148.13
	40-50	1,032.13	629.64	1,036.77	990.51

ในขณะที่จากการศึกษาปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในแปลงกระถินดอย พบว่า ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากที่สุดในการปลูกพืชระยะระยะ 40 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะระยะ 60, 20 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (1,546.42, 1,210.95, 633.23 และ 459.94 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) แปลงจันทร์ทองเทศ พบว่า ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากที่สุดในการปลูกพืชระยะระยะ 20 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะระยะ 60, 40 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (1,341.25, 921.75, 835.47 และ 685.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) แปลงเมเปิลหอม พบว่า ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากที่สุดในการปลูกพืชระยะระยะ 20 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะระยะ 40, 60 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (1,540.86, 1,164.75, 1,088.45 และ 808.29 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) แปลงสนหนาม พบว่า ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากที่สุดในการปลูกพืชระยะระยะ 20 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะระยะ 60, 40 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (2,669.09, 1,457.24, 1,416.93 และ 191.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะ	ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
	กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิลหอม	สนหนาม
ควบคุม	459.94	685.63	808.29	191.36
ระยะ 20	633.23	1,341.25	1,540.86	2,669.09
ระยะ 40	1,546.42	835.47	1,164.75	1,416.93
ระยะ 60	1,210.95	921.75	1,088.45	1,457.24
ค่าเฉลี่ยรวม	962.64	946.03	1,150.59	1,433.66
F-value	4.18 ^{ns}	1.78 ^{ns}	1.15 ^{ns}	5.57 ^{ns}

หมายเหตุ : ns แสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางจะเห็นว่า ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากค่าพีเอชของดินที่มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน โดยการที่ดินในพื้นที่ที่มีความเป็นกรดสูง จะส่งผลต่อระดับความเป็นประโยชน์ของสารอาหารในดิน ทำให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าต่ำ (สรสิทธิ์, 2518)

2.7 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable magnesium)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยรวมที่ 5 ระดับชั้นความลึก พบว่า ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 20 แปลงจันทร์ทองเทศมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุดที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร ส่วนชนิดไม้อื่นๆ มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ที่ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะร้อยละ 40, 60 และแปลงควบคุม พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรในทุกชนิดไม้ที่ศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 24

ในขณะที่จากการศึกษาปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในแปลงกระถินดอย พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากที่สุดในการแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60, 20 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (425.92, 345.88, 133.85 และ 108.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) แปลงจันทร์ทองเทศ พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากที่สุดในการแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60, 40 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (282.35, 172.37, 129.40 และ 126.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) แปลงเมเปิลหอม พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากที่สุดในการแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 แปลงควบคุม และแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 ตามลำดับ (374.90, 215.66, 208.06 และ 156.59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) แปลงสนหนาม พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากที่สุดในการแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60, 40 และแปลงควบคุม ตามลำดับ (679.14, 301.91, 287.41 และ 39.81 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติในแปลงสนหนาม พบว่า ในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนแปลงกระถินดอย จันทร์ทองเทศ และเมเปิลหอม พบว่า ในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 25

ตารางที่ 24 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ 5 ระดับชั้นความลึก ในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น
4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
		กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิลหอม	สนหนาม
ควบคุม	0-10	170.87	174.13	434.40	108.53
	10-20	114.07	131.37	176.87	35.81
	20-30	84.14	120.30	110.87	23.37
	30-40	98.64	102.60	140.60	16.06
	40-50	75.67	104.84	177.57	15.27
ร้อยละ 20	0-10	166.47	282.36	586.04	787.10
	10-20	130.17	275.37	417.97	682.04
	20-30	148.34	285.77	269.40	596.04
	30-40	125.90	282.92	283.08	677.57
	40-50	98.37	285.32	318.02	652.94
ร้อยละ 40	0-10	476.43	201.76	403.07	417.34
	10-20	440.00	155.75	262.17	312.77
	20-30	372.87	121.68	163.75	237.47
	30-40	411.60	90.09	121.22	255.70
	40-50	428.70	77.68	128.12	213.81
ร้อยละ 60	0-10	421.57	239.50	344.50	396.17
	10-20	320.44	188.12	211.94	351.70
	20-30	382.47	156.45	80.37	286.51
	30-40	328.07	147.12	66.59	261.87
	40-50	276.83	130.64	79.52	213.27

ตารางที่ 25 ปริมาณแมงกานีสที่แลกเปลี่ยนได้ ที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ในแปลงปลูก
ไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	ปริมาณแมงกานีสที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
	กระถินดอย	จันทร์ทองเทศ	เมเปิลหอม	สนหนาม
ควบคุม	108.68	126.65	208.06	39.81 ^b
ร้อยละ 20	133.85	282.35	374.90	679.14 ^a
ร้อยละ 40	425.92	129.40	215.66	287.41 ^b
ร้อยละ 60	345.88	172.37	156.59	301.91 ^b
เฉลี่ยรวม	253.58	177.69	238.80	327.07
F-value	3.22 ^{ns}	0.63 ^{ns}	2.70 ^{ns}	8.42*

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
 ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)
 a, b, c ตัวอักษรที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวดิ่งแสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยวิธี DMRT จากมากไปหาน้อย

จากตารางจะเห็นว่า ปริมาณแมงกานีสที่แลกเปลี่ยนได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากค่าพีเอชของดินที่มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน โดยการที่ดินในพื้นที่ที่มีความเป็นกรดสูง จะส่งผลต่อระดับความเป็นประโยชน์ของสารอาหารในดิน ทำให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าต่ำ (สรสิทธิ์, 2518)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างสมบัติดินกับชนิดไม้ที่ปลูกทั้ง 4 ชนิด พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณไนโตรเจนรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ส่วนสมบัติอื่นๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างสมบัติดินกับระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะทั้งหมด พบว่า ความหนาแน่นรวมและความพรุนของดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าพีเอช โพแทสเซียม แคลเซียม และแมงกานีสที่แลกเปลี่ยนได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ส่วนสมบัติอื่นๆ นอกจากนี้ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างชนิดไม้ที่ปลูกกับความหนักเบาในการตัดขยายระยะ พบว่า แคลเซียมและแมงกานีสที่แลกเปลี่ยนได้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนสมบัติอื่นๆ นอกจากนี้ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 26 และจะเห็นได้ว่า สมบัติของดินที่ศึกษาบางสมบัติอาจมีความแตกต่างกันของดินอยู่แล้ว จึงทำให้ระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีความแตกต่างกันแต่ชนิดไม้ที่ปลูกไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 26 เปรียบเทียบผลการทดสอบทางสถิติ (F-value) ของสมบัติดินระหว่างชนิดไม้ที่ปลูก ระดับความหนักเบาในการตัด และระหว่างชนิดที่ปลูกกับความหนักเบาในการ ตัดขยายระยะ

สมบัติดิน	ชนิดไม้ที่ปลูก	ระดับความหนักเบาใน การตัดขยายระยะ	ระหว่างชนิดไม้ที่ปลูกกับ ความหนักเบาในการตัด
ความหนาแน่นรวม (ก./ลบ. เซนติเมตร)	1.78 ^{ns}	3.74*	2.05 ^{ns}
ความหนาแน่นอนุภาค (ก./ลบ. เซนติเมตร)	1.22 ^{ns}	1.89 ^{ns}	0.81 ^{ns}
ความพรุน (ร้อยละ)	1.72 ^{ns}	4.41*	1.99 ^{ns}
อนุภาคทราย (ร้อยละ)	1.39 ^{ns}	0.57 ^{ns}	1.34 ^{ns}
อนุภาคทรายแป้ง (ร้อยละ)	2.02 ^{ns}	1.56 ^{ns}	0.90 ^{ns}
อนุภาคดินเหนียว (ร้อยละ)	1.07 ^{ns}	0.85 ^{ns}	1.93 ^{ns}
พีเอช	1.23 ^{ns}	14.40**	1.39 ^{ns}
อินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	4.69*	1.74 ^{ns}	1.04 ^{ns}
ไนโตรเจนรวม (ร้อยละ)	4.09*	3.06 ^{ns}	2.51 ^{ns}
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.)	0.41 ^{ns}	0.52 ^{ns}	0.79 ^{ns}
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.)	6.65**	6.38**	1.15 ^{ns}
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.)	2.23 ^{ns}	7.81**	2.64*
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.)	2.18 ^{ns}	5.94**	3.25*

หมายเหตุ : ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$)

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

3. มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

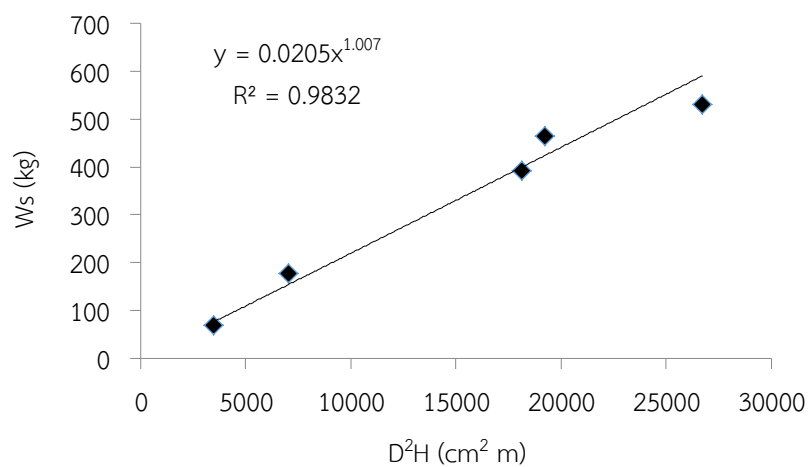
3.1 การประมาณหามวลชีวภาพ

จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดหรือมิติต่างๆ ของต้นไม้กับปริมาณมวลชีวภาพของลำต้น (Ws) กิ่ง (Wb) และใบ (Wl) ของไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด โดยอาศัยสมการ allometric relation ซึ่งได้สมการที่สามารถใช้ในการประมาณปริมาณมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ โดยได้แสดงไว้ในตารางที่ 27 และภาพที่ 5-8

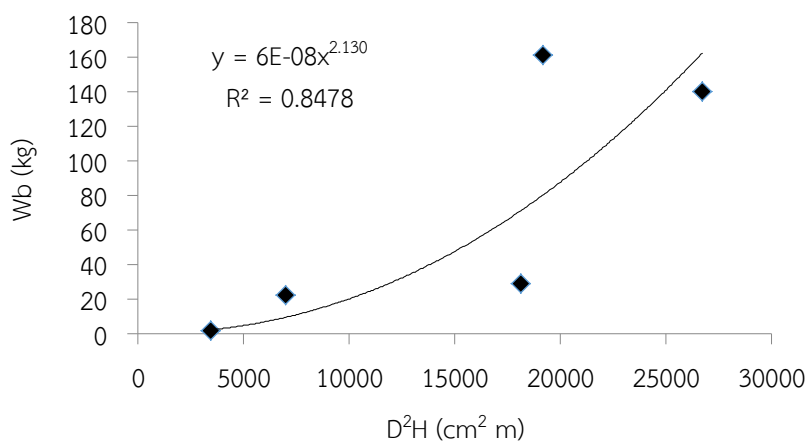
ตารางที่ 27 รูปแบบสมการ allometric relation สำหรับการประมาณหามวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ (n=5)

ชนิดไม้	รูปแบบสมการ	R ²
กระถินดอย	$Ws = 0.0205(D^2H)^{1.0075}$	0.9832
	$Wb = 0.00000006(D^2H)^{2.13}$	0.8478
	$Wl = 0.0000007(D^2H)^{0.9682}$	0.8699
จันทร์ทองเทศ	$Ws = 0.0767(D^2H)^{0.8534}$	0.9968
	$Wb = 0.0025(D^2H)^{1.1009}$	0.8847
	$Wl = 0.0012(D^2H)^{0.478}$	0.4095
เมเปิ้ลหอม	$Ws = 0.0235(D^2H)^{0.9682}$	0.9986
	$Wb = 0.00008(D^2H)^{1.4156}$	0.9006
	$Wl = 0.0001(D^2H)^{1.1002}$	0.9392
สนหนาม	$Ws = 0.0225(D^2H)^{0.9285}$	0.9865
	$Wb = 0.0002(D^2H)^{1.1866}$	0.9879
	$Wl = 0.0002(D^2H)^{1.1723}$	0.9763

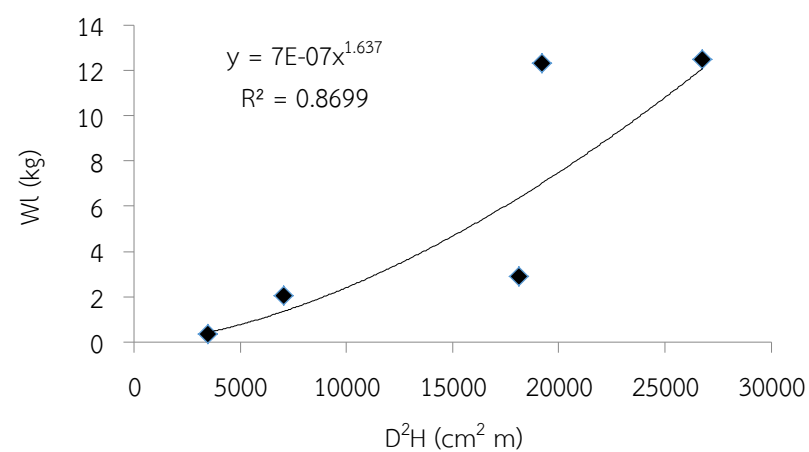
หมายเหตุ : n คือ จำนวนต้นไม้ที่ถูกตัดเพื่อใช้ทำสมการ allometric relation



(ก)

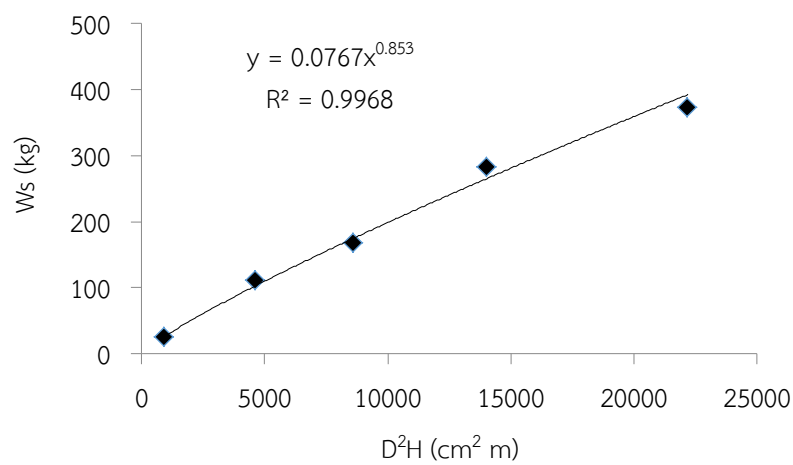


(ข)

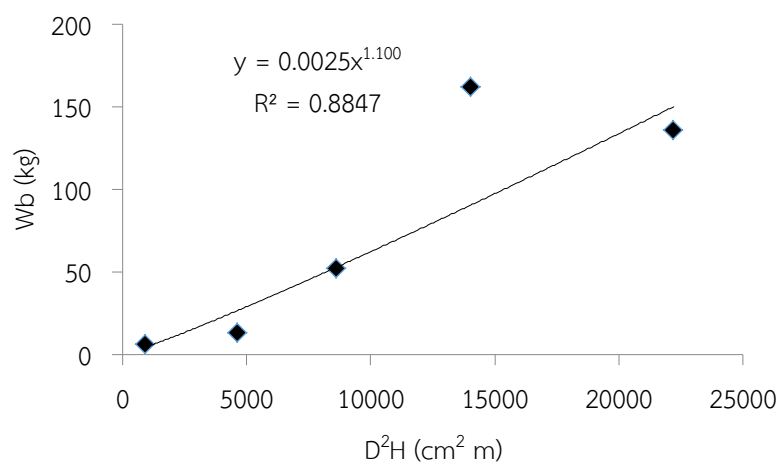


(ค)

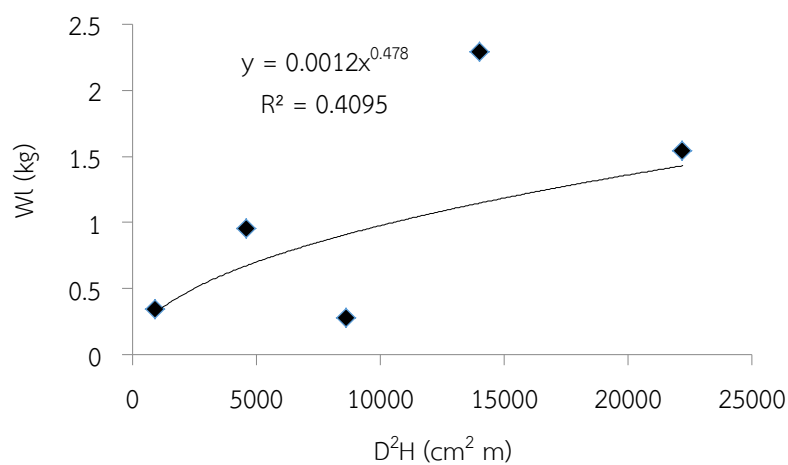
ภาพที่ 5 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของส่วนต่างๆ ของกระถินดอย และมวลชีวภาพของลำต้น (ก) กิ่ง (ข) และใบ (ค) (n=5)



(ก)

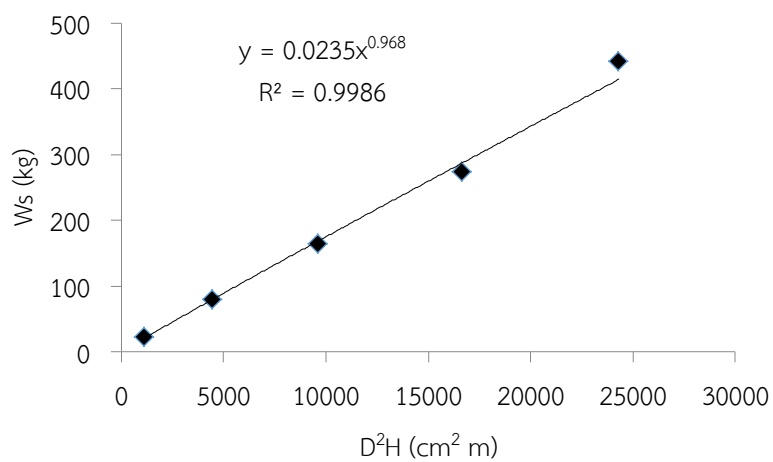


(ข)

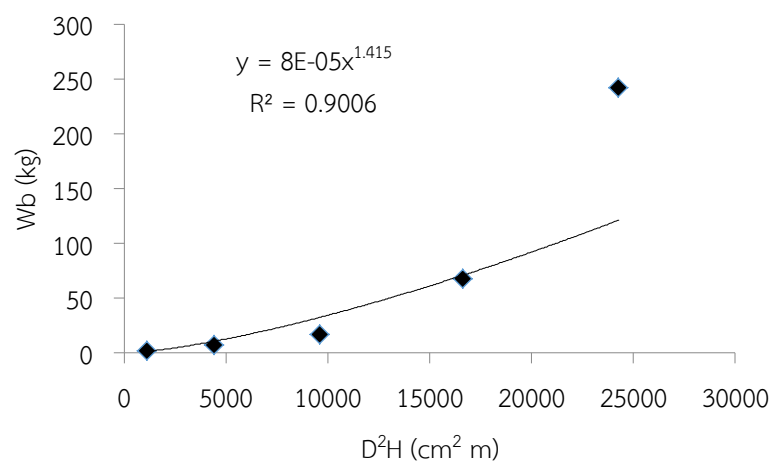


(ค)

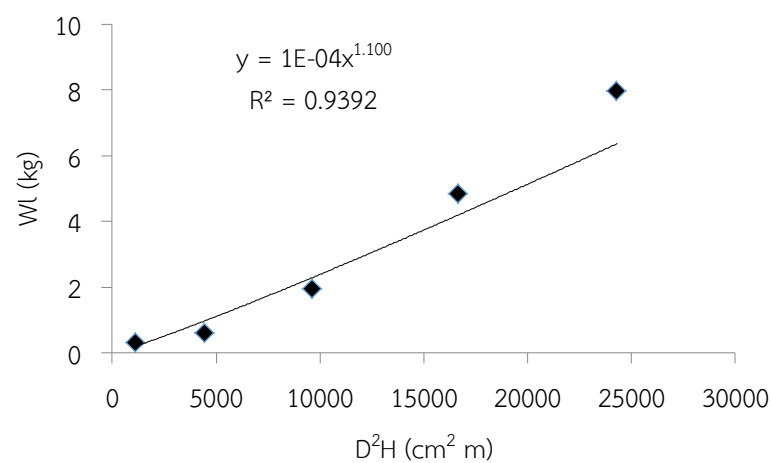
ภาพที่ 6 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของส่วนต่างๆ ของจันทร์ทองเทศ และมวลชีวภาพของลำต้น (ก) กิ่ง (ข) และใบ (ค) (n=5)



(ก)

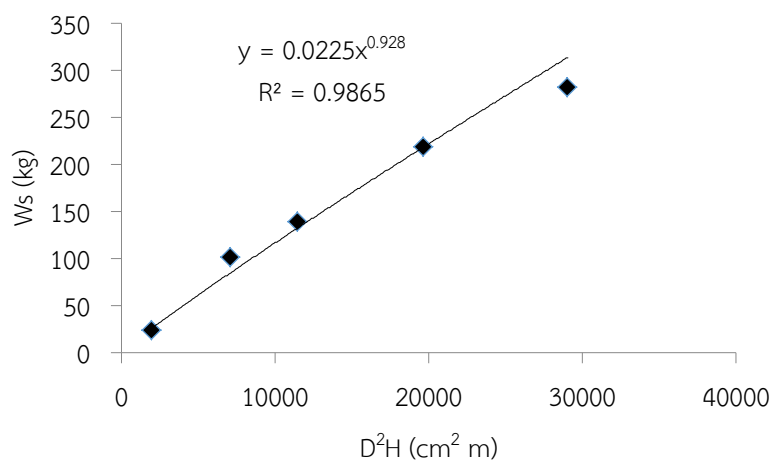


(ข)

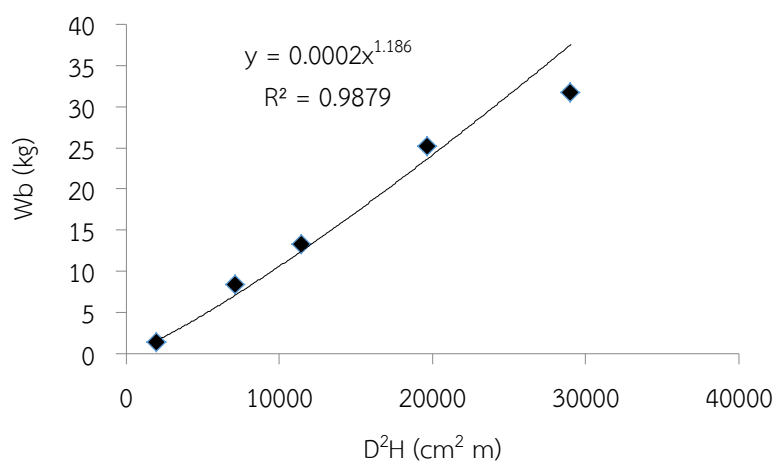


(ค)

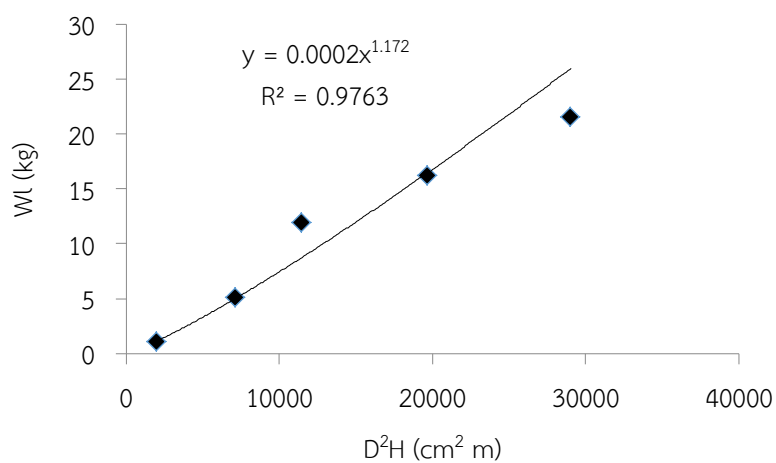
ภาพที่ 7 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของส่วนต่างๆ ของเมเปิลหอม และมวลชีวภาพของลำต้น (ก) กิ่ง (ข) และใบ (ค) (n=5)



(ก)



(ข)

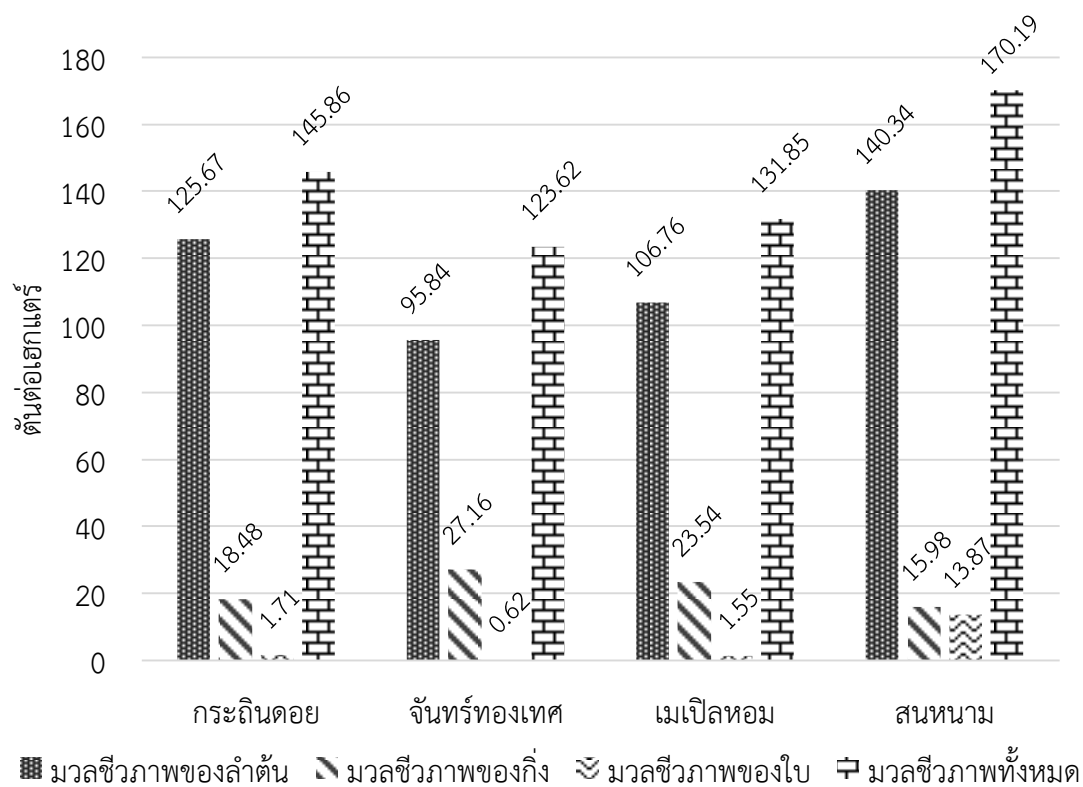


(ค)

ภาพที่ 8 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของส่วนต่างๆ ของสนหนาม และมวลชีวภาพของลำต้น (ก) กิ่ง (ข) และใบ (ค) (n=5)

3.2 ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

การศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพของลำต้น ใบ และปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดเฉลี่ยมีมากที่สุดในสนหนาม รองลงมาคือ กระถินดอย เมเปิ้ลหอม และจันทร์ทองเทศ ตามลำดับ ส่วนปริมาณมวลชีวภาพของกิ่งมีมากที่สุดในจันทร์ทองเทศ รองลงมาคือ เมเปิ้ลหอม กระถินดอย และสนหนาม ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 9 โดยเป็นไปตามที่ กฤษณากรณ์ (2547) ทำการศึกษาปริมาณมวลชีวภาพของส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินเฉลี่ยต่อพื้นที่ในไม้ต่างถิ่น 3 ชนิด พบว่า ระหว่างแปลงที่ไม่มีการตัดขยายระยะและแปลงที่มีการตัดขยายระยะมีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมากที่สุดในกระถินดอย รองลงมาคือ เมเปิ้ลหอม และจันทร์ทองเทศ ตามลำดับ



ภาพที่ 9 ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของส่วนต่างๆ ของไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ตารางที่ 28 มวลชีวภาพเนื้อพื้นดินในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	มวลชีวภาพเนื้อพื้นดิน (ต้นต่อเฮกเตอร์)			
	ลำต้น (Ws)	กิ่ง (Wb)	ใบ (Wl)	ทั้งหมด (Wt)
กระถินดอย				
ควบคุม	131.94	7.50	1.09	140.53
ร้อยละ 20	136.66	17.19	1.72	155.56
ร้อยละ 40	76.69	12.78	1.13	90.61
ร้อยละ 60	157.40	36.42	2.91	196.74
F-value	2.30 ^{ns}	2.06 ^{ns}	2.18 ^{ns}	2.12 ^{ns}
จันทร์ทองเทศ				
ควบคุม	84.26	19.16	0.76	104.18
ร้อยละ 20	133.67	39.16	0.78	173.61
ร้อยละ 40	57.34	16.43	0.36	74.13
ร้อยละ 60	108.08	33.91	0.56	142.56
F-value	2.41 ^{ns}	3.41 ^{ns}	2.26 ^{ns}	2.60 ^{ns}
เมเปิลหอม				
ควบคุม	116.95	24.17	1.66	142.78
ร้อยละ 20	132.89	30.90	1.96	165.75
ร้อยละ 40	109.45	25.05	1.60	136.10
ร้อยละ 60	67.76	14.05	0.97	82.77
F-value	2.69 ^{ns}	3.15 ^{ns}	2.85 ^{ns}	2.78 ^{ns}
สนหนาม				
ควบคุม	167.84	18.39	15.99	202.21
ร้อยละ 20	151.82	17.15	14.89	183.86
ร้อยละ 40	119.74	13.98	12.12	145.83
ร้อยละ 60	121.96	14.40	12.47	148.84
F-value	0.84 ^{ns}	0.38 ^{ns}	0.40 ^{ns}	0.76 ^{ns}

หมายเหตุ: ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับชนิดไม้ที่ปลูกทั้ง 4 ชนิด พบว่า มวลชีวภาพของลำต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มวลชีวภาพของใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ส่วนมวลชีวภาพของกิ่งและมวลชีวภาพทั้งหมด พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะทั้งหมด พบว่า มวลชีวภาพของลำต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนมวลชีวภาพส่วนอื่นๆ นอกจากนั้น พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างชนิดไม้ที่ปลูกกับความหนักเบาในการตัดขยายระยะ พบว่า ทุกส่วนของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 29

ตารางที่ 29 เปรียบเทียบผลการทดสอบทางสถิติ (F-value) ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินระหว่างชนิดไม้ที่ปลูก ระดับความหนักเบาในการตัด และระหว่างชนิดไม้ที่ปลูกกับความหนักเบาในการตัดขยายระยะ

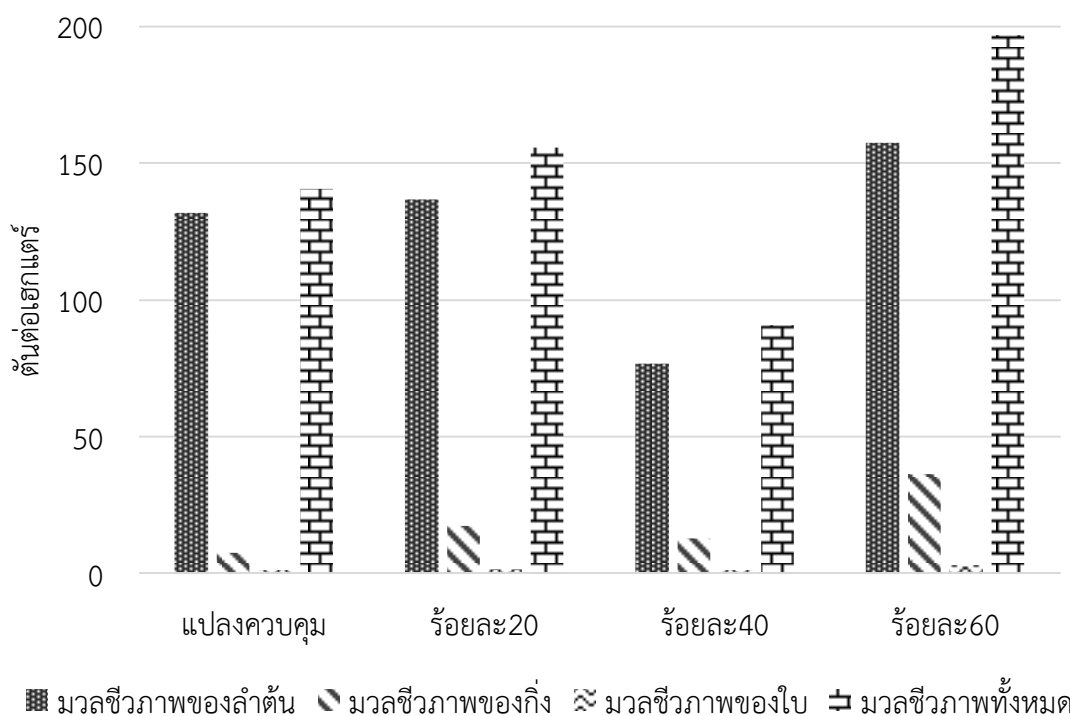
มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน	ชนิดไม้ที่ปลูก	ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะ	ระหว่างชนิดไม้ที่ปลูกกับความหนักเบาในการตัด
มวลชีวภาพของลำต้น	3.29*	3.47*	1.35 ^{ns}
มวลชีวภาพของกิ่ง	2.88 ^{ns}	2.60 ^{ns}	2.32 ^{ns}
มวลชีวภาพของใบ	68.76**	0.46 ^{ns}	0.49 ^{ns}
มวลชีวภาพทั้งหมด	1.57 ^{ns}	3.08 ^{ns}	1.53 ^{ns}

หมายเหตุ : ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$)

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

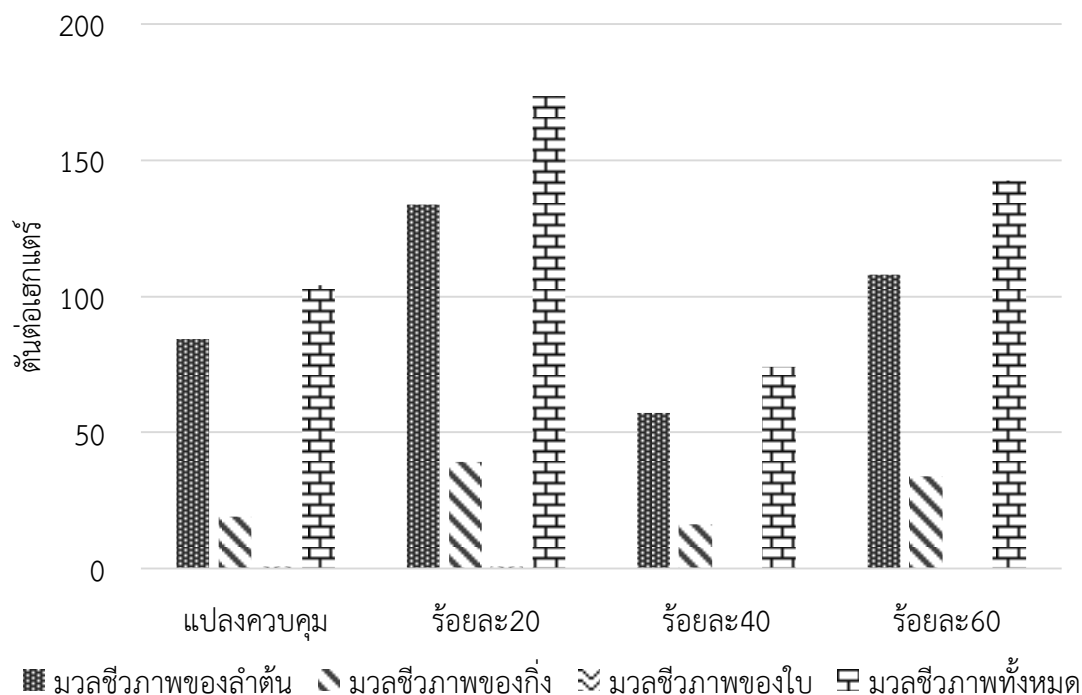
ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เมื่อพิจารณาตามระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะของกระถินดอย พบว่า มีปริมาณมวลชีวภาพของลำต้นและปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ มีมากที่สุด ในแปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 60 (157.40 และ 196.74 ต้นต่อเฮกเตอร์) รองลงมาคือ แปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 20 (136.66 และ 155.56 ต้นต่อเฮกเตอร์) แปลงควบคุม (131.94 และ 140.53 ต้นต่อเฮกเตอร์) และแปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 40 (76.69 และ 90.61 ต้นต่อเฮกเตอร์) ตามลำดับ ส่วนปริมาณมวลชีวภาพของกิ่งและใบมีมากที่สุด ในแปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 60 (36.42 และ 2.91 ต้นต่อเฮกเตอร์) รองลงมาคือ แปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 20 (17.19 และ 1.72 ต้นต่อเฮกเตอร์) แปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 40 (12.78 และ 1.13 ต้นต่อเฮกเตอร์) และแปลงควบคุม (7.50 และ 1.09 ต้นต่อเฮกเตอร์) ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 28 และภาพที่ 10



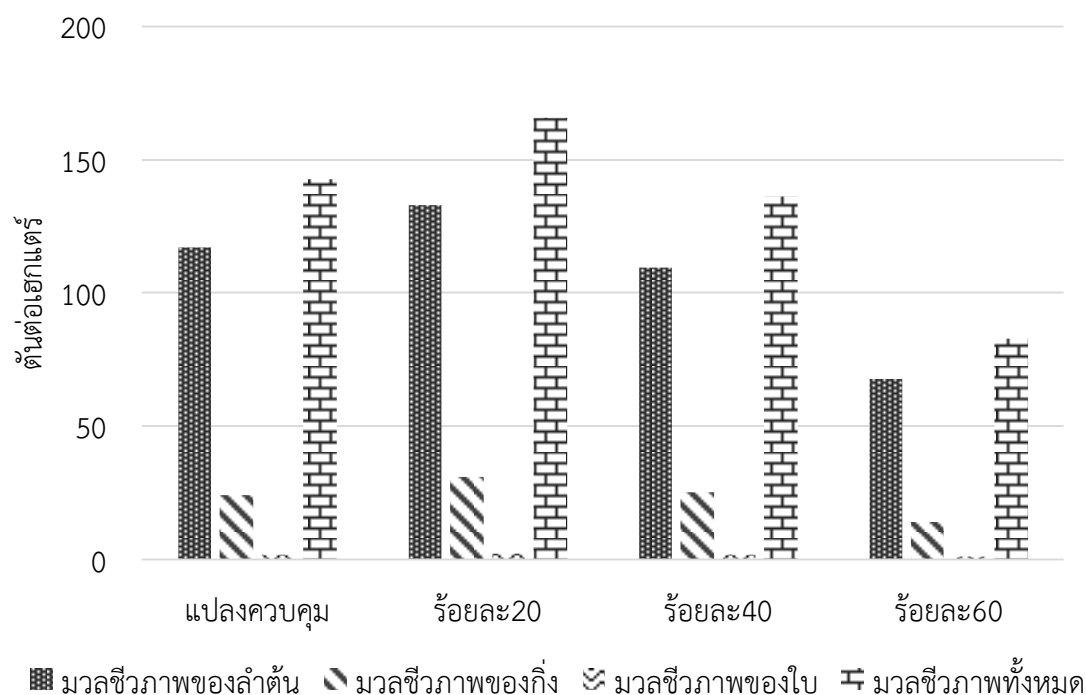
ภาพที่ 10 ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของส่วนต่างๆ ของกระถินดอย ในแปลงตัดขยายระยะ ที่มีระดับความหนักเบาแตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาตามระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะของจังหวัดทองหล่อ พบว่า มีปริมาณมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง และปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมด มีทิศทางเดียวกัน คือ มีมากที่สุด ในแปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 20 (133.67, 39.16 และ 173.61 ตันต่อเฮกแตร์) รองลงมาคือ แปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 60 (108.08, 33.91 และ 142.56 ตันต่อเฮกแตร์) แปลงควบคุม (84.26, 19.16 และ 104.18 ตันต่อเฮกแตร์) และแปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 40 (57.34, 16.43 และ 74.13 ตันต่อเฮกแตร์) ตามลำดับ ส่วนปริมาณมวลชีวภาพของใบ มีมากที่สุดในแปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 20 (0.78 ตันต่อเฮกแตร์) รองลงมาคือ แปลงควบคุม (0.76 ตันต่อเฮกแตร์) แปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 60 (0.56 ตันต่อเฮกแตร์) และแปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 40 (0.36 ตันต่อเฮกแตร์) ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 28 และภาพที่ 11



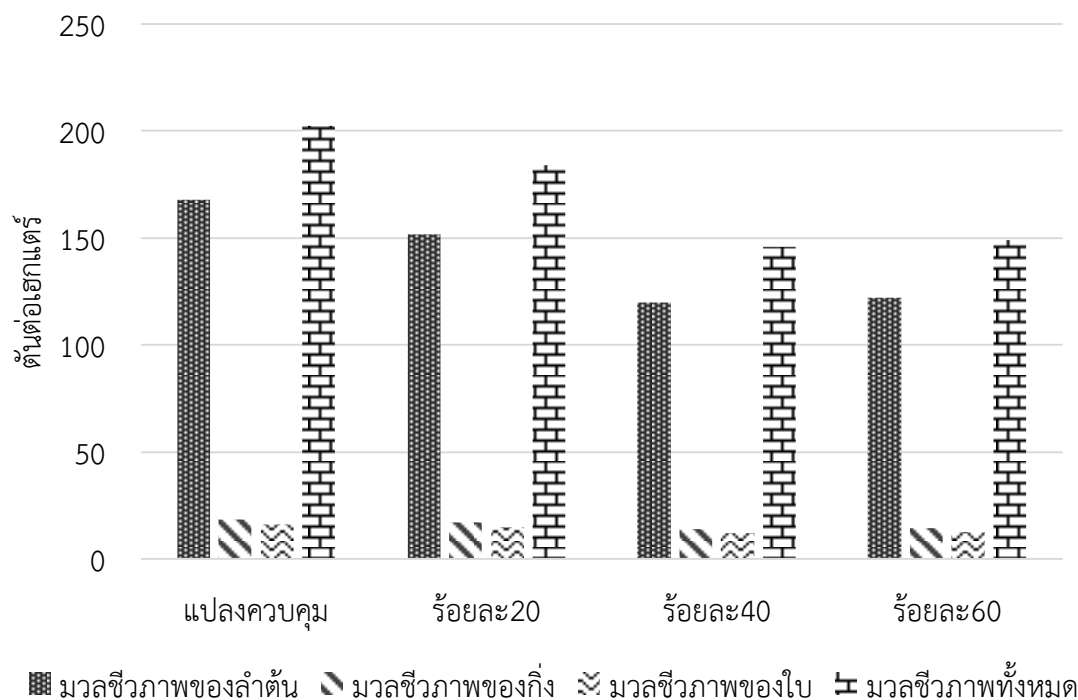
ภาพที่ 11 ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของส่วนต่างๆ ของจันทร์ทองเทศ ในแปลงตัดขยายระยะที่มีระดับความหนักเบาแตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาตามระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะของเมเปิ้ลหอม พบว่า มีปริมาณมวลชีวภาพของลำต้น ใบ และปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมด มีทิศทางเดียวกัน คือ มีมากที่สุดในการแปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 20 (132.89, 1.96 และ 165.75 ตันต่อเฮกแตร์) รองลงมาคือแปลงควบคุม (116.95, 1.66 และ 142.78 ตันต่อเฮกแตร์) แปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 40 (109.45, 1.60 และ 136.10 ตันต่อเฮกแตร์) และแปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 60 (67.76, 0.97 และ 82.77 ตันต่อเฮกแตร์) ตามลำดับ ส่วนปริมาณมวลชีวภาพของกิ่งมีมากที่สุดในการแปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 20 (30.90 ตันต่อเฮกแตร์) รองลงมาคือแปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 40 (25.05 ตันต่อเฮกแตร์) แปลงควบคุม (24.17 ตันต่อเฮกแตร์) และแปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 60 (14.05 ตันต่อเฮกแตร์) ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 28 และภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของส่วนต่างๆ ของเมเปิ้ลหอม ในแปลงตัดขยายระยะ ที่มีระดับความหนักเบาแตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาตามระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะของสนหนาม พบว่า มีปริมาณมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมด มีทิศทางเดียวกัน คือ มีมากที่สุดในแปลงควบคุม (167.84, 18.39, 15.99 และ 202.21 ตันต่อเฮกเตอร์) รองลงมาคือ แปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 20 (151.82, 17.15, 14.89 และ 183.86 ตันต่อเฮกเตอร์) แปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 60 (121.96, 14.40, 12.47 และ 148.84 ตันต่อเฮกเตอร์) และแปลงที่มีการตัดขยายระยะร้อยละ 40 (119.74, 13.98, 12.12 และ 145.83 ตันต่อเฮกเตอร์) ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 28 และภาพที่ 13



ภาพที่ 13 ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของส่วนต่างๆ ของสนหนาม ในแปลงตัดขยายระยะที่มีระดับความหนักเบาแตกต่างกัน

จากการทดสอบทางสถิติ พบว่า ในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะในไม้ต่างถิ่นทั้ง 4 ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 28 และจากผลการศึกษาก็จะเห็นว่า ระดับความหนักเบาในการตัดขยายระยะที่แตกต่างกันในแต่ละชนิดก็จะส่งผลต่อปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่แตกต่างกันออกไป ไม่สามารถระบุถึงแนวโน้มได้อย่างชัดเจน แต่การศึกษาของ กฤษณากรณ์ (2547) ที่ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพของส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินเฉลี่ยต่อพื้นที่ในไม้ต่างถิ่น 3 ชนิด ระหว่างแปลงที่ไม่มีการตัดขยายระยะและแปลงที่มีการตัดขยายระยะ พบว่า ปริมาณผลผลิตมวลชีวภาพต่อพื้นที่ในแปลงที่ไม่มีการตัดขยายระยะจะสูงกว่าแปลงที่มีการตัดขยายระยะ ซึ่งมีสาเหตุมาจากในแปลงที่ไม่มีการตัดขยายระยะนั้น มีจำนวนต้นไม้ต่อพื้นที่มากกว่าในแปลงที่มีการตัดขยายระยะ เช่นเดียวกับ ทวีโชค (2539) พบว่า ผลจากการตัดขยายระยะที่แตกต่างกันของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ปริมาณมวลชีวภาพในส่วนต่างๆ ต่อพื้นที่ ในระยะปลูกที่แคบมีค่าสูงและมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะปลูกกว้างขึ้นและแปรผกผันกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย

4. องค์ประกอบของไม้พุ่มล่าง

4.1 องค์ประกอบของชนิด

จากการศึกษาพบว่า องค์ประกอบของไม้พุ่มล่างในสวนป่าไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด มีจำนวนชนิดไม้พุ่มล่างทั้งหมด 56 วงศ์ 104 สกุล 116 ชนิด โดยแปลงกระถินดอย มีจำนวนชนิดไม้พุ่มล่างมากที่สุดในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 60 จำนวน 20 วงศ์ 25 สกุล 28 ชนิด รองลงมาคือแปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 20 จำนวน 15 วงศ์ 18 สกุล 20 ชนิด แปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 40 จำนวน 11 วงศ์ 13 สกุล 14 ชนิด และแปลงควบคุม จำนวน 10 วงศ์ 10 สกุล 10 ชนิด ตามลำดับ แปลงจันทร์ทองเทศ จำนวนชนิดไม้พุ่มล่างที่พบมากที่สุดในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 60 จำนวน 29 วงศ์ 42 สกุล 46 ชนิด แปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 40 จำนวน 21 วงศ์ 27 สกุล 28 ชนิด แปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 20 จำนวน 17 วงศ์ 23 สกุล 25 ชนิด และแปลงควบคุม จำนวน 14 วงศ์ 21 สกุล 21 ชนิด ตามลำดับ แปลงเมเปิลหอมชนิดไม้พุ่มล่างที่พบมากที่สุดในแปลงควบคุม จำนวน 17 วงศ์ 20 สกุล 20 ชนิด รองลงมาเป็นแปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 60 จำนวน 17 วงศ์ 18 สกุล 18 ชนิด แปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 20 จำนวน 13 วงศ์ 15 สกุล 15 ชนิด และแปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 40 จำนวน 12 วงศ์ 14 สกุล 14 ชนิด ตามลำดับ และแปลงสนหนาม มีจำนวนชนิดพรรณไม้พุ่มล่างมากที่สุดในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 60 จำนวน 23 วงศ์ 28 สกุล 28 ชนิด รองลงมาเป็นแปลงควบคุม จำนวน 24 วงศ์ 26 สกุล 26 ชนิด แปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 40 จำนวน 21 วงศ์ 24 สกุล 24 ชนิด และแปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 20 จำนวน 18 วงศ์ 20 สกุล 20 ชนิด ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 30

เมื่อพิจารณาจำนวนชนิดไม้ที่พบมากต่อจำนวนไม้พุ่มล่างในแปลงที่สำรวจ พบว่า กระถินดอยมีไม้พุ่มล่างที่อยู่ในวงศ์ Asteraceae มากที่สุดในแปลงควบคุม มีจำนวนร้อยละ 63.74 รองลงมาคือ แปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 20, 40 และ 60 มีจำนวนร้อยละ 46.33, 86.71 และ 69.15 ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 1-4) จันทร์ทองเทศมีไม้พุ่มล่างที่อยู่ในวงศ์ Oleaceae มากที่สุดในแปลงควบคุม มีจำนวนร้อยละ 64.42 รองลงมาคือ แปลงที่ทำการตัดขยายร้อยละ 40 และ 60 มีจำนวนร้อยละ 89.10 และ 67.62 ส่วนในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 20 พบว่า มีไม้พุ่มล่างที่อยู่ในวงศ์ Asteraceae มากที่สุด จำนวนร้อยละ 42.18 (ตารางผนวกที่ 5-8) เมเปิลหอมมีไม้พุ่มล่างที่อยู่ในวงศ์ Pteridaceae มากที่สุดในแปลงควบคุม มีจำนวนร้อยละ 24.78 และแปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 60 มีจำนวนร้อยละ 56.94 แปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 20 มีไม้พุ่มล่างที่อยู่ในวงศ์ Poaceae มากที่สุด มีจำนวนร้อยละ 39.01 และแปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 40 มีไม้พุ่มล่างที่อยู่ในวงศ์ Asteraceae มากที่สุด มีจำนวนร้อยละ 32.47 (ตารางผนวกที่ 9-12) สนหนามมีไม้พุ่มล่างที่อยู่ในวงศ์ Rubiaceae และ Thelypteridaceae มากเท่ากันแปลงควบคุม มีจำนวนร้อยละ 18.75 แปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 20 มีไม้พุ่มล่างที่อยู่ในวงศ์ Rubiaceae มากที่สุด มีจำนวนร้อยละ 22.76 แปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 40 มีไม้พุ่มล่างที่

อยู่ในวงศ์ Thelypterida มากที่สุด มีจำนวนร้อยละ 18.46 และแปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 60 มีไม้พื้นล่างที่อยู่ในวงศ์ Poaceae มากที่สุด มีจำนวนร้อยละ 29.69 (ตารางผนวกที่ 13-16)

4.2 ดัชนีความหลากหลายของชนิดพรรณ

จากการศึกษาดัชนีความหลากหลายของชนิดพรรณตามวิธีของ Shannon and Wiener (1949) ซึ่งคำนวณจากจำนวนชนิดและปริมาณที่พบในแต่ละจุดสำรวจ พบว่า กระถินดอยมีความหลากหลายของชนิดพรรณของไม้พื้นล่างมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 แปลงควบคุม และแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 มีค่าเท่ากับ 1.89, 1.33, 0.97 และ 0.61 ตามลำดับ และจำนวนไม้พื้นล่างที่พบทั้งหมดมีมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 รองลงมาคือ แปลงควบคุม แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 และ 20 มีค่าเท่ากับ 989, 957, 590 และ 406 ต้น ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 30

จันทร์ทองเทศมีความหลากหลายของชนิดพรรณของไม้พื้นล่างมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 แปลงควบคุม และแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 มีค่าเท่ากับ 1.63, 1.59, 1.23 และ 0.49 ตามลำดับ และจำนวนไม้พื้นล่างที่พบทั้งหมดมีมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20, 60 และแปลงควบคุม มีค่าเท่ากับ 4,286, 2,825, 1,278 และ 825 ต้น ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 30

เมเปิลหอมมีความหลากหลายของชนิดพรรณของไม้พื้นล่างมากที่สุดในแปลงควบคุม รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20, 40 และ 60 มีค่าเท่ากับ 2.49, 1.80, 1.73 และ 1.43 ตามลำดับ และจำนวนไม้พื้นล่างที่พบทั้งหมดมีมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40, 20 และแปลงควบคุม มีค่าเท่ากับ 432, 231, 182 และ 113 ต้น ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 30

สนหนามมีความหลากหลายของชนิดพรรณของไม้พื้นล่างมากที่สุดในแปลงควบคุม รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40, 60 และ 20 มีค่าเท่ากับ 2.84, 2.64, 2.28 และ 2.21 ตามลำดับ และจำนวนไม้พื้นล่างที่พบทั้งหมดมีมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะร้อยละ 40, 20 และแปลงควบคุม มีค่าเท่ากับ 336, 197, 159 และ 119 ต้น ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 30

ตารางที่ 30 จำนวนไม้พื้นล่างที่พบในสวนป่าไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความหนักเบา ในการตัดขยายระยะ	จำนวนวงศ์	จำนวนสกุล	จำนวนชนิด	จำนวนที่พบ ทั้งหมด (ต้น)	ดัชนีความหลากหลาย ของชนิดพันธุ์ (H)
กระถินดอย					
ควบคุม	10	10	10	957	0.97
ร้อยละ 20	15	18	20	406	1.89
ร้อยละ 40	11	13	14	989	0.61
ร้อยละ 60	20	25	28	590	1.33
จันทร์ทองเทศ					
ควบคุม	14	21	21	2,825	1.23
ร้อยละ 20	17	23	25	825	1.59
ร้อยละ 40	21	27	28	4,286	0.49
ร้อยละ 60	29	42	46	1,278	1.63
เมเปิลหอม					
ควบคุม	17	20	20	113	2.49
ร้อยละ 20	13	15	15	182	1.80
ร้อยละ 40	12	14	14	231	1.73
ร้อยละ 60	17	18	18	432	1.43
สนหนาม					
ควบคุม	24	26	26	119	2.84
ร้อยละ 20	18	20	20	159	2.21
ร้อยละ 40	21	24	25	197	2.64
ร้อยละ 60	23	28	28	336	2.28
รวม	116	104	55	13,922	

จากผลการศึกษาเมื่อพิจารณาจำนวนไม้พื้นล่างที่พบทั้งหมดและความหลากหลายของชนิดพรรณของไม้พื้นล่างแล้ว พบว่า จำนวนไม้พื้นล่างที่พบทั้งหมดในแปลงจันทร์ทองเทศมีจำนวนมากที่สุดในทุกๆ ระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะ ซึ่งอาจเป็นเพราะมีลูกไม้จันทร์ทองเทศขึ้นปกคลุมเป็นจำนวนมาก และมีมากที่สุดในแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 40 จำนวนร้อยละ 89.10 ต่อจำนวนไม้พื้นล่างในแปลงทั้งหมด (ตารางผนวกที่ 9) แต่อย่างไรก็ตามไม่ได้ทำให้ความหลากหลายของชนิดพรรณเพิ่มมากขึ้นและยังมีค่าน้อย (0.49) ที่สุดเมื่อเทียบกับระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะอื่นๆ ส่วนแปลงเมเปิลหอมและสนหนามมีองค์ประกอบที่คล้ายกัน คือ จำนวนไม้พื้นล่างที่พบทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแสงที่เป็นปัจจัยทำให้จำนวนชนิดไม้พื้นล่างเพิ่มขึ้น เพราะเมื่อมีการตัดขยายระยะที่ระดับความหนักเบามากขึ้นทำให้เรือนยอดมีช่องว่างเพิ่มขึ้นแสงก็จะสามารถส่องผ่านชั้นเรือนยอดลงสู่พื้นดินได้มากขึ้น ทำให้ไม้พื้นล่างสามารถเติบโตได้ดี โดยเฉพาะพืชในวงศ์ Poaceae และ Asteraceae จะมีลักษณะการเติบโตปกคลุมพื้นที่โล่งได้อย่างรวดเร็วและมีจำนวนที่มากกว่าชนิดอื่นๆ แต่จำนวนไม้พื้นล่างที่พบทั้งหมดที่พบในทั้งสองชนิดไม้มีจำนวนน้อยกว่ากระถินดอยและจันทร์ทองเทศ เนื่องมาจากบริเวณพื้นป่าถูกปกคลุมไปด้วยใบไม้ซึ่งใบของเมเปิลหอมมีลักษณะที่กว้างและสนหนามมีลักษณะเป็นเข็มและใบหนาแต่มีจำนวนมากและร่วงปกคลุมพื้น ทำให้ไม้พื้นล่างไม่สามารถเติบโตได้ดีเท่ากับแปลงกระถินดอยและจันทร์ทองเทศ และสังเกตได้ว่า ความหลากหลายของชนิดพรรณของไม้พื้นล่างมีมากกว่าอีกด้วย โดยเฉพาะในแปลงสนหนาม

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. สมบัติของดิน

1.1 ระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีผลต่อความหนาแน่นรวมและความพรุนของดินในแปลงกระถินดอยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื้อดินส่วนใหญ่ของแปลงปลูกไม้ต่างถิ่นทั้ง 4 ชนิด เป็นดินเหนียว ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย และดินเหนียว โดยในแปลงกระถินดอยมีความแตกต่างของอนุภาคดินเหนียว ($p \leq 0.05$) และแปลงเมเปิลหอมมีความแตกต่างของอนุภาคทรายแป้ง ($p \leq 0.01$) ในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะ ในขณะที่ความหนาแน่นอนุภาคดินไม่มีความแตกต่างกันระหว่างระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะในไม้แต่ละชนิด

1.2 พีเอชและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินในแปลงสนหนามมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนแปลงกระถินดอยมีความแตกต่างกันของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ($p \leq 0.01$) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะ ในขณะที่แปลงปลูกไม้ต่างถิ่นชนิดอื่นๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

1.3 ความหนาแน่นรวมของดินในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่นทั้ง 4 ชนิด มีแนวโน้มลดลงตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น แปลงกระถินดอยมีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมของดินมากที่สุด รองลงมาคือ สนหนาม เมเปิลหอม และจันทร์ทองเทศมีค่าน้อยที่สุด

1.4 แปลงกระถินดอยมีค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณของไนโตรเจนรวมมากที่สุด รองลงมาคือ เมเปิลหอม จันทร์ทองเทศและสนหนามมีค่าน้อยที่สุด แต่สารอาหารอื่นๆ โดยส่วนใหญ่จะมีค่ามากในแปลงสนหนาม

1.5 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณของไนโตรเจนรวมของดินในแปลงปลูกไม้ต่างถิ่นทั้ง 4 ชนิด มีแนวโน้มลดลงตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกับกับแนวโน้มของค่าพีเอช ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

2. มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

2.1 ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีมากที่สุดในสนหนาม (170.19 ต้นต่อเฮกเตอร์) และมีน้อยที่สุดในจันทร์ทองเทศ (145.86 ต้นต่อเฮกเตอร์)

2.2 ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินโดยเฉลี่ยของกระถินดอยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น ตรงกันข้ามกับปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินโดยเฉลี่ยของเมเปิลหอมและสนหนามมีแนวโน้มลดลงตามระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เพิ่มขึ้น

2.3 เมื่อเปรียบเทียบแต่ละชนิดไม้ที่ศึกษา พบว่า มวลชีวภาพทั้งหมดมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

3. องค์ประกอบของไม้พื้นล่าง

3.1 องค์ประกอบของไม้พื้นล่างในสวนป่าไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด มีจำนวนชนิดไม้พื้นล่างทั้งหมด 56 วงศ์ 104 สกุล 116 ชนิด โดยในแปลงกระถินดอย มีจำนวนชนิดไม้พื้นล่างมากที่สุดในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 60 จำนวน 20 วงศ์ 25 สกุล 28 ชนิด ส่วนแปลงจันทร์ทองเทศมีจำนวนชนิดไม้พื้นล่างที่พบมากที่สุดอยู่ในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 60 จำนวน 29 วงศ์ 42 สกุล 46 ชนิด แปลงจันทร์ทองเทศมีจำนวนชนิดไม้พื้นล่างที่พบมากที่สุดอยู่ในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 60 จำนวน 29 วงศ์ 42 สกุล 46 ชนิด และแปลงสนหนามมีจำนวนชนิดพรรณไม้พื้นล่างมากที่สุดในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะร้อยละ 60 จำนวน 23 วงศ์ 28 สกุล 28 ชนิด

3.2 กระถินดอยมีความหลากหลายของชนิดพรรณของไม้พื้นล่างมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 20 ส่วนจันทร์ทองเทศมีความหลากหลายของชนิดพรรณของไม้พื้นล่างมากที่สุดในแปลงตัดขยายระยะร้อยละ 60 ในขณะที่เมเปิลหอมและสนหนามมีความหลากหลายของชนิดพรรณของไม้พื้นล่างมากที่สุดในแปลงควบคุม โดยกระถินดอยและจันทร์ทองเทศมีจำนวนไม้พื้นล่างที่พบทั้งหมดมีมากที่สุดในการตัดขยายระยะร้อยละ 40 ส่วนเมเปิลหอมจำนวนไม้พื้นล่างที่พบทั้งหมดมีมากที่สุดในการตัดขยายระยะร้อยละ 60

3.3 แปลงเมเปิลหอมและสนหนามเมื่อมีการตัดขยายระยะที่ระดับความหนักเบาเพิ่มขึ้นทำให้จำนวนไม้พื้นล่างที่พบทั้งหมดมากขึ้นด้วยเช่นกัน แต่ความหลากหลายของชนิดพรรณของไม้พื้นล่างมีแนวโน้มไปในทางตรงกันข้าม ส่วนแปลงจันทร์ทองเทศ พบว่า มีจำนวนไม้พื้นล่างทั้งหมดมากที่สุดในทุกๆ ระดับของการตัดขยายระยะเมื่อเทียบกับไม้ชนิดอื่นๆ โดยส่วนมากจะเป็นลูกไม้จันทร์ทองเทศ

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาเรื่องการตัดขยายระยะ ควรเลือกจำนวนไม้ที่เหลือจากการตัดขยายระยะในแปลงเป็นหลักในการตัดขยายระยะ ซึ่งถ้ายึดจำนวนไม้ที่ตัดออกไปนั้นอาจส่งผลให้มีความ

คลาดเคลื่อน (error) เพราะจำนวนไม้ที่เหลือในพื้นที่แต่ละแปลงที่มีระดับการตัดขยายระยะที่เท่ากัน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบอาจมีจำนวนไม่เท่ากัน

2. ความหนาแน่นของดินอาจมีผลมาจากวัชพืชที่ปกคลุมดินหรือนินทรีย์สารต่างๆ ในดิน โดยจะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบกำเนิดดินเป็นสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปริมาณรากของวัชพืชต่อความหนาแน่นของดินเพื่อให้ได้ข้อเท็จจริงในการศึกษานี้

3. การปลูกไม้ต่างถิ่นในลักษณะของสวนป่าโดยมีการตัดขยายระยะที่ระดับความหนักเบา แตกต่างกันเพื่อให้ได้ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมากที่สุด สมควรปลูกกระถินดอย ที่ระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะร้อยละ 60 จันทร์ทองเทศและเมเปิลหอม ที่ระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะร้อยละ 20 ส่วนสนหนามควรปลูกโดยไม่มีการตัดขยายระยะ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กฤษณากรณ์ ปานข้า. 2547. ผลของการตัดขยายระยะต่อการเติบโต การใช้น้ำ และคุณสมบัติของดินบางประการของสวนป่าไม้ต่างถิ่นในที่สูง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 9 ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จรงักษ์ จันทรเจริญสุข. 2544. **การวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จักรพันธ์ สกฤมภ์ฤทธิ์ และ ขวัญชัย ดวงสถาพร. 2543. ผลของการตัดขยายระยะต่อการเจริญเติบโตของไม้สนสามใบ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่. **วารสารวิชาการป่าไม้** 2(1) : 20-36.
- เจริญ การกลีขวิชัย. 2515. **การเลือกชนิดพรรณไม้ปลูก**. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ดอกรัก มารอด และ อุทิศ กุญอินทร์. 2552. **นิเวศวิทยาป่าไม้**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ทวีโชค จำรัสฉาย. 2539. ผลของการตัดขยายระยะต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ที่ปลูกด้วยระยะปลูกต่างกัน ที่สวนป่าสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ จรงักษ์ จันทรเจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช (Soil and Plant Analysis)**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นงคราญ กาญจนประเสริฐ. 2549. **ทรัพยากรดิน**. สำนักพิมพ์แม็ค, กรุงเทพฯ.
- บุญยงค์ ภูผาเรือง. 2523. การสำรวจจำแนกดินและการกำหนดศักยภาพของที่ดินบริเวณเทือกเขาดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญวงศ์ ไทยอุตสาห. 2543. ผลประโยชน์ทางอ้อมของโครงการปลูกป่าบนที่สูง, น. 1-12. ใน การ
เผยแพร่ผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวงครั้งที่ 2. โรงพิมพ์มิ่งเมือง, เชียงใหม่.

พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬ. 2521. การเจริญเติบโตของต้นไม้. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

_____. 2522. วิธีการวิเคราะห์ลักษณะการเจริญเติบโตของพืช. คณะวนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2524. วนวัฒนวิทยาขั้นสูง. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2529. นิเวศวิทยาป่าไม้กับการปลูกป่า, น. 42-63. ใน เอกสารประกอบการอบรม
หลักสูตรการปลูกสร้างสวนป่า. กองการเจ้าหน้าที่ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ไพบูลย์ ประพุดิธรรม. 2528. เคมีดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มนต์ โพธิ์ชัย. 2533. การปลูกสร้างสวนป่า. พิมพ์ครั้งที่ 4 องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ลดาวลย์ พวงจิตร. 2550. การเติบโตและพัฒนาของต้นไม้, น. 51-52. ใน ลดาวลย์ พวงจิตร,
ผู้รวบรวม. วนวัฒนวิทยา : พื้นฐานการปลูกป่า. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

วิชาญ เอียดทอง. 2536. พรรณพืชหายากบนดอยอ่างขาง, น. 90. ใน ร้อยบทความป่าไม้ใน
หนังสือพิมพ์ข่าวสด. ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

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

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

สมพร ไชยจรัส. 2518. ผลของการตัดสางขยายระยะที่มีต่อคุณสมบัติของดินในสวนสัก.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน. 2518. **คู่มือประกอบคำบรรยายความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. ภาควิชา
ปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2525. **การวิเคราะห์และรวบรวมสรุปรายงานผลการ
สำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน พื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย 2523-2525**. โครงการ
สำรวจลุ่มน้ำทางภาคเหนือของประเทศไทยด้วยภาพถ่ายทางอากาศ, กรุงเทพฯ.
- สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2548. **คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุ
ปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า**. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรมพัฒนา
ที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- สุธรรม อารีกุล. 2552. **องค์ความรู้เรื่องพืชป่าที่ใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทย เล่ม 1-3**.
มูลนิธิโครงการหลวง, เชียงใหม่.
- อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. 2526. การเปลี่ยนแปลงสภาพดินภายหลังการปลูกป่า, น. (27-1)-(27-10). ใน
การสัมมนาวันวนวิทยา ครั้งที่ 3. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อำนาจ คอวนิช. 2522. ไม่โตเร็วกับการปลูกสร้างสวนป่า, น. 1-8. ใน **บทความการปลูกสร้างสวน
ป่าและการอนุรักษ์ป่าไม้ในประเทศไทย**. องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- Baker, F.S. 1950. **Principles of Silviculture**. McGraw-Hill Book Company, Inc., New
York.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available form of
phosphorus in soil. **Soil Sci.** 59: 39-45.
- Breen, P. 2006. **Landscape Plants: Images, Identification, and Information**.
Available Source: <http://oregonstate.edu/dept/ldplants/culan.htm>, March 2,
2006.
- California Fertilizer Association. 1995. **Western Fertilizer Handbook**. 8th ed. The
Interstate Printers and Publishers, Inc., Danville.
- Eriksson, E. 2006. Thinning operations and their impact on biomass production in
stands of Norway spruce and Scots pine. **Biomass Bioenerg.** 30(10): 848-854.

- Espinosa, B.M., S.J. Garcia and E.O. Valeria. 1994. Effect of different thinning intensities on the growth of a radiata pine stand. **Bosque** 15(1): 55-65.
- Gallez, A., A.S.R. Juo and A.J. Herbillon. 1976. Surface and charge characteristics of selected soils in the tropics. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 40: 601-608.
- Garfitt, J.E. 1975. **Natural Management of Woods: Continuous Cover Forestry.** Research Studies Press, Somerset.
- Hocker, H.W., Jr. 1979. **Introduction of Forest Biology.** John Wiley & Sons Inc., New York.
- Husch, B., C.I. Miller and T.W. Beers. 1972. **Forest Mensuration.** The Ronald Press Co., New York.
- Jackson, M.L. 1965. **Soil Chemical Analysis-Advance Course.** Department of Soil, University of Wisconsin, USA.
- Jalota, S.K., R. Khera and B.S. Ghuman. 1998. **Methods in Soil Physics.** Narosa Publishing House, New Delhi.
- 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: 70-87.
- Ling, K.A. and M.R. Ashmore. 1999. Influence of tree health on ground flora in the Chiltern Beechwoods, England. **For. Ecol. Manage.** 119(1-3): 77-88.
- Mäkipää, R. 1995. Effect of nitrogen input on carbon accumulation of boreal forest soils and ground vegetation. **For. Ecol. Manage.** 79(3): 217-226.
- National Soil Survey Center. 1996. Soil Survey Laboratory Method Manual. **Soil Survey Investigation. Report No. 42.** Version 3.0. National Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture.

- Nilsen, P. and L.T. Strand. 2008. Thinning intensity effects on carbon and nitrogen stores and fluxes in a Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stand after 33 years. **For. Ecol. Manage.** 256(3): 201-208.
- 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.
- Ronco, F., Jr., C.B. Edminster and D.P. Trujillo. 1985. Growth of ponderosa pine thinned to different stocking levels in northern Arizona. **Res. Pap. RM-262.** USDA Forest Service. Fort Collins, Colorado.
- Sanchez, P.A. 1976. **Properties and Management of Soils in the Tropics.** John Wiley & Sons Inc., 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 obtusa*. **Bull. Tokyo Univ. For.** 54: 7-100.
- Shannon, C.E. and W. Wiener. 1949. **The Mathematical Theory of Communication.** University of Illinois Press, Urbana.
- Shinozaki, K., K. Yoda, K. Hozumi and T. Kira. 1964. A quantitative analysis of plant form: The pipe model theory. I. Basic analysis. **Jap. J. Ecol.** 14: 97-105.
- Spurr, S.H. 1952. **Forest Inventory.** The Ronald Press Company, New York.
- Takahara, S. 1954. Influence of pruning on the growth of Sugi and Hinoki. **Bull. Tokyo Univ. For.** 46: 1-95. (English summary).
- Thaiutsa, B. 2001. Cultivating exotic trees: examples from the Royal Project Foundation in the Angkhang Highlands of Thailand, pp. 201-206. *In* M. Victor and A. Barash, eds. Cultivating Forest: Alternative Forest Management Practices and Techniques for Community Forest, **Proc. of Int. Seminar. RECOFTC Rep. No. 17.** Bangkok.

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

Vesterdal, L., M. Dalsgaard, C. Felby, K. Raulund-Rasmussen and B.B. Jørgensen. 1995. Effects of thinning and soil properties on accumulation of carbon, nitrogen and phosphorus in the forest floor of Norway spruce stands. **For. Ecol. Manage.** 77: 1-10.

Walkley, A. 1935. An examination of method for determining organic carbon and nitrogen in soil. **J. Agri. Sci.** 25: 598-609.

_____ and C.A. Black. 1934. An examination of degtjureff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chroma acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-35.

Xuanzhang, L., W. Shizhi and C. Baoyu. 1994. Research on nutrient kinetic states of *Pinus massoniana* plantation around intermediate cutting (in Chinese with English summary). **J. Central South For. Univ.** 14(2): 129-134.

Young, A. 1976. **Tropical Soils and Soil Survey**. Cambridge Univ. Press, London.

_____. 1989. **Agroforestry for Soil Conservation**. CAB International, Oxon.

Zenner, E.K., J.M. Kabrick, R.G. Jensen, J.E. Peck, and J.K. Grabner. 2006. Responses of ground flora to a gradient of harvest intensity in the Missouri Ozarks. **For. Ecol. Manage.** 222(1-3): 326-334.

Zobel, J.B., G.V. Wyk and P. Stahl. 1987. **Growing Exotic Forests**. John Wiley & Sons Inc., New York.



ตารางผนวกที่ 1 ไม้พุ่มกลางแจ้งบริเวณแปลงควบคุม แปลงกระถินดอย ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
1	สาบหมา	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob.	Asteraceae	610	63.74
2	หญ้าคมบางเล็ก	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Cyperaceae	3	0.31
3	ตองกาย	<i>Molineria capitulata</i> (Lour.) Herb.	Hypoxidaceae	1	0.10
4		<i>Litsea</i> sp.	Lauraceae	1	0.10
5	ส้มจี	<i>Embelia garciniiifolia</i> Wall. ex Miq.	Myrsinaceae	6	0.63
6	จันทร์ทองเทศ	<i>Fraxinus griffithii</i> C.B. Clarke.	Oleaceae	11	1.15
7		<i>Capillipedium</i> sp.	Poaceae	246	25.71
8		<i>Pteris tokioi</i> Masam.	Pteridaceae	76	7.94
9	แซ้งกวาง	<i>Wendlandia tinctoria</i> (Roxb) DC.	Rubiaceae	2	0.21
10	ม้งตาน	<i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth.	Theaceae	1	0.10

ตารางผนวกที่ 2 ไม้พุ่มกลางแจ้งที่หายากในประเทศไทย 20 แปลงกระถินดอย ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ที่	ชื่อพุ่มไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
1	พุ่ม	<i>Achyranthes aspera</i> L.	Amaranthaceae	11	2.52
2	สาบหมา	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob.	Asteraceae	198	45.41
3	หนาดใหญ่	<i>Blumea balsamifera</i> (L.) DC.	Asteraceae	4	0.92
4	อุนน้ำ	<i>Sambucus javanica</i> Reinw. ex Blume	Caprifoliaceae	2	0.46
5	หญ้าคมบางเล็ก	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Cyperaceae	33	7.57
6		<i>Polystichum</i> sp.	Dryopteridaceae	47	10.78
7	อื่น	<i>Glochidion velutinum</i> Wight	Euphorbiaceae	2	0.46
8	เต้าหลวง	<i>Macaranga gigantea</i> (Rchb. F. & Zoll.) Mull. Arg.	Euphorbiaceae	1	0.23
9		<i>Molineria</i> sp.	Hypoxidaceae	7	1.61
10	หมื่นหมื่น	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.	Lauraceae	12	2.75
11		<i>Litsea</i> sp.	Lauraceae	4	0.92
12		<i>Cinnamomum</i> sp.	Lauraceae	1	0.23
13	ส้มจี	<i>Embelia garcinifolia</i> Wall. ex Miq.	Myrsinaceae	5	1.15
14	หญ้าเยง	<i>Capillipedium parviflorum</i> (R.Br.) Stapf	Poaceae	68	15.60
15		<i>Capillipedium</i> sp.	Poaceae	20	4.59

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
16	ผักไผ่ดอย	<i>Persicaria nepalense</i> Meissn.	Polygonaceae	2	0.46
17		<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	2	0.46
18		<i>Thelypteris</i> sp.	Thelypteridaceae	7	1.61
19	บั้งขาว	<i>Clerodendrum colebrookianum</i> Walp.	Verbenaceae	2	0.46
20	ตาเหินไหว	<i>Hedychium ellipticum</i> Buch.-Ham. ex Smith	Zingiberaceae	8	1.83

ตารางผนวกที่ 3 ไม้พุ่มกลางแจ้งแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 40 แปลงกระถินดอย ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ที่	ชื่อพุ่มไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
1	สาบหมา	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob.	Asteraceae	860	86.61
2	สาบเสือ	<i>Eupatorium odoratum</i> L.	Asteraceae	1	0.10
3	หญ้าคมบางเล็ก	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Cyperaceae	13	1.31
4		<i>Polystichum</i> sp.	Dryopteridaceae	45	4.53
5		<i>Molineria</i> sp.	Hypoxidaceae	2	0.20
6	หมื่นเหม็น	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.	Lauraceae	6	0.60
7	ยมหอม	<i>Toona ciliata</i> M. Roem	Meliaceae	2	0.20
8	หญ้ายุ่ง	<i>Capillipedium parviflorum</i> (R.Br.) Stapf	Poaceae	32	3.22
9		<i>Capillipedium</i> sp.	Poaceae	5	0.50
10	อ้อสะพายกาย	<i>Berchemia floribunda</i> Wall.	Rhamnaceae	1	0.10
11	ไข่มุกใหญ่	<i>Rubus alceifolius</i> Poir.	Rosaceae	1	0.10
12		<i>Clausena</i> sp.	Rutaceae	1	0.10
13		<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	1	0.10
14	ตาเทินไหว	<i>Hedychium ellipticum</i> Buch.-Ham. ex Smith	Zingiberaceae	16	1.61

ตารางผนวกที่ 4 ไม้พุ่มกลางแจ้งที่หายากในประเทศไทย 60 แปลงกระถินดอย ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ที่	ชื่อพืชมะเขือ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
1	หนามแดง	<i>Thunbergia coccinea</i> Wall. ex D. Don	Acanthaceae	1	0.17
2	สาบหมา	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob.	Asteraceae	408	69.15
3	หญ้าคมบางเล็ก	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Cyperaceae	4	0.68
4	กูดหมัก	<i>Leucostegia immersa</i> (Wall. ex Hook.) C.Presl	Davalliaceae	1	0.17
5		<i>Humata</i> sp.	Davalliaceae	1	0.17
6		<i>Polystichum</i> sp.	Dryopteridaceae	33	5.59
7		<i>Lithocarpus</i> sp.	Fagaceae	1	0.17
8		<i>Molineria</i> sp.	Hypoxidaceae	8	1.36
9	ตองกาย	<i>Molineria capitulata</i> (Lour.) Herb.	Hypoxidaceae	2	0.34
10	กอมก้อดง	<i>Pogostemon glaber</i> Benth.	Lamiaceae	3	0.51
11	ผักฮั่น	<i>Mosia dianthera</i> (Buch-Ham. ex Roxb.) Maxim.	Lamiaceae	2	0.34
12	หมื่นเหม็น	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.	Lauraceae	4	0.68
13		<i>Litsea</i> sp.	Lauraceae	1	0.17
14		<i>Urena</i> sp.	Malvaceae	1	0.17
15	ยมหอม	<i>Toona ciliata</i> M. Roem	Meliaceae	1	0.17

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
16	บอระเพ็ด	<i>Tinospora crispa</i> (L.) Hook. F. & Thomson	Minispermaceae	1	0.17
17	ส้มจี๊ด	<i>Embelia garcinifolia</i> Wall. ex Miq.	Myrsinaceae	10	1.69
18			Poaceae	41	6.95
19		<i>Capillipedium</i> sp.	Poaceae	15	2.54
20	ตองกง	<i>Thysanolaena latifolia</i> (Roxb. ex Hornem.) Honda	Poaceae	4	0.68
21	หญ้าขน	<i>Brachiaria mutica</i> (Forsk.) Stapf	Poaceae	3	0.51
22		<i>Pteris tokioi</i> Masam.	Pteridaceae	24	4.07
23	ฮ้อสะพายควาย	<i>Berchemia floribunda</i> Wall.	Rhamnaceae	1	0.17
24		<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	1	0.17
25	เถาวัลย์ฝรั่ง	<i>Smilax ovalifolia</i> Roxb.	Smilacaceae	2	0.34
26	ป้างขาว	<i>Clerodendrum colebrookianum</i> Walp.	Verbenaceae	2	0.34
27	ผักกรອງ	<i>Lantana camara</i> Linn.	Verbenaceae	3	0.51
28	ตาเห็นไหม	<i>Hedychium ellipticum</i> Buch.-Ham. ex Smith	Zingiberaceae	1	0.17

ตารางผนวกที่ 5 ไม้พุ่มกลางแจ้งบริเวณแปลงควบคุม แปลงจันทร์ทองเทศ ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ที่	ชื่อพืชมะเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
1	อังกาบ	<i>Barleria cristata</i> L.	Acanthaceae	40	1.42
2	สาบหมา	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob.	Asteraceae	500	17.70
3	หนวดไผ่ใหญ่	<i>Blumea balsamifera</i> (L.) DC.	Asteraceae	1	0.04
4	หญ้าคุมบางเล็ก	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Cyperaceae	43	1.52
5	อื่น	<i>Glochidion velutinum</i> Wight	Euphorbiaceae	2	0.07
6	ตองกาย	<i>Molineria capitulata</i> (Lour.) Herb.	Hypoxidaceae	4	0.14
7	การบูร	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl	Lauraceae	2	0.07
8	หมื่นเหม็น	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.	Lauraceae	11	0.39
9	โคลงเคลง	<i>Melastoma malabathricum</i> L.	Melastomataceae	109	3.86
10	ส้มจี	<i>Embelia garcinifolia</i> Wall. ex Miq.	Myrsinaceae	12	0.42
11		<i>Maesa</i> sp.	Myrsinaceae	2	0.07
12	จันทร์ทองเทศ	<i>Fraxinus griffithii</i> C.B. Clarke.	Oleaceae	1820	64.42
13	นูดพระ	<i>Flemingia strobilifera</i> (L.) W. T. Aiton	Leguminosae	3	0.11
14	ถั่วแปบป่า	<i>Vigna angularis</i> (Willd.) Ohwi & Ohashi	Leguminosae	36	1.27
15		<i>Capillipedium</i> sp.	Poaceae	210	7.43

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
16	หญ้าคา	<i>Imperata cylindrical</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae	18	0.64
18	นางพญาเสือโคร่ง	<i>Prunus cerasoides</i> D. Don	Rosaceae	2	0.07
19	ป่าช้า	<i>Rubus dielsianus</i> Focke	Rosaceae	5	0.18
20	แก้มขาว	<i>Mussaenda flava</i> (Verdc.) Bakh.f.	Rubiaceae	3	0.11
21	แซ้งกวาง	<i>Wendlandia tinctoria</i> (Roxb) DC.	Rubiaceae	1	0.04

ตารางผนวกที่ 6 ไม้พุ่มกลางแจ้งแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 20 แปลงจันทร์ทองเทศ ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
1	ต่างเต๋อ	<i>Brassaiaopsis ficifolia</i> Dunn	Araliaceae	1	0.12
2	سابหมา	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob.	Asteraceae	346	41.94
3	โกฐจุฬาลัมพา	<i>Artemisia pallens</i> Wall. ex Besser	Asteraceae	2	0.24
4	หญ้าคุมบางเล็ก	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Cyperaceae	17	2.06
5	แห่พันชั้น	<i>Dumasia villosa</i> DC.	Fabaceae	29	3.52
6	ทองหลางป่า	<i>Erythrina subumbrans</i> (Hassk.) Merr.	Fabaceae	2	0.24
7	ตองกาย	<i>Molineria capitulata</i> (Lour.) Herb.	Hypoxidaceae	2	0.24
8	การบูร	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl	Lauraceae	1	0.12
9	หมี่เหม็น	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.	Lauraceae	40	4.85
10		<i>Litsea</i> sp.	Lauraceae	2	0.24
11		<i>Neolitsea</i> sp.	Lauraceae	2	0.24
12	กระถินดอย	<i>Acacia confusa</i> Merr.	Leguminosae	2	0.24
13	ก้างหลวง	<i>Albizia chinensis</i> (Osbeck) Merr.	Leguminosae	1	0.12
14	จู้ครอก	<i>Urena lobata</i> L.	Malvaceae	1	0.12
15	ยมหอม	<i>Toona ciliata</i> M. Roem	Meliaceae	1	0.12

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
16	สบู่เลือด	<i>Stephania pierrei</i> Diels	Menispermaceae	1	0.12
17	ส้มจี	<i>Embelia garcinifolia</i> Wall. ex Miq.	Myrsinaceae	12	1.45
18	จันทน์ทองเทศ	<i>Fraxinus griffithii</i> C.B. Clarke.	Oleaceae	298	36.12
19		<i>Capillipedium</i> sp.	Poaceae	11	1.33
20	หญ้ายูง	<i>Capillipedium parviflorum</i> (R.Br.) Stapf	Poaceae	32	3.88
21	หญ้าคา	<i>Imperata cylindrical</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae	12	1.45
22	นางพญาเสือโคร่ง	<i>Prunus cerasoides</i> D. Don	Rosaceae	2	0.24
23		<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	5	0.61
24	ชาอัสสัม	<i>Camellia Sinensis</i> Var. <i>assamica</i> (Mast.)	Theaceae	2	0.24
25	องุ่นป่า	<i>Tetrastigma quadrangulatum</i> Gagnep. & Craib	Vitaceae	1	0.12

ตารางผนวกที่ 7 ไม้พุ่มกลางแจ้งบริเวณแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 40 แปลงจันทร์ทองเทศ ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ที่	ชื่อพุ่มไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
1		<i>Annona sp.</i>	Annonaceae	1	0.02
2	สาบหมา	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob.	Asteraceae	342	7.98
3	อุ้มผาง	<i>Sambucus javanica</i> Reinw. ex Blume	Caprifoliaceae	10	0.23
4	หญ้าคมบางเล็ก	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Cyperaceae	14	0.33
5		<i>Polystichum sp.</i>	Dryopteridaceae	1	0.02
6	ลิ้นจี่	<i>Bridelia glauca</i> Blume	Euphorbiaceae	2	0.05
7	อื่น	<i>Glochidion velutinum</i> Wight	Euphorbiaceae	1	0.02
8	แห้วพุ่ม	<i>Dumasia villosa</i> DC.	Fabaceae	4	0.09
9		<i>Molineria sp.</i>	Hypoxidaceae	3	0.07
10	การบูร	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl	Lauraceae	1	0.02
11	หมื่นเหม็น	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.	Lauraceae	9	0.21
12		<i>Litsea sp.</i>	Lauraceae	2	0.05
13	กระถินดอย	<i>Acacia confusa</i> Merr.	Leguminosae	2	0.05
14	โคลงเคลง	<i>Melastoma malabathricum</i> L.	Melastomataceae	5	0.12
15	ส้มจี	<i>Embelia garcinifolia</i> Wall. ex Miq.	Myrsinaceae	9	0.21

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
16		<i>Maesa</i> sp.	Myrsinaceae	5	0.12
17	จันทร์ทองเทศ	<i>Fraxinus griffithii</i> C.B. Clarke.	Oleaceae	3819	89.10
18		<i>Capillipedium</i> sp.	Poaceae	26	0.61
19	ตระไคร้หอม	<i>Cymbopogon nardus</i> (Linn.) Rendle	Poaceae	1	0.02
20	หญ้าคา	<i>Imperata cylindrical</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae	8	0.19
21	ตองกง	<i>Thysanolaena latifolia</i> (Roxb. ex Hornem.) Honda	Poaceae	3	0.07
22	ผักไผ่ดอย	<i>Persicaria nepalense</i> Meissn.	Polygonaceae	1	0.02
23	ฮ่อสะพายควาย	<i>Berchemia floribunda</i> Wall.	Rhamnaceae	1	0.02
24	ไผ่ใหญ่	<i>Rubus alceifolius</i> Poir.	Rosaceae	3	0.07
25	กำบ่อขาว	<i>Mussaenda kerrii</i> Craib	Rubiaceae	3	0.07
26	เถาว์ลยั้ง	<i>Smilax ovalifolia</i> Roxb.	Smilacaceae	1	0.02
27		<i>Thelypteris</i> sp.	Thelypteridaceae	8	0.19
28		<i>Laportea</i> sp.	Urticaceae	1	0.02

ตารางผนวกที่ 8 ไม้พุ่มกลางแจ้งบริเวณแปลงที่ตัดขยายระยะร้อยละ 60 แปลงจันทร์ทองเทศ ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ที่	ชื่อพืชมะเขือ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
1	หนามแดง	<i>Thunbergia coccinea</i> Wall. ex D. Don	Acanthaceae	3	0.24
2	พื้ง	<i>Achyranthes aspera</i> L.	Amaranthaceae	24	1.90
3	เครือข้าวดอก	<i>Aerva sanguinolenta</i> Blume	Amaranthaceae	1	0.08
4	ผักหนอกช้าง	<i>Hydrocotyle javanica</i> Ponten ex Thunb	Apiaceae	2	0.16
5	สาบหมา	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob.	Asteraceae	108	8.55
6	โกลจุฬาลัมพา	<i>Artemisia pallens</i> Wall. ex Besser	Asteraceae	3	0.24
7	หนาดใหญ่	<i>Blumea balsamifera</i> (L.) DC.	Asteraceae	6	0.48
8	ส้มกุ้ง	<i>Begonia inflata</i> C. B. Clarke	Begoniaceae	1	0.08
9	ผักกูดแดง	<i>Stenochlaena palustris</i> (Burm. f.) Bedd.	Blechnaceae	1	0.08
10	อุนน้ำ	<i>Sambucus javanica</i> Reinw. ex Blume	Caprifoliaceae	5	0.40
11	ผักปลาบนา	<i>Cyanotis axillaris</i> Roem. & Schult.	Commelinaceae	2	0.16
12	หญ้าคมบางเล็ก	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Cyperaceae	28	2.22
13		<i>Polystichum</i> sp.	Dryopteridaceae	13	1.03
14		<i>Diospyros</i> sp.	Ebenaceae	1	0.08
15	ลิวละทึ	<i>Bridelia glauca</i> Blume	Euphorbiaceae	4	0.32

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
16	ดีหมี	<i>Cleidion spiciflorum</i> (Burm. F.) Merr	Euphorbiaceae	1	0.08
17	อื่น	<i>Glochidion velutinum</i> Wight	Euphorbiaceae	3	0.24
18	แห่น้ำขึ้น	<i>Dumasia villosa</i> DC.	Fabaceae	9	0.71
19	เมเปิลหอม	<i>Liquidambar formosana</i> Hance.	Hamamelidaceae	6	0.48
20	หมีเหม็น	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.	Lauraceae	15	1.19
21		<i>Litsea</i> sp.	Lauraceae	8	0.63
22	มะขามแป	<i>Archidendron clypearia</i> (Jack) I. C. Nielsen var. <i>clypearia</i>	Leguminosae	1	0.08
23	มะแปงป่า	<i>Pueraria stricta</i> Kurz	Leguminosae	7	0.55
24	ถั่วแปงป่า	<i>Vigna angularis</i> (Willd.) Ohwi & Ohwi & Ohashi	Leguminosae	1	0.08
25		<i>Urena</i> sp.	Malvaceae	2	0.16
26	โคลงเคลง	<i>Melastoma malabathricum</i> L.	Melastomataceae	9	0.71
27		<i>Aglaia</i> sp.	Meliaceae	1	0.08
28	ตาเปิดตาไก่	<i>Ardisia fulva</i> King & Gamble	Myrsinaceae	1	0.08
29	ส้มจี	<i>Embelia garcinifolia</i> Wall. ex Miq.	Myrsinaceae	16	1.27
30		<i>Maesa</i> sp.	Myrsinaceae	1	0.08

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
31	จันทร์ทองเทศ	<i>Fraxinus griffithii</i> C.B. Clarke.	Oleaceae	854	67.62
32		<i>Capillipedium</i> sp.	Poaceae	6	0.48
33	หญ้ายูง	<i>Capillipedium parviflorum</i> (R.Br.) Stapf	Poaceae	28	2.22
34	หญ้าคา	<i>Imperata cylindrical</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae	10	0.79
35	ตองกง	<i>Thysanolaena latifolia</i> (Roxb. ex Hornem.) Honda	Poaceae	1	0.08
36	นางพญาเสือโคร่ง	<i>Prunus cerasoides</i> D. Don	Rosaceae	6	0.48
37	ไข่มไผ่ใหญ่	<i>Rubus alceifolius</i> Poir.	Rosaceae	8	0.63
38	หนามไข่กุ้ง	<i>Rubus ellipticus</i> Sm.	Rosaceae	4	0.32
39		<i>Rubus</i> sp.	Rosaceae	2	0.16
40	กำเป้อขาว	<i>Mussaenda kerrii</i> Craib	Rubiaceae	12	0.95
41	มยรมหิน	<i>Meliosma pinnata</i> Walp.	Sabiaceae	1	0.08
42		<i>Thelypteris</i> sp.	Thelypteridaceae	33	2.61
43	เชื่องแข้งม้า	<i>Boehmeria chiangmaiensis</i> Yahara	Urticaceae	1	0.08
44		<i>Laportea</i> sp.	Urticaceae	8	0.63
45	ผกากรอง	<i>Lantana camara</i> Linn.	Verbenaceae	1	0.08
46	ตาเหินไหว	<i>Hedychium ellipticum</i> Buch.-Ham. ex Smith	Zingiberaceae	5	0.40

ตารางผนวกที่ 9 ไม้พื้นล่างบริเวณแปลงควบคุม แปลงกระถินดอย ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
1	อังกาบ	<i>Barleria cristata</i> L.	Acanthaceae	1	0.88
2	หนามแดง	<i>Thunbergia coccinea</i> Wall. Ex D. Don	Acanthaceae	4	3.54
3		<i>Amorphophallus</i> sp.	Araceae	1	0.88
4	หญ้าคมบางเล็ก	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Cyperaceae	14	12.39
5	ก้างปลา	<i>Securinega virosa</i> (Roxb. Ex Willd.) Baill.	Euphorbiaceae	2	1.77
6	การบูร	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl	Lauraceae	4	3.54
7	ว่านหัวสับ	<i>Disporum calcaratum</i> D. don	Liliaceae	1	0.88
8	โคลงเคลง	<i>Melastoma malabathricum</i> L.	Melastomataceae	8	7.08
9	มะเดื่อปล้อง	<i>Ficus hispida</i> Linn. F.	Moraceae	1	0.88
10	ส้มจี	<i>Embelia garciniifolia</i> Wall. ex Miq.	Myrsinaceae	4	3.54
11	ป่าหิงเมน	<i>Indigofera squalid</i> Prain	Leguminosae	1	0.88
12		<i>Capillipedium</i> sp.	Poaceae	1	0.88
13	หญ้ายูง	<i>Capillipedium parviflorum</i> (R.Br.) Stapf	Poaceae	14	12.39
14		<i>Pteris tokioi</i> Masam.	Pteridaceae	28	24.78
15	ขี้ว่า	<i>Haldina cordifolia</i> (Roxb.) Ridsdale	Rubiaceae	11	9.73

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
16	กระทุ่มเนิน	<i>Mitragyna rotundifolia</i> (Roxb.) Kuntze	Rubiaceae	4	3.54
17	แก้งขาว	<i>Mussaenda flava</i> (Verdc.) Bakh.f.	Rubiaceae	2	1.77
18		<i>Lindernia</i> sp.	Scrophulariaceae	8	7.08
19	เถาว์ลยั้ง	<i>Smilax ovalifolia</i> Roxb.	Smilacaceae	1	0.88
20	สารภีป่า	<i>Anneslea fragrans</i> Wall.	Theaceae	1	0.88
21	อาวแดง	<i>Curcuma zedoaria</i> Roscoe	Zingiberaceae	2	1.77

ตารางผนวกที่ 10 ไม้พุ่มกลางแจ้งที่ดัดแปลงที่ดัดแปลงที่ดัดแปลง 20 แปลงแบบเปิดใหม่ ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ที่	ชื่อพุ่มไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
1	อังกาบ	<i>Barleria cristata</i> L.	Acanthaceae	2	1.10
2	สาบหมา	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob.	Asteraceae	43	23.63
3	หนวดใหญ่	<i>Blumea balsamifera</i> (L.) DC.	Asteraceae	4	2.20
4	หญ้าคุมบางเล็ก	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Cyperaceae	4	2.20
5	ก้างปลา	<i>Securinega virosa</i> (Roxb. Ex Willd.) Baill.	Euphorbiaceae	1	0.55
6	การบูร	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl	Lauraceae	28	15.38
7	จันทร์ทองเทศ	<i>Fraxinus griffithii</i> C.B. Clarke.	Oleaceae	2	1.10
8	หญ้าขน	<i>Brachiaria mutica</i> (Forsk.) Stapf	Poaceae	71	39.01
9		<i>Pteris tokioi</i> Masam.	Pteridaceae	12	6.59
10	นางพญาเสือโคร่ง	<i>Prunus cerasoides</i> D. Don	Rosaceae	1	0.55
11	กระทุ่มเนิน	<i>Mitragyna rotundifolia</i> (Roxb.) Kuntze	Rubiaceae	7	3.85
12	แซ้งกวาง	<i>Wendlandia tinctoria</i> (Roxb) DC.	Rubiaceae	3	1.65
13		<i>Lindernia</i> sp.	Scrophulariaceae	1	0.55
14	สนหนาม	<i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook.	Taxodiaceae	1	0.55
15	ชำป่า	<i>Alpinia malaccensis</i> (Burm. F.) Roscoe	Zingiberaceae	2	1.10

ตารางผนวกที่ 12 ไม้พุ่มกลางแจ้งที่หายากในประเทศไทย 60 แปลงแม่เปิลหอม ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ที่	ชื่อพืชมือ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
1	หนามแดง	<i>Thunbergia coccinea</i> Wall. Ex D. Don	Acanthaceae	1	0.23
2	ตำผา	<i>Brassaiopsis gromerulata</i> (Blume) Regel	Araliaceae	1	0.23
3	สาบหมา	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob.	Asteraceae	44	10.19
4	อุ้นน้ำ	<i>Sambucus javanica</i> Reinw. ex Blume	Caprifoliaceae	1	0.23
5	หญ้าคุมบางเล็ก	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Cyperaceae	11	2.55
6	ดีหมี่	<i>Cleidion speciflorum</i> (Burm. F.) Merr	Euphorbiaceae	1	0.23
7	การบูร	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl	Lauraceae	11	2.55
8	โคลงเคลง	<i>Melastoma malabathricum</i> L.	Melastomataceae	2	0.46
9	หม่อนหลวง	<i>Morus macroura</i> Miq.	Moraceae	4	0.93
10	กล้วยป่า	<i>Musa acuminata</i> Colla	Musaceae	5	1.16
11	ส้มจี๊ด	<i>Embelia garcinifolia</i> Wall. ex Miq.	Myrsinaceae	6	1.39
12	จันทน์ทองเทศ	<i>Fraxinus griffithii</i> C.B. Clarke.	Oleaceae	5	1.16
13		<i>Capillipedium</i> sp.	Poaceae	88	20.37
14	ตองกง	<i>Thysanolaena latifolia</i> (Roxb. ex Hornem.) Honda	Poaceae	2	0.46
15		<i>Pteris tokioi</i> Masam.	Pteridaceae	246	56.94

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
16	เถาวัลย์ยิง	<i>Smilax ovalifolia</i> Roxb.	Smilacaceae	2	0.46
17	ปอเต่าไห้	<i>Enkleia siamensis</i> (Kurz) Nwling	Thymelaeaceae	1	0.23
18	ชำป่า	<i>Alpinia malaccensis</i> (Burm. F.) Roscoe	Zingiberaceae	1	0.23

ตารางผนวกที่ 13 ไม้พุ่มกลางแจ้งแปลงควบคุม แปลงสนหนาม ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ที่	ชื่อพืชมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
1	หญ้าพุ่มแดง	<i>Cyathula prostrata</i> Blume	Amaranthaceae	1	0.89
2	กระทุงหมาบ้า	<i>Dregea volubilis</i> (L. f.) Hook. f.	Asclepiadaceae	1	0.89
3	สาบหมา	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob.	Asteraceae	5	4.46
4	หญ้าคมบางเล็ก	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Cyperaceae	2	1.79
5		<i>Polystichum</i> sp.	Dryopteridaceae	5	4.46
6	ดีหมี่	<i>Cleidion speciflorum</i> (Burm. F.) Merr	Euphorbiaceae	1	0.89
7	หมี่เหม็น	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.	Lauraceae	3	2.68
8		<i>Urena</i> sp.	Malvaceae	4	3.57
9	ยมหอม	<i>Toona Ciliata</i> M. Roem	Meliaceae	2	1.79
10	มะขามแป	<i>Archidendron clypearia</i> (Jack) I. C. Nielsen var. <i>clypearia</i>	Leguminosae	2	1.79
11	บอระเพ็ด	<i>Tinospora crispa</i> (L.) Hook. F. & Thomson	Minispermaceae	3	2.68
12	ส้มจี	<i>Embelia garcinifolia</i> Wall. ex Miq.	Myrsinaceae	1	0.89
13		<i>Maesa</i> sp.	Myrsinaceae	7	6.25
14	จันทร์ทองเทศ	<i>Fraxinus griffithii</i> C.B. Clarke.	Oleaceae	5	4.46
15	จะค้ำนังอก	<i>Piper agrophyllum</i> Mig.	Piperaceae	2	1.79

ตารางผนวกที่ 13 (ต่อ)

ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
16	ตองกง	<i>Thysanolaena latifolia</i> (Roxb. ex Hornem.) Honda	Poaceae	2	1.79
17	กำเบ้อขาว	<i>Mussaenda kerrii</i> Craib	Rubiaceae	21	18.75
18		<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	2	1.79
19	มะยมหิน	<i>Meliosma pinnata</i> Walp.	Sabiaceae	7	6.25
20	เถาว์ลยั้ง	<i>Smilax ovalifolia</i> Roxb.	Smilacaceae	1	0.89
21	แพปันจัน	<i>Eurya acuminata</i> DC. Var. <i>wallichiana</i> Dyer	Theaceae	2	1.79
22	ม้งตาน	<i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth.	Theaceae	2	1.79
23		<i>Thelypteris</i> sp.	Thelypteridaceae	21	18.75
24	อัคคีทวาร	<i>Clerodendrum serratum</i> Moon var. <i>wallichii</i> Clarke	Verbenaceae	1	0.89
25	เครือห้าต่อเจ็ด	<i>Tetrastigma serrulatum</i> (Roxb.) Planch.	Vitaceae	2	1.79
26	ตาเหินไหว	<i>Hedychium ellipticum</i> Buch.-Ham. ex Smith	Zingiberaceae	7	6.25

ตารางผนวกที่ 14 ไม้พุ่มกลางแจ้งที่หายาก 20 แปลงสนทนาม ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ที่	ชื่อพุ่มไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
1	หนาดใหญ่	<i>Blumea balsamifera</i> (L.) DC.	Asteraceae	1	0.81
2	ผักปลาบนา	<i>Cyanotis axillaris</i> Roem. & Schult.	Commelinaceae	4	3.25
3	หญ้าคุมบางเล็ก	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Cyperaceae	1	0.81
4		<i>Humata</i> sp.	Davalliaceae	3	2.44
5		<i>Polystichum</i> sp.	Dryopteridaceae	21	17.07
6	เจตพังคี	<i>Cladogynos orientalis</i> Zipp. ex Span.	Euphorbiaceae	1	0.81
7	หมี่เหม็น	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.	Lauraceae	2	1.63
8	มะขามแป	<i>Archidendron clypearia</i> (Jack) I. C. Nielsen var. <i>clypearia</i>	Leguminosae	3	2.44
9	นูดพระ	<i>Flemingia strobilifera</i> (L.) W. T. Aiton	Leguminosae	1	0.81
10	พุดตาน	<i>Hibiscus mutabilis</i> L.	Malvaceae	1	0.81
11	โคลงเคลง	<i>Melastoma malabathricum</i> L.	Melastomataceae	1	0.81
12	บอระเพ็ด	<i>Tinospora crispa</i> (L.) Hook. F. & Thomson	Minispermaceae	1	0.81
13	ส้มจี	<i>Embelia garciniifolia</i> Wall. ex Miq.	Myrsinaceae	1	0.81
14	ตองกง	<i>Thysanolaena latifolia</i> (Roxb. ex Hornem.) Honda	Poaceae	19	15.45
15		<i>Capillipedium</i> sp.	Poaceae	5	4.07

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ)

ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
16		<i>Pteris tokioi</i> Masam.	Pteridaceae	10	8.13
17	กำเขี้ยว	<i>Mussaenda kerrii</i> Craib	Rubiaceae	28	22.76
18	แพ้น้ำเงิน	<i>Eurya acuminata</i> DC. Var. <i>wallichiana</i> Dyer	Theaceae	1	0.81
19		<i>Thelypteris</i> sp.	Thelypteridaceae	18	14.63
20	พันธุ์เขียว	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl	Verbenaceae	1	0.81

ตารางผนวกที่ 15 ไม้พุ่มกลางแจ้งที่ตัดขยายระยะร้อยละ 40 แปลงสนหนาม ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ที่	ชื่อพุ่มไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
1	สาบหมา	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob.	Asteraceae	12	6.15
2	หนาดใหญ่	<i>Blumea balsamifera</i> (L.) DC.	Asteraceae	28	14.36
3	สาบเสือ	<i>Eupatorium odoratum</i> L.	Asteraceae	1	0.51
4	อุ้น้ำ	<i>Sambucus javanica</i> Reinw. ex Blume	Caprifoliaceae	5	2.56
5	เลี้ยวกุหลาบ	<i>Gynostemma pentaphyllum</i> (Thunb.)	Cucurbitaceae	1	0.51
6	หญ้าคุมบางเล็ก	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Cyperaceae	6	3.08
7		<i>Humata</i> sp.	Davalliaceae	4	2.05
8		<i>Microlepia strigosa</i> (thunb.) Presl.	Dennstaedtiaceae	7	3.59
9		<i>Polystichum</i> sp.	Dryopteridaceae	28	14.36
10	หมีเหม็น	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.	Lauraceae	1	0.51
11	ยมหอม	<i>Toona ciliata</i> M. Roem	Meliaceae	2	1.03
12	ส้มจี	<i>Embelia garciniifolia</i> Wall. ex Miq.	Myrsinaceae	5	2.56
13		<i>Maesa</i> sp.	Myrsinaceae	3	1.54
14	จันทร์ทองเทศ	<i>Fraxinus griffithii</i> C.B. Clarke.	Oleaceae	1	0.51
15		<i>Capillipedium</i> sp.	Poaceae	6	3.08

ตารางผนวกที่ 15 (ต่อ)

ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
16	ตองกง	<i>Thysanolaena latifolia</i> (Roxb. ex Hornem.) Honda	Poaceae	5	2.56
17	ผักไผ่ดอย	<i>Persicaria nepalense</i> Meissn.	Polygonaceae	1	0.51
18		<i>Pteris tokioi</i> Masam.	Polygonaceae	4	2.05
19	ไต่ปี่ใหญ่	<i>Rubus alceifolius</i> Poir.	Rosaceae	6	3.08
20	กำป้อขาว	<i>Mussaenda kerrii</i> Craib	Rubiaceae	9	4.62
21	มะยมหิน	<i>Meliosma pinnata</i> Walp.	Sabiaceae	1	0.51
22	แพ้น้ำจั้น	<i>Eurya acuminata</i> DC. Var. <i>wallichiana</i> Dyer	Theaceae	1	0.51
23		<i>Thelypteris</i> sp.	Thelypteridaceae	36	18.46
24	ไต่ปลา	<i>Debregeasia longifolia</i> (Burm. f.) Wedd.	Urticaceae	1	0.51
25	แปงป่องฟ้า	<i>Valeriana hardwickii</i> wall.	Valerianaceae	21	10.77

ตารางผนวกที่ 16 ไม้พุ่มกลางแจ้งที่หายากในประเทศไทย 60 แปลงสนทนา ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

ที่	ชื่อพืชมะเขือ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
1	สาบหมา	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob.	Asteraceae	10	2.98
2	หนวดใหญ่	<i>Blumea balsamifera</i> (L.) DC.	Asteraceae	53	15.77
3	สาบเสือ	<i>Eupatorium odoratum</i>	Asteraceae	1	0.30
4	หญ้าคุมบางเล็ก	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Cyperaceae	1	0.30
5		<i>Humata</i> sp.	Davalliaceae	2	0.60
6		<i>Microlepia strigosa</i> (thunb.) Presl.	Dennstaedtiaceae	8	2.38
7		<i>Polystichum</i> sp.	Dryopteridaceae	22	6.55
8	เหมือดคากาย	<i>Aporosa villosa</i> (Wall. ex Lindl.) Baill.	Euphorbiaceae	1	0.30
9	หมื่นหมื่น	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.	Lauraceae	1	0.30
10	มะขามแป	<i>Archidendron clypearia</i> (Jack) I. C. Nielsen var. <i>clypearia</i>	Leguminosae	2	0.60
11	มะแปแปป่า	<i>Pueraria stricta</i> Kurz	Leguminosae	1	0.30
12	เลียงผาย	<i>Kydia calycina</i> Roxb.	Malvaceae	2	0.60
13	ขี้ครอก	<i>Urena lobata</i> L.	Malvaceae	1	0.30
14	ยมหอม	<i>Toona ciliata</i> M. Roem	Meliaceae	2	0.60
15	มะเดื่อหอม	<i>Ficus hirta</i> Vahl	Moraceae	1	0.30

ตารางผนวกที่ 16 (ต่อ)

ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	จำนวน	
				ต้น	ร้อยละ
16	ส้มจี๊ด	<i>Embelia garciniifolia</i> Wall. ex Miq.	Myrsinaceae	2	0.60
17	หญ้าขน	<i>Brachiaria mutica</i> (Forsk.) Stapf	Poaceae	100	29.76
18		<i>Capillipedium</i> sp.	Poaceae	33	9.82
19		<i>Pteris tokioi</i> Masam.	Pteridaceae	1	0.30
20	ไข่ปูใหญ่	<i>Rubus alceifolius</i> Poir.	Rosaceae	7	2.08
21	กำเบ้อขาว	<i>Mussaenda kerrii</i> Craib	Rubiaceae	15	4.46
22		<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	1	0.30
23	มะยมหิน	<i>Meliosma pinnata</i> Walp.	Sabiaceae	1	0.30
24	เถาว์ลยั้ง	<i>Smilax ovalifolia</i> Roxb.	Smilacaceae	1	0.30
25		<i>Thelypteris</i> sp.	Thelypteridaceae	51	15.18
26	เขื่องแข้งม้า	<i>Boehmeria chiangmaiensis</i> Yahara	Urticaceae	3	0.89
27	แปงป่องฟ้า	<i>Valeriana hardwickii</i> wall.	Valerianaceae	1	0.30
28	ตาเหินเหว	<i>Hedychium ellipticum</i> Buch.-Ham. ex Smith	Zingiberaceae	12	3.57

ตารางผนวกที่ 17 รายชื่อพรรณไม้พื้นล่างบริเวณแปลงปลูกไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ณ สถานีเกษตรหลวง
อ่างช้าง จังหวัดเชียงใหม่

ที่	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ลักษณะวิสัย
1	กระถินดอย	<i>Acacia confusa</i> Merr.	Leguminosae	ExT
2	พันงู	<i>Achyranthes aspera</i> L.	Amaranthaceae	H
3	เครือข้าวตอก	<i>Aerva sanguinolenta</i> Blume	Amaranthaceae	C
4	สาบหมา	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob.	Asteraceae	ExH
5		<i>Aglaia</i> sp.	Meliaceae	T
6	กางหลวง	<i>Albizia chinensis</i> (Osbeck) Merr.	Leguminosae	T
7	ชำป่า	<i>Alpinia malaccensis</i> (Burm. F.) Roscoe	Zingiberaceae	H
8		<i>Amorphophallus</i> sp.	Araceae	H
9	สารภีป่า	<i>Anneslea fragrans</i> Wall.	Theaceae	ST
10		<i>Annona</i> sp.	Annonaceae	T
11	เหมือดควาย	<i>Aporosa villosa</i> (Wall. ex Lindl.) Baill. <i>Archidendron clypearia</i> (Jack) I. C.	Euphorbiaceae	ST T
12	มะขามแป	Nielsen var. <i>clypearia</i>	Leguminosae	
13	ตาเป็ดตาไก่	<i>Ardisia fulva</i> King & Gamble	Myrsinaceae	S
14	โกฐจุฬาลัมพา	<i>Artemisia pallens</i> Wall. ex Besser	Asteraceae	Ex S
15	อังกาบ	<i>Barleria cristata</i> L.	Acanthaceae	US
16	ส้มกุ้ง	<i>Begonia inflata</i> C. B. Clarke	Begoniaceae	H
17	ฮ่อสะพายควาย	<i>Berchemia floribunda</i> Wall.	Rhamnaceae	C
18	หนาดใหญ่	<i>Blumea balsamifera</i> (L.) DC.	Compositae	S/ST
19	เขืองแข้งม้า	<i>Boehmeria Chiangmaiensis</i> Yahara	Urticaceae	S
20	หญ้าขน	<i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf	Bramineae	ExG
21	ต้างเตื่อ	<i>Brassaiopsis ficifolia</i> Dunn <i>Brassaiopsis gromerulata</i> (Blume)	Araliaceae	ST ST
22	ต้างผา	Regel	Araliaceae	
23	สิวละที่	<i>Bridelia glauca</i> Blume	Euphorbiaceae	ST
24	ชาอัสสัม	<i>Camellia Sinensis</i> Var. <i>assamica</i> (Mast.)	Theaceae	ST
25		<i>Capillipedium</i> sp.	Poaceae	G
26	หญ้ายุ่ง	<i>Capillipedium parviflorum</i> (R.Br.) Stapf	Garmineae	G
27	การบูร	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl	Lauraceae	ExT
28		<i>Cinnamomum</i> sp.	Lauraceae	ExT

ตารางผนวกที่ 17 (ต่อ)

ที่	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ลักษณะวิสัย
29		<i>Citrus sp.</i>	Rutaceae	ExST
30	เจตพังคี	<i>Cladogynos orientalis</i> Zipp. ex Span.	Euphorbiaceae	S
31		<i>Clausena sp.</i>	Rutaceae	S/ST
32	ดีหมี	<i>Cleidion spiciflorum</i> (Burm. f.) Merr	Euphorbiaceae	T
33	ปิ้งขาว	<i>Clerodendrum colebrookianum</i> Walp. <i>Clerodendrum serratum</i> Moon var.	Labiatae	S S
34	อัคคีทวาร	<i>wallichii</i> Clarke	Labiatae	
35	สนหนาม	<i>Cunninghamia lanceolata</i> Hook.	Taxodiaceae	ExT
36	อวแดง	<i>Curcuma sessilis</i> Gage	Zingiberaceae	H
37	ผักปลาบนา	<i>Cyanotis axillaris</i> Roem. & Schult.	Commelinaceae	H
38	หญ้าพันงูแดง	<i>Cyathula prostrata</i> Blume	Amaranthaceae	US
39	ตะไคร้หอม	<i>Cymbopogon nardus</i> Rendle	Gramineae	EXG
40	ไขปลา	<i>Debregeasia velutima</i> Gaudich	Urticaceae	S
41		<i>Diospyros sp.</i>	Ebenaceae	T
42	ว่านหัวสับ	<i>Disporum calcaratum</i> D.Don	Convallariaceae	H
43	กระทุงหมาบ้า	<i>Dregea volubilis</i> (L. f.) Hook. f. <i>Dumasia villosa</i> DC. Var. <i>leipcarpa</i>	Asclepiadaceae	C C
44	แห้วพันชั้น	(Benth.) Baker	Papilionoideae	
45	ส้มจี	<i>Embelia garciniifolia</i> Wall. ex Miq.	Myrsinaceae	ScanS
46	ปอเต่าไห	<i>Enkleia siamensis</i> (Kurz) Nevling	Thymelaeaceae	S
47	ทองหลางป่า	<i>Erythrina subumbrans</i> (Hassk.) Merr. <i>Chromolaena odoratum</i> (L.) R.M.King & H.Rob.	Papilionoideae Compositae	T ExT
48	สาบเสือ	<i>Eurya acuminata</i> DC. Var. <i>wallichiana</i>		S/ST
49	แห้วพันชั้น	Dyer	Theaceae	
50	มะเดื่อหอม	<i>Ficus hirta</i> Vahl	Moraceae	S/ST
51	มะเดื่อปล้อง	<i>Ficus hispida</i> L. F.	Moraceae	ST
52	นูดพระ	<i>Flemingia strobilifera</i> (L.) W. T. Aiton	Papilionoideae	S
53	จันทร์ทองเทศ	<i>Fraxinus griffithii</i> C.B. Clarke.	Oleaceae	T
54	อ้น	<i>Glochidion velutinum</i> Wight	Euphorbiaceae	S/ST
55	เจี๋ยกู่หลาน	<i>Gynostemma pentaphyllum</i> (Thunb.)	Cucurbitaceae	C
56	ขี้วัว	<i>Haldina cordifolia</i> (Roxb.) Ridsdale	Rubiaceae	T

ตารางผนวกที่ 17 (ต่อ)

ที่	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ลักษณะวิสัย
57	ตาเหินไหว	<i>Hedychium ellipticum</i> Buch.-Ham. ex Sm	Zingiberaceae	H
58	พุดตาน	<i>Hibiscus mutabilis</i> L.	Malvaceae	ExST
59		<i>Humata</i> sp.	Davalliaceae	F
60	ผักหนอกช้าง	<i>Hydrocotyle javanica</i> Ponten ex Thunb	Umbelliferae	H
61	หญ้าคา	<i>Imperata cylindrical</i> (L.) P. Beauv.	Graminear	G
62	ป่าหิ้งเม่น	<i>Indigofera squalida</i> Prain	Papilionoideae	S
63	เลียงผ้าย	<i>Kydia calycina</i> Roxb.	Malvaceae	ST
64	พกากรอง	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	ExC
65		<i>Laportea</i> sp. <i>Leucostegia immersa</i> (Wall. ex Hook.)	Urticaceae	H EF
66	กูดหมัก	C.Presl	Davalliaceae	
67		<i>Lindernia</i> sp.	Scrophulariaceae	H
68	เมเปิลหอม	<i>Liquidambar formosana</i> Hance.	Hamamelidaceae	T
69		<i>Lithocarpus</i> sp.	Fagaceae	T
70	หมีเหม็น	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.	Lauraceae	T
71		<i>Litsea</i> sp. <i>Macaranga gigantea</i> (Rchb. F. & Zoll.)	Lauraceae	T T
72	เต้าหลวง	Mull. Arg.	Euphorbiaceae	
73		<i>Maesa</i> sp. <i>Melastoma malabathricum</i> L. Subsp.	Myrsinaceae	ST S
74	โคลงเคลง	Malabathricum	Melastomataceae	
75	มะยมหิน	<i>Meliosma pinnata</i> Walp.	Sabiaceae	T
76		<i>Microlepis strigosa</i> (thunb.) Presl.	Dennstaedtiaceae	C
77	กระทุ่มเนิน	<i>Mitragyna rotundifolia</i> (Roxb.) Kuntze	Rubiaceae	T
78	ตองกาย	<i>Molineria capitulata</i> (Lour.) Herb.	Hypoxidaceae	H
79		<i>Molineria</i> sp.	Hypoxidaceae	H
80	หม่อนหลวง	<i>Morus macroura</i> Miq. <i>Mosla dianthera</i> (Buch-Ham. ex Roxb.)	Moraceae	T H
81	ผักฮ้าน	Maxim.	Labiaceae	
82	กล้วยป่า	<i>Musa acuminata</i> Colla	Musaceae	H
83	แก้มขาว	<i>Mussaenda sanderiana</i> Roxb.	Rubiaceae	ScanS
84	กำเบ้อขาว	<i>Mussaenda kerrii</i> Craib	Rubiaceae	ScanS

ตารางผนวกที่ 17 (ต่อ)

ที่	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ลักษณะวิสัย
85		<i>Neolitsea sp.</i>	Lauraceae	T
86	ผักไผ่ดอย	<i>Persicaria nepalense</i> Meissn.	Polygonaceae	H
87	จะค้ำนง้อก	<i>Piper agyrophyllum</i> Mig.	Piperaceae	C
88	กอมก้อตง	<i>Pogostemon glaber</i> Benth.	Labiaceae	H
89		<i>Polystichum sp.</i>	Dryopteridaceae	ExF
90	นางพญาเสือโคร่ง	<i>Prunus cerasoides</i> D. Don	Rosaceae	T
91		<i>Pteris tokioi</i> Masam.	Pteridaceae	F
92	มะแปบป่า	<i>Pueraria stricta</i> Kurz	Papilionoideae	C
93	ไข่มุกใหญ่	<i>Rubus alceifolius</i> Poir.	Rosaceae	C
94	ป่าฮู้ตง	<i>Rubus dielsianus</i> Focke	Rosaceae	C
95	หนามไข่มุก	<i>Rubus ellipticus</i> Sm.	Rosaceae	C
96		<i>Rubus sp.</i>	Rosaceae	C
97	อุ้นน้ำ	<i>Sambucus javanica</i> Reinw. ex Blume	Caprifoliaceae	S
98	ม้งตาน	<i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth.	Theaceae	T
99	หญ้าคมบางเล็ก	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw. <i>Securinega virosa</i> (Roxb. ex Willd.)	Cyperaceae	H S
100	ก้างปลา	Baill.	Euphorbiaceae	
101	เถาวัลย์ยักษ์	<i>Smilax ovalifolia</i> Roxb.	Smilacaceae	C
102	พินจูเขียว	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl <i>Stenochlaena palustris</i> (Burm. f.)	Verbenaceae	US CF
103	ผักกูดแดง	Bedd.	Pteridaceae	
104	สับเลียด	<i>Stephania pierrei</i> Diels <i>Tetrastigma quadrangulatum</i>	Menispermaceae	C C
105	องุ่นป่า	Gagnep. & Craib <i>Tetrastigma serrulatum</i> (Roxb.)	Vitaceae	
106	เครือห้าต่อเจ็ด	Planch.	Vitaceae	C
107		<i>Thelypteris sp.</i>	Thelypteridaceae	F
108	หนามแน่นแดง	<i>Thunbergia coccinea</i> Wall. ex D. Don	Acanthaceae	C
109	ตองกง	<i>Thysanolaena Maxima</i> Kuntze. <i>Tinospora crispa</i> (L.) Miers ex	Gramineae	G C
110	บอระเพ็ด	Hook.f. & Thomson	Minispermaceae	
111	ยมหอม	<i>Toona ciliata</i> M. Roem	Meliaceae	T
112	ขี้ครอก	<i>Urena lobata</i> L.	Malvaceae	US

ตารางผนวกที่ 17 (ต่อ)

ที่	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ลักษณะวิสัย
113		<i>Urena sp.</i>	Malvaceae	US
114	แปวป้องกัน	<i>Valeriana hardwickii</i> wall.	Valerianaceae	H
115	ถั่วแปบป่า	<i>Vigna angularis</i> (Willd.) Ohwi & Ohwi & Ohashi	Leguminosae	C
116	แข้งกวาง	<i>Wendlandia tinctoria</i> (Roxb) DC.	Rubiaceae	ST



ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ -นามสกุล	นายประทักษ์ พาโคกหม
วัน เดือน ปี ที่เกิด	12 กันยายน 2529
สถานที่เกิด	อำเภอปทุมรัตน์ จังหวัดร้อยเอ็ด
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประวัติการทำงาน	-
แหล่งทุนสนับสนุน	มูลนิธิโครงการหลวง

