คุณสมบัติของดินภายใต้หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร บริเวณพื้นที่บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

ศิริรัตน์ สมประโคน

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการป่าไม้
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2567

คุณสมบัติของดินภายใต้หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร บริเวณพื้นที่บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

ศิริรัตน์ สมประโคน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการป่าไม้
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

คุณสมบัติของดินภายใต้หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร
บริเวณพื้นที่บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

ศิริรัตน์ สมประโคน

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการป่าไม้

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฑีฆา โยธาภักดี)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(อาจารย์ ดร.อิสรีย์ ฮาวปินใจ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยยศ สัมฤทธิ์สกุล)
รักษาการแทนรองอธิการบดี
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง คุณสมบัติของดินภายใต้หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตรบริเวณพื้นที่บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่
ชื่อผู้เขียน นางสาวศิริรัตน์ สมประโคน
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการป่าไม้
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณสมบัติของดินภายใต้หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติดินทางกายภาพและเคมีของดิน รวมถึงความหลากชนิดและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนจากมวลชีวภาพของพรรณไม้ในพื้นที่หย่อมป่าและป่าฟื้นฟูโดยเก็บข้อมูลดินชั้นบน (0-5 เซนติเมตร) และดินชั้นล่าง (20-25 เซนติเมตร) ผลการศึกษา พบว่า ดินชั้นบนค่า pH ของพื้นที่หย่อมป่าเป็นปานกลาง มีค่าเท่ากับ 6.77 ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในพื้นที่หย่อมป่ามีค่ามากที่สุด ทางด้านปริมาณอินทรียวัตถุของพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟูมีค่าสูงกว่าพื้นที่เกษตร เท่ากับร้อยละ 6.65, 5.47 และ 5.02 ตามลำดับ ในดินชั้นล่างสมบัติดินทางเคมีไม่มีความแตกต่างจากดินชั้นบนโดยเฉพาะสมบัติดินทางกายภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์การสำรวจพรรณไม้ในพื้นที่หย่อมป่าและป่าฟื้นฟูจากการวางแปลงขนาด 40 x 40 เมตร เก็บข้อมูลไม้ใหญ่ (Tree) ลูกไม้ (Sapling) และกล้าไม้(Seedling) พบพรรณไม้ในหย่อมป่าทั้งหมด 37 ชนิด 32 สกุล 25 วงศ์ดัชนีความหลากชนิดของไม้ใหญ่ ลูกไม้และกล้าไม้ เท่ากับ 2.61, 2.35 และ 1.98 ความหนาแน่นเท่ากับ 787.50, 2,500.00 และ 17,500 ต้น/เฮกแตร์ เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนีความสำคัญพบไม้ใหญ่เด่น ได้แก่ สัก ประดู่ แดง รัง และผ่าเสี้ยน สำหรับมวลชีวภาพของพรรณไม้ทุกชนิดเท่ากับ 406.78 ตัน/เฮกแตร์และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 191.17 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ ในขณะที่ป่าฟื้นฟูพบพรรณไม้ทั้งหมด 55 ชนิด 48 สกุล 22 วงศ์ดัชนีความหลากชนิดของไม้ใหญ่ ลูกไม้และกล้าไม้เท่ากับ 3.09, 1.93 และ 1.51 ความหนาแน่นเท่ากับ 1,142.50, 781.25 และ 21,000 ต้น/เฮกแตร์เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนีความสำคัญพบไม้ใหญ่เด่น ได้แก่ ขี้เหล็กมะขามเทศ กระถินยักษ์ สัก และสะตอ สำหรับมวลชีวภาพของพรรณไม้ทุกชนิดเท่ากับ 216.45 ตัน/เฮกแตร์และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 101.72 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์

คำสำคัญ : สมบัติดิน, ความหลากหลายทางชีวภาพ, การกักเก็บคาร์บอน, หย่อมป่า, ป่าฟื้นฟู

Title SOIL PROPERTIES UNDER REMNANT FOREST, FOREST RESTORATION, AND AGRICULTURAL AREA IN BOON CHAEM VILLAGE, NAM LAO SUB-DISTRICT, RONG KWANG DISTRICT PHRAE PROVINCE

Author Miss Sirirat Somprakon

Degree Master of Science in Forest Management

Advisory Committee Chairperson Assistant Professor Dr. Thanakorn Lattirasuvan

ABSTRACT

The study aimed to investigate the physical and chemical properties of soil, as well as the diversity and amount of carbon sequestration from the biomass of plant species in remnant forest, forest restoration, and agricultural areas by collecting soil samples from the surface soil (0-5 centimeters) and subsurface soil (20-25 centimeters). The study found that the surface soil in remnant forest had a moderate pH value of 6.77, with the highest values of major nutrients, minor nutrients, and cation exchange capacity. The organic matter content was higher in remnant forest and forest restoration compared to agricultural areas, with percentages of 6.65, 5.47, and 5.02, respectively. The subsurface soil chemical properties showed no significant difference from the surface soil, and the physical properties were not statistically significantly different at the 95 percent level. A flora survey in the remnant forest and forest restoration, using 40 x 40 meters plots to collect data on trees, saplings, and seedlings, found a total of 37 species, 32 genera, and 25 families in remnant forest with diversity indices of 2.61, 2.35, and 1.98 and densities of 787.50, 2,500.00, and 17,500 trees/hectare, respectively. Considering the importance index value, prominent large trees were found including *Tectona grandis*, *Pterocarpus macrocarpus*, *Xylia xylocarpa*, *Shorea siamensis* and *Vitex canescens*. The biomass of all plant species was 406.78 ton/hectare, and carbon sequestration was 191.17 tons carbon/hectare. In forest restoration, 55 species, 48 genera, and 22 families were

found with diversity indices of 3.09, 1.93, and 1.51 and densities of 1,142.50, 781.25, and 21,000 trees/hectare, respectively. Significant trees included *Senna siamea*, *Pithecellobium dulce*, *Leucaena leucocepphala*, *Tectona grandis* and *Parkia speciosa*. The biomass of all plant species was 216.45 tons/hectare, and carbon sequestration was 101.72 tons carbon/hectare.

Keywords : Soil properties, Biodiversity, Carbon storage, Ramnant forest, Forest restoration

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รวมถึง รองศาสตราจารย์ ดร.ทีฆา โยธาภักดี และอาจารย์ ดร.อิสรีย์ ฮาวปินใจ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี นางงาม อาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขงานวิจัย ทำให้การดำเนินการวิจัยเรื่อง คุณสมบัติดินภายใต้หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร บริเวณพื้นที่บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

งานวิจัยนี้ได้รับเงินทุนสนับสนุนการวิจัยจากทุนศิษย์ก้นกุฏิ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีการศึกษา 2565 ขอขอบคุณชาวบ้านบ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ ที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลในพื้นที่ ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่าน เพื่อนสาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ศิริรัตน์ สมประโคน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
สารบัญตารางผนวก ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ 1
ที่มาและความสำคัญ 1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
ขอบเขตของการวิจัย 3
กรอบแนวคิดงานวิจัย 3
นิยามศัพท์ 4
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 5
คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดิน 5
ชนิดป่าและระบบนิเวศป่าไม้ในประเทศไทย 19
โครงสร้างและองค์ประกอบพันธุ์ไม้ในป่าผลัดใบ 22
การฟื้นฟูป่า 25
การประเมินการกักเก็บคาร์บอน 30
บ้านบุญแจ่ม 35

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 37
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 44
สถานที่ดำเนินการวิจัย 44
การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ 45
วัสดุและอุปกรณ์ 45
แผนการดำเนินงาน 46
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 54
ผลการศึกษาสมบัติดินทางกายภาพพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร บริเวณบ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ 54
ผลการศึกษาสมบัติดินทางเคมีพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร 59
ผลการศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในพื้นที่หย่อมป่า และป่าฟื้นฟู 65
ผลการศึกษามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่หย่อมป่า และป่าฟื้นฟู 81
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ 97
สรุปผล 97
ข้อเสนอแนะ 99
บรรณานุกรม 100
ภาคผนวก ดัชนีความสำคัญของพรรณไม้และปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ในพื้นที่หย่อมป่าและป่าฟื้นฟู 106
ประวัติผู้วิจัย 129

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่	45
2	การเปรียบเทียบความแข็งของดินแนวดิ่งในพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร	58
3	ความแข็งของดินแนวนอนบริเวณพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร	59
4	สมบัติดินทางเคมี	62
5	พรรณไม้ทั้งหมดที่พบในพื้นที่หย่อมป่า	67
6	พรรณไม้ทั้งหมดที่พบในพื้นที่ป่าฟื้นฟู	68
7	ลักษณะเชิงปริมาณของสังคมพืชในพื้นที่หย่อมป่าและป่าฟื้นฟู	71
8	ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในพื้นที่หย่อมป่า	72
9	ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับลูกไม้ ที่สำรวจพบในพื้นที่หย่อมป่า	73
10	ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับกล้าไม้ ที่สำรวจพบในพื้นที่หย่อมป่า	74
11	ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของไผ่ที่สำรวจพบในพื้นที่หย่อมป่า	74
12	ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในพื้นที่ป่าฟื้นฟู	75
13	ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับลูกไม้ ที่สำรวจพบในพื้นที่ป่าฟื้นฟู	76
14	ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับกล้าไม้ ที่สำรวจพบในพื้นที่ป่าฟื้นฟู	77
15	ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของไผ่ที่สำรวจพบในพื้นที่ป่าฟื้นฟู	77
16	มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่หย่อมป่าและป่าฟื้นฟู บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่	84
17	มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ใหญ่ (Tree) ในพื้นที่หย่อมป่า	85
18	มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของลูกไม้ (Sapling) ในพื้นที่หย่อมป่า	86

ตารางที่ **หน้า**

19 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไผ่ (Bamboo) ในพื้นที่หย่อมป่า 87
20 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ใหญ่ (Tree) ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู 87
21 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของลูกไม้ (Sapling) ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู 89
22 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไผ่ (Bamboo) ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู 90
23 มูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ในพื้นที่หย่อมป่า 92
24 มูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู 94

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดงานวิจัย	3
2	ส่วนประกอบของดิน	7
3	วิธีการฟื้นฟูกับระดับความเสื่อมโทรมของป่า	29
4	กระบวนการสังเคราะห์แสง	33
5	การไหลเวียนของคาร์บอนในระบบนิเวศ	35
6	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	43
7	พื้นที่ทำการศึกษาหย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร	44
8	การเก็บข้อมูลดินและตัวอย่างของดิน	47
9	การวางแปลงขนาด 10 x 40 เมตร	48
10	การวางแปลงขนาด 40 x 40 เมตร	49
11	ความแข็งของดินแนวดิ่งในพื้นที่หย่อมป่า	55
12	ความแข็งของดินแนวดิ่งในพื้นที่ป่าฟื้นฟู	56
13	ความแข็งของดินแนวดิ่งในพื้นที่เกษตร	57
14	ผลการวิเคราะห์ปัจจัยดินหย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตรที่ระดับ 0-5 เซนติเมตร	63
15	ผลการวิเคราะห์ปัจจัยดินหย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตรที่ระดับ 20-25 เซนติเมตร	64
16	โครงสร้างสังคมพืชหย่อมป่า	79
17	โครงสร้างสังคมพืชป่าฟื้นฟู	80

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่ **หน้า**

1 ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับ ไม้ใหญ่ที่สำรวจพบในพื้นที่หย่อมป่า 107

2 ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับลูกไม้ที่สำรวจพบในพื้นที่หย่อมป่า 110

3 ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับ ไม้ใหญ่ที่สำรวจพบในพื้นที่ป่าฟื้นฟู 112

4 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ใหญ่ (Tree) ในพื้นที่หย่อมป่า..... 116

5 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของลูกไม้ (Sapling) ในพื้นที่หย่อมป่า 119

6 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ใหญ่ (Tree) ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู 121

7 รายชื่อชนิดพันธุ์ไม้ดั้งเดิม ต่างถิ่น และต่างถิ่นรุกรานที่พบในพื้นที่หย่อมป่าและป่าฟื้นฟู บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ 125

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ในประเทศไทยการทำเกษตรกรรมถือว่ามีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจมีการแข่งขันสูง ทำให้มีความต้องการในการเพิ่มผลผลิตที่มากขึ้น จึงมีการบุกรุกแผ้วถางพื้นที่ป่าธรรมชาติเพื่อทำการเกษตร ทำให้ป่าไม้ของประเทศไทยถูกทำลายลงอย่างรวดเร็ว (จันทร์จิรา และคณะ, 2561) จากข้อมูลของ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) พบว่า ประเทศไทยมีพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกจำนวน 68 ล้านไร่ แต่พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่ดินขาดความอุดมสมบูรณ์และเสื่อมสภาพ ประกอบกับข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดินที่ได้ทำการตรวจสอบคุณภาพดินให้กับเกษตรกรในจังหวัดต่าง ๆ จำนวน 50,000 ราย พบว่าดินส่วนใหญ่ขาดความสมบูรณ์ทางด้านกายภาพและเคมีทำให้ดินในพื้นที่ดังกล่าวไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งดินถือเป็นทรัพยากรที่มีความจำเป็นสำหรับพืชและสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ บนโลก เนื่องจากเป็นแหล่งของน้ำ อากาศ และสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต หากดินที่ใช้เพาะปลูกพืชขาดความอุดมสมบูรณ์หรือมีสมบัติทางกายภาพและเคมีไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก พืชก็จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้หรือเจริญเติบโตได้ไม่ดี โดยทั่วไปสัดส่วนของดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ประกอบด้วย อนินทรียวัตถุ 45% อินทรียวัตถุ 5% น้ำ 25% และอากาศ 25% (โอภาส, 2558) ในการฟื้นฟูป่าควรดำเนินการในพื้นที่ที่จะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อระบบนิเวศเป็นอันดับแรก เช่น การปกป้องแหล่งน้ำ การป้องกันการพังทลายหรือความเสื่อมโทรมของดิน และการเชื่อมป่าที่ตัดขาดจากกัน การฟื้นฟูพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกทำลายไปนั้นจำเป็นต้องอาศัยหลักความคิดทางวิชาการในการดำเนินการ พิจารณาการทดแทนของสังคมพืช (plant succession) ซึ่งสามารถจำแนกตามลักษณะการเกิดได้ 2 ประเภท คือ การทดแทนตามธรรมชาติเป็นการทดแทนของหมู่ไม้ซึ่งเกิดขึ้นเองอาจใช้ระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่และปัจจัยแวดล้อม ในส่วนของการทดแทนภายใต้การจัดการของมนุษย์ คือ การทดแทนโดยการปลูกฟื้นฟูของมนุษย์จากการนำชนิดไม้ที่เติบโตได้ในพื้นที่เปิดโล่งเหมาะกับสภาพพื้นที่ และใกล้เคียงกับไม้เดิมเพื่อช่วยเร่งกระบวนการทดแทนของสังคมพืช ใช้หลักการจัดการและทฤษฎีที่เหมาะสมกับพื้นที่ ต้องมีการศึกษาสภาพสังคมป่าของพื้นที่เดิม ทั้งชนิดพันธุ์ท้องถิ่นและชนิดที่เหมาะสมกับพื้นที่นั้นเพื่อเป็นปัจจัยร่วมกับเวลา (จันทรจิรา และคณะ, 2561)

พื้นที่บ้านบุญแจ่มในอดีตมีการแผ้วถางป่าเพื่อทำเกษตรเชิงเดี่ยวจำนวนมากทำให้พื้นที่มีความเสื่อมโทรมโดยเฉพาะระบบนิเวศป่าไม้และดิน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วดินมักมีความสัมพันธ์ต่อการพัฒนาของระบบนิเวศป่าไม้ ทำให้เกิดการเพิ่มเติมของจำนวนพืช (Schoenholtz et al., 2000) รวมถึงดินยังเป็นแหล่งกักเก็บของน้ำ อากาศ และธาตุอาหารที่สำคัญ อีกทั้งความแข็งของดินมีผลต่อการยึดเหนี่ยวของรากพืช โดยพืชจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีก็ต่อเมื่อมีดินที่ดีและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมทำให้สามารถเพิ่มจำนวนชนิดและจำนวนต้นขึ้นได้ จากการบุกรุกแผ้วถางในปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เมื่อพื้นที่ป่าถูกรบกวนก็จะส่งผลต่อโครงสร้างของดินก่อให้เกิดปัญหาด้านการพังทลายของดินหรือการอัดตัวแข็งของดิน (compact soil) ส่งผลไปถึงคุณภาพ ปริมาณ และอัตราการระบายของน้ำ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ได้คัดเลือกพื้นที่ที่มีรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน ได้แก่ หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร ในพื้นที่หย่อมป่าเดิมมีการแผ้วถางเปิดพื้นที่ป่าเพื่อทำการเกษตร ในเวลาต่อมามีการฟื้นฟูสภาพพื้นที่บางส่วนด้วยวิธีการปลูกแบบไม้สามอย่างประโยชน์สี่อย่างเพื่อการใช้ประโยชน์ของคนในชุมชน จะเห็นได้ว่าพื้นที่ในการศึกษามีการรบกวนก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่อยู่เสมอ ผู้ศึกษาจึงสนใจศึกษาถึงคุณสมบัติของดิน ลักษณะโครงสร้างสังคมพืช และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางในการจัดการพื้นที่ต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมบัติทางด้านกายภาพ และเคมีของดินในพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร บริเวณพื้นที่บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่
2. เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในพื้นที่หย่อมป่า และป่าฟื้นฟู
3. เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนของหย่อมป่า และป่าฟื้นฟู

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำข้อมูลคุณสมบัติของดินทางด้านกายภาพและเคมีที่มีความแตกต่างกันเพื่อจัดการที่ดินอย่างเหมาะสม
2. ทราบถึงข้อมูลความหลากชนิดและโครงสร้างสังคมพืชของพื้นที่หย่อมป่าและป่าฟื้นฟูที่แตกต่างกัน
3. ทราบถึงปริมาณมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่หย่อมป่าและป่าฟื้นฟู เพื่อนำมาเป็นฐานข้อมูลในการจัดการพื้นที่ต่อไป

4. เป็นต้นแบบและฐานข้อมูลที่สำคัญเพื่อเป็นแนวทางในการฟื้นฟูป่าให้มีประสิทธิภาพต่อไป เช่น การคัดเลือกพรรณไม้ และการดูแลพื้นที่ เป็นต้น

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตเชิงพื้นที่

พื้นที่ศึกษาบริเวณหย่อมป่า จำนวน 3 ไร่ ป่าฟื้นฟู จำนวน 5 ไร่ และพื้นที่เกษตร จำนวน 1 ไร่ บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

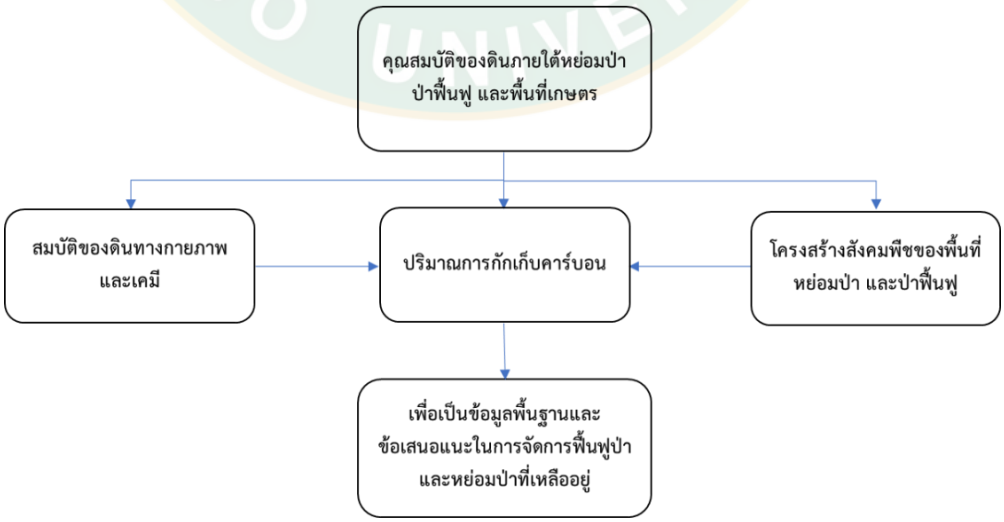
ขอบเขตเชิงเนื้อหา

1. การศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร
2. ลักษณะโครงสร้างสังคมพืช และคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนบริเวณหย่อมป่าและป่าฟื้นฟู

ขอบเขตเชิงระยะเวลา

ระยะเวลาของการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2566

กรอบแนวคิดงานวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

นิยามศัพท์

หย่อมป่า (Remnant forest: RF) หมายถึง พื้นที่ป่าที่ไม่มีการใช้ประโยชน์พื้นที่โดยรอบ มีการทำการเกษตร เลี้ยงปศุสัตว์ รวมถึงการอาศัยอยู่ของคนในชุมชนบ้านบุญแจ่ม

ป่าฟื้นฟู (Forest Restoration: FLR) หมายถึง พื้นที่ที่มีการปลูกฟื้นฟูด้วยวิธีการแบบไม้สามอย่าง ประโยชน์สี่อย่าง เพื่อการใช้ประโยชน์ของคนในชุมชน มีระยะเวลาการฟื้นฟู 8 ปี

พื้นที่เกษตร (Agriculture area: Ag) หมายถึง พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตลอดปี

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากเอกสารที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยทำการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลจากเอกสารบันทึก บทความ วิทยานิพนธ์ และการสืบค้นเอกสารอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องให้ครอบคลุมในเนื้อหาเพื่อใช้อ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูล ดังนี้

1. คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดิน
2. ชนิดป่าและระบบนิเวศป่าไม้ในประเทศไทย
3. โครงสร้างและองค์ประกอบพันธุ์ไม้ในป่าผลัดใบ
4. การฟื้นฟูป่า
5. การประเมินการกักเก็บคาร์บอน
6. บ้านบุญแจ่ม
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดิน

ความสำคัญของดิน

“ดิน” มีความสำคัญต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลก เพราะเป็นแหล่งที่มาของปัจจัยสี่ที่ใช้เพื่อการดำรงชีพ ได้แก่ ที่อยู่อาศัย อาหาร เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค ทั้งทางตรงและทางอ้อม ดินแต่ละพื้นที่ล้วนมีความแตกต่างกันตามปัจจัยในการสร้างตัวของดิน ส่งผลให้ดินมีลักษณะและสมบัติของดินที่แตกต่างกัน การศึกษาเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับดินจำเป็นต้องรู้ถึงลักษณะและสมบัติของดินก่อน โดยเฉพาะสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกพืชและการจัดการดิน ซึ่งลักษณะและสมบัติของดินสำคัญ ๆ เช่น สีของดิน เนื้อดิน โครงสร้างดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน หรือค่าพีเอช (pH) ความลึกของดิน ชั้นดินและการวางตัว สภาพแวดล้อม เป็นต้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556)

ความหมายของดิน

ดิน (Soils) หมายถึง วัตถุตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากการผุพังสลายตัวของหิน และแร่ต่าง ๆ ผสมคลุกเคล้ากันรวมกับอินทรียวัตถุหรืออินทรียสารที่ได้จากการสลายตัวของซากพืช และซากสัตว์จนเป็นเนื้อเดียวกัน มีลักษณะรวมกันเป็นชั้น ๆ (profile) ทำให้ดินเป็นปัจจัยสำคัญต่อการปลูกพืช เนื่องจากมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (โอภาส, 2558)

ดิน ความหมายทางปฐพีวิทยา หมายถึง สิ่งที่ปกคลุมพื้นผิวของโลกอยู่เป็นชั้นบาง ๆ เกิดจากการแปรสภาพหรือการผุพังสลายตัวของหินและแร่ผสมคลุกเคล้ากันรวมกับอินทรียวัตถุที่เกิดจากการเน่าเปื่อยผุพังของเศษซากพืชและซากสัตว์ที่ทับถมกันอยู่บนดิน เกิดการยึดเกาะตัวกันเป็นเม็ดดินและสะสมอยู่เป็นชั้น ๆ (profile) หมายถึง เทหวัตถุธรรมชาติ โดยมีลักษณะภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศ สิ่งมีชีวิตและระยะเวลาเป็นปัจจัยร่วมที่ควบคุมและกำหนดให้ดินในแต่ละพื้นที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจงและมีความแตกต่างกันไป (วันเพ็ญ และชนิดา, 2559; บรรเจิด, 2523)

ส่วนประกอบของดิน

ส่วนประกอบและสัดส่วนองค์ประกอบของดิน คือ

1. อนินทรียวัตถุ

อนินทรียวัตถุเป็นแหล่งกำเนิดอาหารของพืช และแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ดิน มีบทบาทสำคัญในการควบคุมเนื้อดิน นอกจากนี้ส่วนของอนุภาคดินเหนียว (clay fraction) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดในการเกิดกระบวนการทางเคมีในดิน

2. อินทรียวัตถุ

เป็นแหล่งกำเนิดธาตุอาหารของพืชและจุลินทรีย์ดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน ควบคุมสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น การระบายน้ำ ความร่วนซุย โครงสร้างดิน และการแลกเปลี่ยนอากาศของดิน

3. น้ำ

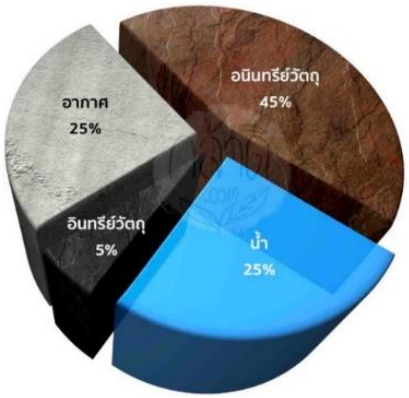
พบว่าอยู่ในช่องระหว่างเม็ดดิน (aggregate) สารเหล่านี้มีตั้งแต่ขนาดใหญ่ เช่น อนุภาคดินเหนียว ออกไซด์ หรือไฮดรอกไซด์ของเหล็กจนไปถึงสารละลาย มีส่วนสำคัญช่วยในการละลายธาตุอาหารต่าง ๆ ในดิน

4. อากาศ

มีความสำคัญในการให้ออกซิเจนแก่รากพืช และในการหายใจของจุลินทรีย์มีคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเมื่อรวมกับน้ำจะได้กรดคาร์บอนิคซึ่งเป็นกรด ความสำคัญในกระบวนการทางเคมีในดิน และเป็นแหล่งให้คาร์บอนแก่อินทรีย์บางชนิดในดินด้วย (โอภาส, 2558)

ดินในอุดมคติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ต้องมีส่วนประกอบที่เป็นของแข็งประมาณร้อยละ 50 โดยปริมาตร ได้แก่ อนินทรียวัตถุร้อยละ 45 และอินทรียวัตถุร้อยละ 5 โดยปริมาตร และส่วนประกอบที่เป็นช่องว่างอีกประมาณร้อยละ 50 โดยปริมาตร จะมีอากาศและน้ำอยู่ในสัดส่วนพอ ๆ กัน คือ ประมาณร้อยละ 25 โดยปริมาตร ซึ่งเป็นการกล่าวถึงส่วนประกอบดินที่อยู่ในบริเวณรากพืชที่คาดว่าจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้เป็นอย่างดี

ส่วนประกอบของดินในความหมายของดินที่เป็นสิ่งปกคลุมผิวโลกหรือดินที่เป็นทรัพยากรแล้ว จะหมายถึงชั้นดินทั้งหมดตั้งแต่ชั้นอินทรียวัตถุที่ผิวดิน จนถึงชั้นล่างสุดที่ความลึก 2 เมตร หรือถึงชั้นหิน หรือเรียกโดยรวมว่า “หน้าตัดดิน” การใช้ประโยชน์ ทรัพยากรดินเพื่อการเพาะปลูกจำเป็นต้องพิจารณาดินทั้งหน้าตัด แม้ว่าชั้นดินบนจะมีส่วนประกอบตามอุดมคติแต่ถ้าลึกเพียง 10 เซนติเมตร ก็ไม่อาจเพาะปลูกพืชให้เจริญเติบโตให้ผลผลิตที่ดีได้ (วันเพ็ญ และชนิดา, 2559)



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบของดิน

ที่มา: สุพรรษา (2560)

สมบัติทางกายภาพของดิน

หมายถึง สมบัติดินที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยตาหรือสัมผัสด้วยมือเช่น เนื้อดิน โครงสร้างดิน ความโปร่งหรือแน่นทึบ สี และความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน เป็นต้น (วันเพ็ญ และชนิดา, 2559; คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527)

ความเสื่อมโทรมของดินทางกายภาพที่สำคัญ คือ การเกิดชั้นดาน เนื่องจากการเกษตรแผนใหม่ได้มีการนำเครื่องมือและเครื่องจักรหนักอย่างมากเข้าไปใช้ในพื้นที่เกษตรกรรม มีการไถพรวนบ่อยทำให้โครงสร้างของดินถูกทำลาย ดินอัดตัวแน่นขึ้น ทำให้เกิดชั้นดานเชื่อมแข็งในชั้นดิน ไถพรวน (plough pan หรือ hard pan) น้ำซึมผ่านลงไปในดินได้ยากเมื่อเวลาฝนตก ดินมีความสามารถดูดซับน้ำได้ลดลงเกิดน้ำเอ่อที่ผิวหน้าดินมากขึ้น เป็นผลให้เกิดน้ำไหลบ่า (water runoff) ที่ผิวหน้าดินมากขึ้น จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินมากขึ้น (วันเพ็ญ และชนิดา, 2559)

1. เนื้อดิน (Soil texture)

เนื้อดิน หมายถึง ช่วงขนาดของอนุภาคดิน เป็นการอธิบายว่าดินหนึ่ง ๆ มีอนุภาคส่วนใหญ่เป็นอนุภาคที่มีกลุ่มขนาดใหญ่ ปานกลาง หรือเล็ก เนื้อดินครอบคลุมความหมายทั้งในเชิงของปริมาณและคุณภาพ ในเชิงของคุณภาพเนื้อดินจะบอกความรู้สึกว่าหยาบสากมือ หรือละเอียด และลื่นมือ ส่วนในเชิงปริมาณหรือเชิงกลนั้นจะบ่งบอกสัดส่วนที่แน่นอนของดินว่ามีกลุ่มขนาดช่วงหนึ่ง ๆ ในสัดส่วนเท่าไรของน้ำหนักทั้งหมดของเนื้อดินแต่ละที่จะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ตัวเนื้อดินไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชโดยตรง แต่เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนควบคุมสมบัติด้านต่าง ๆ ของดิน เช่น การดูดซับธาตุทั้งที่ไม่ใช่ธาตุอาหารและธาตุอาหารพืช การยึดราก การดูดยึดน้ำ การถ่ายเทอากาศ และการแลกเปลี่ยนก๊าซในช่องว่างในดิน เป็นต้น (บุญมา และคณะ, 2541) ประเภทของเนื้อดินสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มเนื้อดินได้เป็น 4 กลุ่ม มีอยู่ทั้งหมด 12 ชนิด คือ

1.1 กลุ่มดินเหนียวที่มีอนุภาคดินเหนียวตั้งแต่ 40% ขึ้นไป เป็นชนิดของดินเหนียว ดินเหนียวปนทราย และดินเหนียวปนตะกอน

1.2 กลุ่มดินค่อนข้างเหนียว หรือดินร่วนเหนียวมีอนุภาคดินเหนียวตั้งแต่ 20-40% ขึ้นไป เป็นดินร่วนปนดินเหนียว ดินร่วนเหนียวปนตะกอน และดินร่วนเหนียวปนทราย

1.3 กลุ่มดินร่วนที่มีอนุภาคดินเหนียวต่ำกว่า 30% ชนิดของดินเป็นดินร่วน ดินร่วนปนตะกอน และดินตะกอน

1.4 กลุ่มดินทรายมีอนุภาคดินเหนียวต่ำกว่า 20% มีอนุภาคดินทรายมากกว่า 40% ขึ้นไป เป็นดินร่วนปนทราย ดินทรายปนดินร่วน และดินทราย (โอภาส, 2558; ยงยุทธ, 2541)

2. โครงสร้างของดิน (Soil structure)

โครงสร้างดิน หมายถึง องค์ประกอบทางกายภาพของวัตถุที่เป็นดิน ซึ่งแสดงโดยขนาด รูปร่างและการจัดเรียงตัวของอนุภาคส่วนที่เป็นของแข็งของดิน รวมทั้งช่องว่างระหว่างอนุภาค การจัดเรียงตัวของอนุภาคเป็นกลุ่มอนุภาคนั้นทั้งระหว่างอนุภาคปฐมภูมิด้วยกัน และระหว่างกลุ่มอนุภาคด้วยกัน เนื่องจากอนุภาคดินมีรูปร่าง ขนาด และการเรียงตัวที่แตกต่างกัน เป็นผลให้การเกาะยึดกันเป็นไปได้หลายแบบ ก่อให้เกิดเม็ดดินที่มีรูปร่างหลายชนิดไม่แน่นอน ซึ่งบางครั้งไม่สามารถบอกได้ชัดเจน และสารเชื่อมที่ยึดอนุภาคดินให้เกาะยึดกันนั้นไม่คงทนถาวร โครงสร้างของดินจึงเป็นคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย และมีปริมาณการกระจายไม่สม่ำเสมอในหน้าตัดดินและพื้นที่ โดยการเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างดินนี้มีปัจจัยควบคุม คือ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและการจัดการดิน รวมทั้งแรงกระทำเชิงกล สภาวะทางด้านกายภาพและเคมีของดิน

โครงสร้างดินมีความสำคัญต่อการศึกษาดินเป็นอย่างมาก เนื่องจากโครงสร้างดินเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความพรุนของดิน ขนาดของช่องว่าง การจัดเรียงตัว และปริมาณการแพร่กระจายของช่องว่างในดิน จึงมีอิทธิพลต่อการดูดยึดน้ำ และการแทรกซึมของน้ำเขาสู่ผิวดิน (infiltration) และการถ่ายเทอากาศในดิน และมีอิทธิพลต่อสมบัติทางกลไกของดินในเชิงวิศวกรรม (mechanical properties) อีกด้วย (โอภาส, 2558)

ลักษณะโครงสร้างของดินที่ดี คือ ลักษณะของเม็ดดินที่ยึดเกาะกันเป็นก้อนเล็ก ๆ ขนาดเท่าหัวไม้ขีด เล็กกว่าบ้าง หรืออาจโตกว่าบ้างเล็กน้อย อยู่รวมกันอย่างหลวม ๆ ตลอดของชั้นหน้าดินลึกประมาณ 15-20 ซม. (ดินพื้นผิว) เม็ดดินเหล่านี้จะมีความทนทานต่อแรงกระแทกของน้ำฝนหรือการไถพรวนดิน แต่ถ้าหากมีการไถพรวนปลูกพืชเป็นเวลานาน ประกอบกับไม่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มลงไปในดินเลย โครงสร้างดินจะสลายตัว และหมดสภาพไป พวกดินเหนียวจะกลับมาแน่นทึบและแข็งเมื่อดินแห้ง ส่วนดินทรายจะอุ้มน้ำได้น้อยลง ดินจะแห้งเร็วและโปร่งขึ้น ดังนั้นการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้อง คือ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ร่วมกับปุ๋ยเคมี จึงจะเป็นผลดีต่อดินและต่อพืชที่ปลูกมากที่สุด (มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2528)

3. ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density)

ความหนาแน่นรวม หมายถึง สัดส่วนระหว่างมวลของดินขณะที่ดินแห้งสนิทกับปริมาตรทั้งหมด (ปริมาตรของส่วนประกอบทุก ๆ ส่วนรวมกัน) ของดิน

ความหนาแน่นรวมจะได้รับอิทธิพลจากโครงสร้างของดินเป็นอย่างมาก และยังมีความสัมพันธ์กับความพรุน การระบายอากาศ และ infiltration capacity ด้วย สำหรับความหนาแน่นรวมของดินป่าไม้จะผันแปรอยู่ในช่วง 0.2 g cm^{-1} ในชั้นดินอินทรีย์ (organic layer) จนถึง 1.9 g cm^{-1}

ความหนาแน่นรวมของดินมีผลต่อการกระจายขนาดช่องว่างของดินและพลังงานของน้ำ โดยมีความสัมพันธ์แบบแปรผันกลับกับค่าดัชนีการกระจายขนาดช่องว่างในดิน แต่แปรผันตรงกับค่าพลังงานของน้ำขณะรั่วอากาศ

4. ความพรุนรวมของดินและช่องว่างภายในดิน (Porosity and pore volume)

ความพรุนของดิน (Porosity) หมายถึง ปริมาตรของสิ่งที่ไม่ใช่ของแข็งที่ปรากฏในดิน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาตรทั้งหมดของดิน ช่องว่างภายในดินทั้งที่อยู่ระหว่างอนุภาคดินและที่อยู่ระหว่างก้อนดิน ทำหน้าที่ที่สำคัญคือเป็นที่อยู่ของน้ำ ก๊าซไอออน และสารเคมีต่าง ๆ ที่ละลายอยู่กับน้ำในดิน เป็นทางถ่ายเทของน้ำและก๊าซ ทั้งเป็นที่อยู่อาศัยของรากพืชและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในดิน ช่องว่างในดินมีบทบาทสำคัญต่อการดูดยึดน้ำ การระบายน้ำ การถ่ายเทอากาศ ตลอดจนการเติบโตของรากพืชและจุลินทรียดินเป็นอย่างมาก ช่องว่างของดินที่มีขนาดยิ่งเล็กมากแรงในการดูดยึดน้ำยิ่งสูงทำให้น้ำซึมผ่านได้ช้า ในทางตรงกันข้ามช่องว่างที่มีขนาดใหญ่มีแรงดูดยึดน้ำน้อย จึงเป็นที่อยู่ของก๊าซและ

เป็นทางระบายของน้ำในดิน ขนาดของช่องว่างและความต่อเนื่องถึงกันของช่องว่างภายในดินมีบทบาทต่อการถ่ายเทมวลมากกว่าค่าปริมาตรช่องว่างทั้งหมดของดิน ทั้งนี้เพราะขนาดช่องว่างของดินเป็นตัวกำหนดว่าน้ำ และก๊าซจะเคลื่อนที่ผ่านไปได้สะดวกเพียงใด ส่วนความต่อเนื่องถึงกันของช่องว่างภายในดินช่วยให้การกระจายของน้ำไปได้ทั่ว ทำให้การระบายน้ำและการแลกเปลี่ยนก๊าซชนิดต่าง ๆ ระหว่างอากาศภายในดินกับบรรยากาศภายนอกดินเป็นไปได้สะดวก (บุญมา และคณะ, 2541)

5. หน้าตัดดิน (Soil profile)

หน้าตัดดิน หมายถึง ผิวด้านข้างของดินที่ตัดลึกลงไปจากผิวดินในแนวดิ่ง ซึ่งมองเห็นความแตกต่างของชั้นดิน การศึกษาดินและการจำแนกดิน โดยทั่วไปพิจารณาภายในความลึก 200 เซนติเมตร จากผิวดินหรือถึงชั้นหินพื้น ชั้นดานแข็งหรือชั้นเชื่อมแข็งที่รากพืชไม่สามารถชอนไชผ่านลงไปได้ (ยกเว้นตามรอยแตก) ซึ่งภายในความลึกที่พิจารณานั้น ถือว่าจะมีผลโดยตรงและโดยอ้อมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชที่ปลูก (วันเพ็ญ และชนิดา, 2559; วุฒิชาติ และคณะ, 2548)

6. ความชื้นในดิน (Soil moisture)

หมายถึง น้ำซึ่งถูกดูดซับบนผิวอนุภาคดินหรืออยู่ในสภาวะไอน้ำในช่องระหว่างอนุภาคดิน น้ำเหล่านี้สามารถทำให้หมดได้เมื่ออบที่อุณหภูมิ 105-110 ℃ ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

ความสัมพันธ์ระหว่างมวล และปริมาตรขององค์ประกอบของดิน สามารถบ่งชี้ได้ด้วยคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน ได้แก่ ความหนาแน่นดินรวม ความหนาแน่นอนุภาคของดิน และความพรุนรวม ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชอย่างมาก ซึ่งนำไปสู่การจัดการน้ำ และดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (โอภาส, 2558)

สมบัติทางเคมีของดิน

หมายถึง ลักษณะของดินที่เราไม่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสโดยตรง ได้แก่

1. อินทรียวัตถุ (Organic matter) และฮิวมัส (Humus)

อินทรียวัตถุในความหมายของส่วนที่เป็นอินทรียสารทั้งหมดในดิน เกิดจากซากพืชซากสัตว์ที่ตายทับถมลงสู่ดินผ่านกระบวนการของจุลชีพในการย่อยสลายทำให้เกิดการเปลี่ยนภาพอินทรียสารลงสู่ดิน มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลปนดำ คำว่าฮิวมัส หมายถึง อินทรียสารที่ไม่รวมถึงส่วนที่ยังไม่ย่อยสลายหรือที่ย่อยสลายไปบางส่วน ส่วนประกอบของฮิวมัส ฮิวมัสประกอบไปด้วยสารผลิตภัณฑ์มากมายหลายประเภท เกิดจากการย่อยสลายของซากพืชซากสัตว์ในดิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอินทรียวัตถุต้นกำเนิด ตลอดจนการแปรสภาพของสารผลิตภัณฑ์ และการสังเคราะห์ของสารขึ้นมาใหม่

อินทรียวัตถุของดินแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นสารฮิวมิก (humic substances) กับส่วนที่ไม่ใช่สารฮิวมิก (nonhumic substances) ในส่วนสารฮิวมิกเป็นส่วนที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อน คงทนต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์มาก โครงสร้างหลักประกอบด้วย สารประกอบ aromatic compound เป็นแกนหลักทำให้เกิดการสลายตัวได้ยาก บางส่วนมีสารประกอบพวกเพปไทด์ โปรตีน พอลิแซ็กคาไรด์และกรดอะมิโน เข้ามาเกาะเป็นส่วนหนึ่งของโมเลกุล และส่วนที่ไม่ใช่สารฮิวมิก ได้แก่ สารประกอบประเภทที่มีโครงสร้างโมเลกุลไม่ซับซ้อนเกิดการย่อยสลายได้ง่าย เช่น พวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ปิด กรดอินทรีย์ และกรดอะมิโน เป็นต้น แต่ที่ยังพบในปริมาณค่อนข้างมากในดินเพราะส่วนใหญ่เข้าไปยึดเกาะอยู่กับอนุภาคของดินเหนียว สมบัติโดยทั่วไปและบทบาทของอินทรียวัตถุในดิน มีดังต่อไปนี้

1.1 สีของดิน

อินทรียวัตถุของดินมีสีน้ำตาลเข้มไปจนถึงดำ ดินที่มีอินทรียวัตถุสูงมักจะมีสีคล้ำ สีที่เข้มขึ้นอาจมีส่วนช่วยทำให้อุณหภูมิของดินโดยรวมสูงขึ้น เนื่องจากดินมีสีคล้ำจะดูดกลืน (absorb) รังสีความร้อนได้ดีกว่าดินที่มีสีจาง

1.2 การดูดซับน้ำของอินทรียวัตถุในดิน

อินทรียวัตถุมีความสามารถในการดูดซับน้ำไว้ได้ในปริมาณที่มาก คือ ประมาณ 6-20 เท่าของน้ำหนัก ทั้งนี้เนื่องจากเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็ก และมีลักษณะเป็นสารคอลลอยด์ จึงมีพื้นที่ในการดูดซับน้ำไว้ได้มากเป็นพิเศษ นอกจากนั้นอนุภาคของอินทรียวัตถุยังประกอบกันเป็นโครงสร้างลักษณะคล้ายกับฟองน้ำ มีช่องขนาดเล็กที่ดูดซับน้ำได้ดีอยู่จำนวนมาก การใส่อินทรียวัตถุลงไปในดินจึงมีส่วนช่วยในการเพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินทราย หรือดินเนื้อหยาบ

1.3 การเชื่อมอนุภาคดิน

อินทรียวัตถุในดินเป็นสารประกอบที่มีประสิทธิภาพในการยึดเกาะหรือรวมตัวกับอนุภาคต่าง ๆ ภายในดิน โดยเฉพาะอนุภาคดินเหนียวหรือเซลล์จุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี การจับตัวกันนี้บางส่วนมาจากประจุส่วนที่แตกต่างกันระหว่างอินทรียวัตถุกับดินเหนียว หรือเป็นการยึดเกาะระหว่างประจุลบของทั้งสองอนุภาค โดยมี multivalent cation ต่าง ๆ เป็นตัวเชื่อม นอกจากนี้การสร้างสารเชื่อม โดยจุลินทรีย์ทำให้ดินเหนียวยึดเกาะกันเป็นเม็ดดิน ซึ่งโครงสร้างย่อยที่รวมกลุ่มกันจำนวนมากเกิดโครงสร้างของดินที่สามารถดูดซับน้ำไว้ได้มาก ขณะเดียวกันทำให้ดินมีความร่วนซุย การซึมซาบของน้ำ และการระบายอากาศดีขึ้น

1.4 การละลายน้ำ

ส่วนที่สามารถละลายน้ำได้ของอินทรียวัตถุในดินมีไม่มากนัก ปริมาณที่พบต่ำกว่า 1% อินทรียวัตถุส่วนใหญ่ไม่ละลายน้ำ ดังนั้นการสูญเสียอินทรียวัตถุในดินที่เกิดจากการละลายสูญหายไปกับการชะล้างของน้ำเป็นเพียงส่วนน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณที่สูญเสียจากการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (โอภาส, 2558)

1.5 ความสามารถในการดูดซับแคตไอออน และแอนไอออน

ความสามารถในการดูดซับไอออนของอินทรียวัตถุในดินมีปริมาณสูงมาก โดยทั่วไปการดูดซับอินทรียวัตถุในดินสูงกว่าคลอลอยด์อื่น ๆ ประมาณ 2-30 เท่าในดิน ปริมาณของแคตไอออนที่ถูกดูดซับโดยอินทรียวัตถุอยู่ในช่วงประมาณ 30-90 % ของปริมาณที่ดินดูดซับได้ทั้งหมด ความสามารถในการดูดซับมาจากประจุลบที่มีอยู่จำนวนมากของอินทรียวัตถุ ส่วนใหญ่เกิดจากการ dissociation ของสารประกอบบางกลุ่มโดยเฉพาะ carboxylic group และ phenolic OH group นอกจากความสามารถในการดูดซับแคตไอออน โมเลกุลของอินทรียวัตถุในดินมีประจุบวกอยู่บางส่วน ทำให้มีความสามารถที่จะดูดซับแอนไอออนได้ด้วย ส่วนที่เป็นประจุบวกมักเกิดขึ้นจากกระบวนการเติมโปรตอน (protonation) ของ amine group บนอนุภาคอินทรียวัตถุ ความสามารถในการดูดซับแคตไอออนหรือแอนไอออนของอินทรียวัตถุในดินมีความสำคัญมากในการป้องกันไม่ให้ธาตุอาหารของพืชถูกชะล้างสูญหายไปกับน้ำได้ง่าย

1.6 ความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง pH ในดิน

อินทรียวัตถุในดินมีประจุลบเป็นจำนวนมากสามารถดึงดูดแคตไอออนได้สูง จึงมีผลทำให้ดินที่มีอินทรียวัตถุสูงมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของ pH ในดินได้ดี หรือมี buffering capacity สูงขึ้น ซึ่งอาจแสดงให้เห็นได้ง่าย ๆ ปฏิกิริยานี้เป็น equilibrium reaction ดังนั้น ไม่ว่าจะมีการเพิ่มของสารประกอบที่มีสมบัติเป็นกรดหรือด่างลงไปในดิน ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นทันทีเพื่อรักษาสมดุล โอกาสที่กรดหรือด่างสะสมอยู่ในสารละลายดิน จึงมีน้อยมาก และเป็นเหตุให้ pH ของดินเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ถ้าในดินนั้นมีอินทรียวัตถุสะสมอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม

1.7 แหล่งธาตุอาหารของพืช

การย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินโดยจุลินทรีย์ทำให้ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ถูกปล่อยออกมามาก พืชสามารถนำไปใช้ได้มากขึ้น โดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน ซึ่งอินทรียวัตถุในดินเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญมากของธาตุเหล่านี้ การสลายตัวของอินทรียวัตถุในดินมีผลประโยชน์ทางอ้อมเป็นแหล่งของธาตุอาหารพืชด้วย เพราะกรดอินทรีย์หรือกรดคาร์บอนิกที่เกิดขึ้นจากคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการย่อยสลายสามารถช่วยละลายสารประกอบของธาตุอาหารบางชนิดให้เป็นประโยชน์ต่อพืช และการเกิดสารอินทรีย์ที่มีสมบัติเป็นสารคีเลต

การสลายตัวของอินทรียวัตถุที่รวมตัวกับไอออนของจุลธาตุเป็นโลหะกลายเป็นสารคีเลตเป็นประโยชน์ต่อพืชอย่างมาก

1.8 แหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในดิน

สารอินทรีย์เป็นแหล่งอาหารหรือแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุดสำหรับจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ซึ่งเป็นพวก heterotroph ดังนั้นปริมาณหรือคุณภาพของสารอินทรีย์ จึงมีผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์โดยตรง เช่น การตรึงไนโตรเจน denitrification และการเกิดแก๊สมีเทน (CH) ฯลฯ โดยปกติดินที่ใช้ในการเพาะปลูกทั่วไปมีอินทรียวัตถุที่เป็นแหล่งอาหารหรือแหล่งให้พลังงานแก่จุลินทรีย์อยู่จำกัดไม่เพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ การใส่อินทรียวัตถุลงไปทำให้ประชากรและกิจกรรมของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีผลกระทบต่อเนื่องไปถึงการแปรสภาพของธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดิน (โอภาส, 2558)

2. ความต้องการปูน (Lime requirement)

ความเป็นกรดในดินมีอิทธิพลสำคัญต่อกระบวนการทางเคมี และทางชีวเคมี ตลอดจนความเป็นพิษของแร่ธาตุต่าง ๆ ในดิน ระดับ pH ที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช โดยทั่วไปอยู่ในช่วง 6-7 พืชที่ชอบความเป็นกรด (acidophil) เช่น blueberry, azaleas และ rhododendrons เจริญเติบโตได้ดีในดินที่มี pH<5 พืชหลายชนิดสามารถเจริญได้ดีในดินที่มีความเป็นกรดมากกว่า (pH ต่ำกว่า) เช่น มันเทศ แตงโม และสับปะรด ขึ้นได้ดีในช่วง pH<6 ดังนั้นความต้องการปูน หรือปริมาณของปูนที่ต้องใช้ในการลดความเป็นกรดในดินจะผันแปรได้มากน้อยแล้วแต่ชนิดของพืช

3. ความเป็นด่างของดิน (Soil alkalinity)

ความเป็นด่างของดิน หมายถึง ดินที่มีค่า pH มากกว่า 7.0 เป็นดินที่มีปริมาณโซเดียมที่สูงเกิดขึ้นเมื่อดินมีการสะสมเกลือหรือแคตไอออนที่ไม่เป็นกรด (nonacid cations) ในปริมาณที่มากส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยมีการถูกชะล้างของเกลือน้อย เมื่อเทียบกับการระเหยน้ำของผิวดิน และการคายน้ำของพืช (evapotranspiration) ส่วนใหญ่พบในดินเขตแห้งแล้งหรือกึ่งแห้งแล้ง นอกจากนี้มีอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม

4. ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity)

การวัดปริมาณเกลือในสารละลายที่สกัดจากดินหรือจากน้ำธรรมชาติ ทำได้โดยการวัดความสามารถของสารละลายที่จะทำให้กระแสไฟฟ้าผ่าน ซึ่งคุณสมบัตินี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและชนิดของอนุมูลที่มีอยู่ในสารละลาย และอุณหภูมิ สารประกอบอนินทรีย์ เช่น กรดอินทรีย์ ด่างและเกลือ เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เพราะเมื่ออยู่ในสภาพสารละลายจะแตกตัวให้นำไฟฟ้าได้ ตรงข้ามกับสารอินทรีย์ เช่น น้ำตาล benzene และ sucrose สารเหล่านี้ไม่แตกตัวในน้ำจึงไม่นำไฟฟ้า การนำไฟฟ้าของสารละลายไม่สามารถบอกให้ทราบถึงชนิดของเกลือในสารละลาย บอกเพียงว่ามีการเพิ่มขึ้น

หรือลดลงของเกลือเท่านั้น กล่าวคือ ถ้าค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแสดงว่าเกลือมีปริมาณเพิ่มขึ้น หรือค่าการนำไฟฟ้าลดลงแสดงว่าเกลือในสารละลายมีปริมาณที่ลดลง (โอภาส, 2558)

5. ความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Cation exchange capacity)

ดินที่ทำการเกษตรทั่วไปมีประจุรวมสุทธิเป็นลบ อนุภาคดินจึงสามารถดูดยึดหรือดูดซับแกตไอออนไว้บนพื้นผิวไม่ให้ถูกชะล้างได้ง่ายจากดิน แคตไอออนแต่ละชนิดที่ถูกดูดซับบนผิวดินถูกยึดไว้ด้วยแรงที่ไม่เท่ากัน ปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนแคตไอออนบนผิวอนุภาคดินมีอิทธิพลสำคัญต่อการดูดซับ รวมทั้งสมบัติทางเคมี และทางกายภาพ ตลอดจนการเคลื่อนย้ายสูญหายของธาตุอาหารต่าง ๆ ภายในดิน ขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัย ได้แก่ ชนิดของคอลลอยด์ในดิน (soil colloid) ปริมาณดินเหนียวที่อยู่ในดิน และปริมาณของอินทรียวัตถุในดิน ดินเหนียวที่อยู่ตามธรรมชาติจะสามารถดูดยึดไอออนที่มีประจุบวกไว้ได้

6. ไนโตรเจนในดิน (Soil nitrogen)

ไนโตรเจน โดยทั่วไปอยู่ในรูปสารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์ แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และไนเตรตไอออน ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินมีประมาณ 95-99% อยู่ในรูปของอินทรียวัตถุที่ค่อนข้างอยู่ตัว ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชส่วนใหญ่เป็นสารอนินทรีย์ซึ่งรากพืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ทันที เนื่องจากแอมโมเนียมไนโตรเจนมีประจุบวก และอนุภาคดินมีประจุลบ จึงยึดเกาะกันอย่างเหนียวแน่นทนต่อการชะล้างของน้ำ แต่ง่ายสำหรับรากพืชที่จะดูดนำไปใช้ประโยชน์ ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารเดียวที่ไม่มีแหล่งกำเนิดเดิมมาจากหินแร่ แหล่งที่มาของไนโตรเจนในดินได้มาจากการผุสลายตัวของอินทรียวัตถุหรือสารอินทรีย์ที่เติมลงไปในดิน เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก พืชตระกูลถั่ว เศษพืชอาหารสัตว์ เป็นต้น การขาดไนโตรเจนมีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง รวมถึงการสลายตัวของคลอโรฟิลล์

7. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available phosphorus)

เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากแต่พบอยู่ในดินต่ำมาก เฉลี่ยประมาณ 0.06% ขณะที่ไนโตรเจนมี 0.14 % และโพแทสเซียมมี 0.83 % จำแนกเป็น 2 กลุ่ม คือ อินทรีย์และอนินทรีย์ อินทรีย์ฟอสฟอรัสพบในเศษของพืชและในเนื้อเยื่อจุลินทรีย์ ส่วนฟอสฟอรัสในรูปอนินทรีย์ประกอบด้วย เหล็ก อะพาไทค์ และอะลูมิเนียมฟอสเฟต การที่ให้อินทรียสารมาก ๆ เช่น ปุ๋ยคอก และเศษพืชกับดินที่มีค่า pH สูง ไม่เพียงแต่จะให้ฟอสฟอรัสเท่านั้น แต่เมื่อมีการผุสลายจะได้สารประกอบที่มีสมบัติเป็นกรด ช่วยเพิ่มฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของแร่ธาตุในดินด้วย ข้าวที่ขาดฟอสฟอรัสจะมีการแตกกอน้อย รากพัฒนาช้า การเจริญเติบโตจะหยุดชะงัก ลำต้นผอมบาง ล้มง่าย สร้างเมล็ดน้อยลง เมล็ดแก่ช้ากว่าปกติ และไม่ทนต่ออากาศที่หนาว (โอภาส, 2558)

8. โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium)

โพแทสเซียมส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแร่ เช่น แร่เฟลสปาร์ ไมกา เป็นต้น ประกอบด้วยโพแทสเซียม-อลูมิเนียมซิลิเกต ซึ่งสลายตัวทางเคมีได้ยากจะปลดปล่อยโพแทสเซียมอย่างช้า ๆ แต่มีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณที่พืชต้องการ โพแทสเซียมที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีประมาณ 0.1-2 % ของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน บางส่วนละลายอยู่ในสารละลายดินหรือยึดอยู่กับดินเหนียวหรืออินทรียวัตถุที่แลกเปลี่ยนตำแหน่งกันจึงเป็นโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพราะสามารถถูกแทนที่ด้วยไอออนที่มีประจุบวกเช่น H, Ca และ Mg เป็นการแลกเปลี่ยนที่เร็วและเกิดขึ้นบ่อยครั้ง โพแทสเซียมไอออนที่อยู่ในสารละลายดินบางส่วนถูกพืชดูดไปใช้หรือหายจากการชะล้าง โดยเฉพาะดินเนื้อหยาบในเขตฝนชุก ดินที่ขาดโพแทสเซียมส่วนใหญ่พบในดินกรดที่มีการแลกเปลี่ยนประจุต่ำหรือในดินที่ปริมาณแร่ธาตุดินเหนียวสูง โพแทสเซียมมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง การควบคุมสมดุลไอออน การสังเคราะห์โปรตีน การควบคุมการปิด-เปิดของช่องใบ การกระตุ้นเอนไซม์ในพืช และกระบวนการอื่น ๆ การขาดโพแทสเซียมจะทำให้พืชหยุดการเจริญเติบโต ทำให้ต้นไม่สูงหรือมีลักษณะเป็นพุ่ม อาการของข้าวที่ขาดโพแทสเซียม ลำต้นจะแคระแกร็น (โอภาส, 2558)

การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินภายหลังการทำลายป่าเพื่อใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ

1. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดิน

การแผ้วถางทำลายป่ามีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสมบัติดินทั้งทางกายภาพและทางเคมี โดยทางกายภาพของดินจะหยาบเพิ่มขึ้น ปริมาณทรายหยาบ (coarse sand) จะเพิ่มมากขึ้นขณะที่อนุภาคทรายละเอียด (fine sand) ทรายแป้งและดินเหนียวจะลดลง โดยเฉพาะในระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร เช่น ในสภาพป่าดิบเขาจะมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) แต่เมื่อมีการทำลายป่า เนื้อดินจะเปลี่ยนเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ส่วนระดับที่ 5-15 เซนติเมตร จะมีการสะสมของอนุภาคขนาดเล็กโดยการชะล้างมาจากดินบน ความหนาแน่นรวมและความหนาแน่นอนุภาคของดินจะสูงขึ้น แต่ความพรุนจะลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการเผาความพรุนในดินจะลดลง เนื่องจากไฟทำลายอินทรียวัตถุที่มีในดินจนหมดไป

หลังจากที่ใช้ที่ดินทำการเกษตรเป็นเวลาต่อเนื่องกันนาน ๆ พบว่า การเพาะปลูกทำให้ความพรุนและสัดส่วนของช่องว่างลดลง และทำให้ความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพาะปลูกส่งเสริมให้มีการสูญเสียอินทรียวัตถุไปจากดิน ส่งเสริมให้อนุภาคดินอัดตัวมากขึ้นและส่งเสริมให้เม็ดดินบริเวณผิวดินปะทะกับหยดน้ำฝนโดยตรงมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นผลให้เม็ดดินแตกและดินแน่นทึบมากขึ้น

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติการนำน้ำของดิน

การนำน้ำของดินหลังจากการทำลายป่า พบว่า ดินจะมีการระบายน้ำลดลงจากการศึกษาของบุญมา และคณะ, 2541; Spans et al., 1991 พบว่า ในดินภูเขาไฟเก่ามีการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำจาก 1,000 cm day^{-1} ในสภาพป่าเป็น 50 cm day^{-1} ภายใต้สภาพทุ่งหญ้า และเมื่อเปลี่ยนจากสภาพป่าดิบแล้งธรรมชาติซึ่งดินสามารถดูดซับน้ำได้ 1.50 cm min^{-1} เป็นสวนยางพารา สวนเงาะ สวนทุเรียน และไร่มันสำปะหลัง ดินจะดูดซับน้ำได้น้อยลง เหลือเพียง 1.46, 1.00, 0.95 และ 0.69 cm min^{-1} ตามลำดับ นอกจากนั้นการทำลายป่ายังทำให้สัดส่วนของเม็ดดินที่เสถียรลดลงอีกด้วย ดินป่าซึ่งมีสัดส่วนของเม็ดดินที่เสถียรถึง 80 % มีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน (infiltration rate) สูง เกือบไม่มีน้ำไหลบ่าหน้าดิน แต่เมื่อมีการทำการเกษตรหรือรบกวนดินสัดส่วนของเม็ดดินที่เสถียรจะลดน้อยลงกว่าครึ่งหนึ่ง และเมื่อเปลี่ยนสภาพจากป่าดิบเขาเป็นไร่เลื่อนลอย ค่าดัชนีการกระจายขนาดของช่องว่างในดินชั้น A และ B1 จะเปลี่ยนจาก 0.70 และ 0.84 เป็น 1.24 และ 0.86 ตามลำดับ แต่ดินชั้น B2 และ B3 มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก (บุญมา และคณะ, 2541)

การเก็บตัวอย่างดิน

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์หรือการทำวิจัย เพื่อให้ทราบถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ปริมาณทั้งหมดของธาตุอาหาร สมบัติทางเคมีของดินบางประการ เช่น ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน เกลือในดิน ปริมาณปูนที่ใช้แก้ความเป็นกรดของดิน ตัวอย่างดินที่เก็บมา ถ้าเก็บตัวอย่างไม่ถูกต้องตามหลัก คือ ไม่เป็นตัวแทนที่แท้จริงของดินในพื้นที่นั้น ถึงแม้ว่าจะทำการนำมาวิเคราะห์ละเอียดเพียงใด ผลของการวิเคราะห์ที่ได้ก็ไม่สามารถนำมาใช้ประเมินความอุดมสมบูรณ์ที่ถูกต้อง ดังนั้น วิธีการเก็บตัวอย่างดินจึงต้องดำเนินการให้ถูกตามหลักเกณฑ์ เพื่อตัวอย่างดินที่เก็บนำมาวิเคราะห์จะได้เป็นตัวแทนที่ดีของดินในพื้นที่นั้น ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์ดิน มี 2 ประเภท คือ

1. การเก็บตัวอย่างดินเพื่อใช้ในการจำแนกดิน
2. การเก็บตัวอย่างดินเฉพาะดินบนเพื่อวิเคราะห์สำหรับประเมินธาตุอาหารพืช ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการจัดการดินในการแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับปลูกพืช

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการสำรวจและจำแนกดิน

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการจำแนกดินโดยการขุดหลุมในบริเวณที่กำหนดไว้ โดยการขุดหลุมดินมีขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 2.0 เมตร และลึก 2.0 เมตร (วันเพ็ญ และชนิดา, 2559) หรือถึงชั้นวัสดุที่เป็นหินแข็ง แล้วทำการตกแต่งหน้าตัดดินที่จะศึกษาเพื่อจำแนกแยกชั้นดินวินิจฉัย (diagnostic horizon) การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ โดยการเก็บตัวอย่างดิน 2 รูปแบบ คือ

1. ตัวอย่างของดินที่ถูกรบกวน (Disturbed soil samples)

การเก็บตัวอย่างของดินในลักษณะที่ถูกรบกวน โดยการเก็บตัวอย่างของดินทุกชั้นที่ได้มีการแบ่งชั้นดิน วินิจฉัยหน้าตัดดิน ชั้นดินวินิจฉัยแต่ละชั้นเก็บตัวอย่างดินหนึ่งตัวอย่าง ตัวอย่างละประมาณ 2 กิโลกรัม เพื่อนำไปศึกษาสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางแร่วิทยาในห้องปฏิบัติการลำดับต่อไป

2. ตัวอย่างดินในสภาพธรรมชาติเป็นตัวอย่างดินที่ไม่ได้ถูกรบกวน (Undisturbed soil samples)

การเก็บตัวอย่างของดินในสภาพธรรมชาติเป็นการเก็บตัวอย่างดินที่มีสภาพใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติให้มากที่สุด การเก็บตัวอย่างดินนั้นจำเป็นต้องระมัดระวังอย่างมาก ซึ่งการเก็บตัวอย่างดินด้วยภาชนะเฉพาะ มี 2 ลักษณะ คือ

2.1 การเก็บตัวอย่างของดินด้วยกระบอกกลม (Core) การเก็บตัวอย่างดินแบบกระบอกกลม เพื่อศึกษาสมบัติดินทางกายภาพ ได้แก่ การนำน้ำของดินขณะอิ่มตัว (saturated hydraulic conductivity) และความหนาแน่นรวม (bulk density) การเก็บตัวอย่างดินด้วยกระบอกกลมควรเก็บตัวอย่างของดินอย่างน้อยไม่ต่ำกว่าสองตัวอย่าง เพื่อจะได้ผลการวิเคราะห์ที่เป็นตัวอย่างที่ดีและถูกต้องของดินในสภาพธรรมชาติ

2.2 การเก็บตัวอย่างของดินด้วยกล่องสี่เหลี่ยม (Kubiena box) การเก็บตัวอย่างดิน Kubiena box เพื่อทำการศึกษาด้านจุลสัณฐานดิน ข้อควรคำนึงในการเก็บตัวอย่างดินเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ดินที่ถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือ คือ

2.2.1 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษาจะต้องเป็นตัวแทนของดินนั้น ๆ ตามสภาพภูมิประเทศ

2.2.2 จัดแยกชั้นกำเนิดของดินในแต่ละชั้นจะต้องปฏิบัติให้ถูกต้องตามหลักของวิชาการ

2.2.3 การเก็บตัวอย่างของดินแต่ละชั้นกำเนิดดินที่ถูกต้อง

2.2.4 ควรระมัดระวังการปนเปื้อนของตัวอย่างดินแต่ละชั้นกำเนิดดิน

2.2.5 กำกับ และดูแลป้ายชื่อตัวอย่างของดินให้ถูกต้องกับตัวอย่าง

วิธีการเก็บของตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์ดินทางกายภาพ

หลักในการเก็บตัวอย่างดินโดยการเก็บตัวอย่างดินจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างให้ถูกต้องเพื่อเป็นตัวแทนที่ต้องการทราบสมบัติและความอุดมสมบูรณ์ของดิน การเก็บตัวอย่างให้ได้ตัวอย่างดินที่ดีควรคำนึงถึง

1. ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างที่เหมาะสม

การเก็บตัวอย่างดินสามารถทำได้ตลอดทั้งปี แต่เวลาที่เหมาะสมที่สุด คือ ตอนปลายฤดูปลูกหรือภายหลังจากการเก็บเกี่ยวของพืชผล เพื่อทำให้ทราบถึงสถานการณ์ของดิน เช่น มีธาตุอาหารเหลืออยู่เท่าใด มีความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้นหรือไม่ เป็นต้น เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการแก้ไขปรับปรุงบำรุงดิน และการที่จะให้ปุ๋ยแก่พืชในฤดูกาลถัดไป

2. ความชื้นในดิน

การเก็บตัวอย่างดินจะต้องไม่เก็บตัวอย่างในขณะที่ดินเปียกอยู่มากหรือมีน้ำขังอยู่ในดิน เพราะจะทำให้การคลุกของเคล้าดินเป็นไปได้ไม่ดี ความชื้นที่เหมาะสมต่อการเก็บตัวอย่างดิน สังเกตได้จากการเอาดินที่จะเก็บขึ้นมาบีบและกำดินให้แน่น เมื่อแบมือออกดินจะไม่ติดที่มือ จะจับกันเป็นก้อน และเมื่อบิดออกจะร่วน

3. สถานที่ของการเก็บตัวอย่างดิน

การเก็บตัวอย่างดินจะไม่เก็บตัวอย่างบริเวณที่เป็นบ้านเรือนหรือที่พักอาศัย ใกล้คอกสัตว์หรือบริเวณที่พบปุ๋ยตกค้าง จะทำให้ตัวอย่างที่ได้ไม่เป็นตัวแทนที่ดีของดินในบริเวณที่ต้องการศึกษา

4. เครื่องมือในการเก็บตัวอย่างดิน

4.1 เครื่องมือสำหรับการเจาะ ขุดตัวอย่างของดิน อาจใช้เครื่องมือที่หาได้ทั่วไปตามบ้านเรือน เช่น พลั่ว จอบ เสียม หรือใช้เครื่องมือสำหรับเจาะเก็บตัวอย่างดินเฉพาะ เช่น สว่านเจาะ (soil auger) หลอดเจาะ (soil sampling tube) และกระบอกเจาะ (core type auger) ทั้งนี้แล้วแต่ความเหมาะสมของสภาพดิน และวัตถุประสงค์ในการเก็บ

4.2 ภาชนะสำหรับการเก็บรวบรวมตัวอย่างดินและการบรรจุตัวอย่างของดิน ได้แก่ ถุงพลาสติก ผ้าพลาสติก ถังพลาสติก กล่องกระดาษหรือขวดพลาสติก เครื่องมือที่ใช้เก็บตัวอย่างและบรรจุดินต้องสะอาด ไม่พบดิน ยากำจัดโรคพืช ยาฆ่าแมลง ปุ๋ย และวัชพืช หรือผงสกปรกอื่น ๆ ติดอยู่ แม้จะปะปนเพียงเล็กน้อยก็ทำให้ผลการวิเคราะห์ดินไม่ถูกต้อง

5. ขนาดของแปลงที่เก็บตัวอย่างดิน ขึ้นอยู่กับ

5.1 ลักษณะภูมิประเทศ เช่น สภาพพื้นที่ พื้นที่ลาดชัน หรือราบเรียบ

5.2 ลักษณะดินในภาคสนาม เช่น สีดิน เนื้อดิน ประวัติการใช้ที่ดิน ชนิดของพืชที่ปลูก และวัตถุต้นกำเนิดดิน เป็นต้น

6. การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการจำแนกดินโดยการขุดหลุมในบริเวณที่กำหนดไว้ โดยที่หลุมดินมีขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 2.0 เมตร และลึก 2.0 เมตร หรือถึงชั้นวัสดุที่เป็นหินแข็ง

7. การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ โดยเก็บตัวอย่างดิน 2 แบบ คือ

7.1 ตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน

7.2 ตัวอย่างดินสภาพธรรมชาติ การเก็บตัวอย่างดินด้วยกระบอกกลม (core)

ชนิดป่าและระบบนิเวศป่าไม้ในประเทศไทย

ป่าไม้ในประเทศไทย

ประเภทของป่าไม้จะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับการกระจายของฝน ระยะเวลาที่ฝนตก รวมทั้งปริมาณของน้ำฝนส่งผลให้ป่าแต่ละประเภทมีความชุ่มชื้นที่ต่างกัน โดยสามารถจำแนกแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ป่าประเภทที่ไม่ผลัดใบ (Evergreen) และป่าประเภทที่ผลัดใบ (Deciduous) (ธวัชชัย, 2549)

ป่าประเภทที่ไม่ผลัดใบ (Evergreen)

ป่าประเภทนี้เขียวชอุ่มตลอดทั้งปี เนื่องจากต้นไม้เกือบทุกชนิดที่ขึ้นอยู่เป็นประเภทที่ไม่มีการผลัดใบ ป่าที่จัดอยู่ในประเภทของป่าไม่ผลัดใบ ได้แก่

1. ป่าดงดิบ (Tropical evergreen forest or rain forest)

ป่าดงดิบมีอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศแต่ที่พบมากที่สุด คือ ภาคใต้และภาคตะวันออก ในบริเวณที่มีฝนตกบ่อยครั้งและมีความชื้นมากในท้องที่ภาคอื่น ๆ ซึ่งป่าดงดิบมักกระจายอยู่บริเวณที่มีความชุ่มชื้นมาก เช่น ตามหุบเขาริมแม่น้ำ ห้วย แหล่งน้ำ ลำธาร และบนภูเขา ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็นป่าดงดิบชนิดต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ป่าดิบชื้น (Moist evergreen forest)

เป็นป่ารกทึบเขียวชอุ่มตลอดทั้งปีมักมีพันธุ์ไม้หลายร้อยชนิดขึ้นเบียดเสียดกันอยู่ พบกระจัดกระจายตั้งแต่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 600 เมตร ชนิดไม้ที่สำคัญ ได้แก่ ไม้ตระกูลยางต่าง ๆ เช่น ยางเสียน ยางนา ไม้ชั้นรองพบ พวกไม้ก่อ เช่น ก่อเดือย ก่อน้ำ เป็นต้น

1.2 ป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest)

สภาพป่าอยู่ในพื้นที่ที่ค่อนข้างราบพบความชุ่มชื้นน้อย เช่น ในแถบของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมักอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 300-600 เมตร ชนิดไม้ที่พบสำคัญ ได้แก่ ยางนา ตาเสือ มะค่าโมง กระเบากลัก ตะเคียนแดง และพยอม

1.3 ป่าดิบเขา (Hill evergreen forest)

ป่าชนิดนี้มักเกิดขึ้นบริเวณพื้นที่สูง หรือบนภูเขาที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล ตั้งแต่ 1,000-1,200 เมตรขึ้นไป ไม้ที่พบเป็นพวก Gymnosperm ได้แก่ สนสามพันปีและพวกไม้ขุน นอกจากนี้พบไม้ตระกูลก่อขึ้นอยู่ ไม้ชั้นรองลงมา ได้แก่ สะเดาช้าง เป้ง และขมิ้นต้น (ธวัชชัย, 2549)

2. ป่าสนเขา (Pine forest)

ป่าสนเขาปรากฏตามภูเขาสูงส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 200-1,800 เมตรขึ้นไป ในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อาจพบในพื้นที่สูงจาก ระดับน้ำทะเล 200-300 เมตร ในภาคตะวันออกเฉียงใต้ ป่าสนเขามีลักษณะเป็นป่าโปร่ง ชนิดพันธุ์ไม้ ที่สำคัญ คือ สนสองใบ และสนสามใบ ไม้ชนิดอื่นเป็นพันธุ์ไม้ป่าดิบเขา หรือพันธุ์ไม้ป่าแดงบางชนิด

3. ป่าชายเลน (Mangrove forest)

บางทีเรียกว่า “ป่าเลนน้ำเค็ม” หรือป่าเลน พบต้นไม้ขึ้นอยู่หนาแน่นแต่ละชนิดจะมีราก ค้ำยันและรากหายใจ ป่าชนิดนี้พบตามที่ดินเลนริมทะเลหรือบริเวณปากน้ำแม่น้ำใหญ่ ๆ ซึ่งมีน้ำเค็ม เข้าท่วมถึงในพื้นที่ ภาคใต้พบได้ตามชายฝั่งทะเลทั้งสองด้าน ตามชายทะเลของภาคตะวันออกมีอยู่ ทุกจังหวัดพบมากที่สุด เป็นบริเวณปากน้ำเวฬุ อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี

พันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ตามป่าชายเลน ส่วนมากเป็นพันธุ์ไม้ที่มีขนาดเล็กใช้ประโยชน์สำหรับ การเผาถ่านและการทำฟืน ชนิดไม้ที่มีสำคัญ คือ โกงกาง ถั่วขาว ประสัก ถั่วขำ แสมทะเล ปรง ตะบูน ลำแพน และลำพูน ฯลฯ ไม้พื้นล่างเป็นพวกปรงทะเล ปอทะเล เหงือกปลายหมอ และเป้ง เป็นต้น

4. ป่าพรุหรือป่าบึงน้ำจืด (Swamp forest)

ป่าชนิดนี้พบปรากฏบริเวณที่มีน้ำจืดท่วมขังมาก ดินระบายน้ำได้ไม่ดี ป่าพรุในภาคกลาง มีลักษณะโปร่งและมีชนิดไม้ขึ้นอยู่ห่าง ๆ เช่น สนุ่น จิก ครอเทียน โมกบ้าน หวายโปร่ง หวายน้ำ ระกำ อ้อ และแขม ในภาคใต้ป่าพรุขึ้นตามบริเวณที่มีน้ำขังตลอดทั้งปี ดินป่าพรุที่มีเนื้อที่มากที่สุด อยู่บริเวณจังหวัดนราธิวาส ดินเป็นพีทซึ่งเกิดจากซากพืชผุสลายทับถมกันเป็นระยะเวลานาน ป่าพรุ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ตามบริเวณที่เป็นพรุน้ำกร่อยใกล้ชายฝั่งทะเล ต้นเสม็ดขึ้นอยู่หนาแน่น พื้นที่มีต้นกกชนิดต่าง ๆ เรียก “ป่าพรุเสม็ดหรือป่าเสม็ด” อีกลักษณะเป็นป่าที่พบพันธุ์ไม้ต่าง ๆ มากชนิดขึ้นปะปนกัน

ชนิดพันธุ์ไม้ที่สำคัญของป่าพรุ ได้แก่ จิก โสกน้ำ กันเกรา กระทุ่มน้ำ อินทนิล น้ำหว้า กระทัง หัน โงงัน ไม้พื้นล่างประกอบด้วย หมากแดง หวาย ตะค้าทอง และหมากชนิดอื่น ๆ

5. ป่าชายหาด (Beach forest)

เป็นป่าโปร่งไม่ผลัดใบขึ้นตามบริเวณหาดชายทะเล น้ำไม่ท่วมตามฝั่งดินและชายเขาริมทะเล ชนิดไม้ที่สำคัญที่ขึ้นอยู่ตามหาดชายทะเล เป็นพืชทนเค็ม และลักษณะเป็นไม้พุ่มมีรูปร่างต้นคดงอ ใบหนาแข็ง ได้แก่ หูกวาง ตีนเป็ดทะเล สนทะเล กระทิง โพธิ์ทะเล หยีน้ำ มักพบต้นเตยและ

หญ้าต่าง ๆ ขึ้นอยู่เป็นไม้พื้นล่างตามฝั่งดินและชายเขา พบไม้เกตลำบิด เสมา กระบองเพชร มะค่าแต้ และไม้หนามชนิดต่าง ๆ เช่น ซิงซี่ กำจาย มะดันขอ หนามหัน เป็นต้น (ธวัชชัย, 2549)

ป่าประเภทผลัดใบ (Deciduous)

ชนิดไม้ที่ขึ้นในป่าประเภทนี้เป็นพวกผลัดใบทั้งสิ้น ในฤดูฝนป่าผลัดใบจะมองดูเขียวชอุ่มเมื่อถึงฤดูแล้งต้นไม้ส่วนใหญ่จะผลัดใบทำให้ป่าโปร่งขึ้น และมักเกิดไฟป่าเผาไหม้ใบไม้และต้นไม้เล็ก ๆ ประเภทป่าที่สำคัญที่พบ ได้แก่

1. ป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous forest)

ป่าผลัดใบผสมหรือป่าเบญจพรรณมีลักษณะเป็นป่าโปร่งและมีไม้ไผ่ชนิดต่าง ๆ ขึ้นอยู่กระจัดกระจายทั่วไป ดินมักเป็นดินร่วนปนทราย โดยป่าเบญจพรรณในภาคเหนือมักจะพบไม้สักขึ้นปะปนอยู่ทั่วไปครอบคลุมถึงจังหวัดกาญจนบุรี ในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก พบป่าเบญจพรรณไม่มากนัก พันธุ์ไม้ที่สำคัญได้แก่ สัก มะค่าโมง ประดู่แดง เสลา อ้อยช้าง ตะแบกส้าน ยมหิน ยมหอม สมพง มะเกลือ เก็ดแดง เก็ดดำ ฯลฯ นอกจากนี้พบไม้ไผ่ที่สำคัญ ได้แก่ ไผ่บง ไผ่ป่า ไผ่รวก ไผ่ซาง ไผ่ไร่ เป็นต้น

2. ป่าเต็งรัง (Deciduous dipterocarp forest)

หรือที่เรียกว่าป่าแดง ป่าแพะ ป่าโคก ลักษณะทั่วไปเป็นป่าโปร่ง ตามพื้นป่าจะพบต้นแปรงโจด และหญ้าเพ็ก พื้นที่แห้งแล้งลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย หรือกรวด ลูกรัง พบทั่วไปในที่พื้นที่ราบและภูเขา ภาคเหนือส่วนใหญ่ขึ้นอยู่บนเขาที่มีดินตื้นและแห้งแล้ง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีป่าแดงหรือป่าเต็งรังมากที่สุดตามเนินเขาหรือที่ราบดินทราย พันธุ์ไม้ที่สำคัญ ได้แก่ รัง เต็ง เหียง กราด พลวง พะยอม แต้ว ติ้ว ประดู่ มะค่าแต้ สมอไทย แดง ตะแบกเลือด รกฟ้า แสลงใจ ฯลฯ ไม้พื้นล่างที่พบมาก ได้แก่ หญ้าเพ็ก ปุ่มแป้ มะพร้าวเต่า โจด ปรงและหญ้าชนิดอื่น ๆ

3. ป่าหญ้า (Savannas forest)

ป่าหญ้าอยู่ทุกภาคบริเวณป่าที่ถูกแผ้วถางทำลายพบบริเวณพื้นดินที่ขาดความสมบูรณ์และถูกทิ้งร้าง หญ้าชนิดต่าง ๆ เกิดขึ้นทดแทนและเมื่อถึงหน้าแล้งจะเกิดไฟไหม้ทำให้ต้นไม้บริเวณข้างเคียงได้รับความเสียหาย พื้นที่ป่าหญ้าจึงขยายเพิ่มมากขึ้นทุกปี พืชที่พบมากที่สุด คือ หญ้าคา หญ้าโขมงหญ้าขนตาช้าง หญ้าเพ็กและปุ่มแป้ง บริเวณที่มีความชื้นอยู่บ้าง และมีการระบายน้ำได้ดีมักพบพงและแขมขึ้นอยู่ หรืออาจพบต้นไม้ที่มีความทนไฟขึ้นอยู่ เช่น รกฟ้า ตานเหลือง แต้ว ติ้ว และตับเต่าต้น (ธวัชชัย, 2549)

โครงสร้างและองค์ประกอบพันธุ์ไม้ในป่าผลัดใบ

โครงสร้างและองค์ประกอบพันธุ์ไม้ในป่าผสมผลัดใบ

ป่าผสมผลัดใบชื้นในระดับสูงมักมีเรือนยอดแยกได้เป็น 4 ชั้น รวมทั้งชั้นคลุมดิน คือ ชั้นบนสุด เรียกว่า เรือนยอดชั้นบน (top canopy หรือ crown canopy layer มีความสูงประมาณ 20-35 เมตร ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ เรือนยอดชั้นรอง (secondary canopy หรือ middle crown layer) เป็นชั้นของไม้ขนาดกลางและไม้ไผ่ มีความสูงประมาณ 10-20 เมตร ขึ้นสอดแทรกอยู่ในเรือนยอดชั้นบน ส่วนชั้นที่สามเป็นเรือนยอดของไม้พุ่มและไม้ขนาดเล็ก (shrub and small tree layer) มีความสูงไม่เกิน 5 เมตร ความหนาแน่นของไม้ชั้นนี้ขึ้นอยู่กับความทึบของเรือนยอดชั้นบน และชั้นพื้นป่า (forest floor) เป็นชั้นของพืชคลุมดินหรือไม้ชั้นล่าง (under growth) ซึ่งแปรผันไปตามความหนาแน่นของไม้ชั้นที่อยู่เหนือขึ้นไป ถ้าหากไม้ชั้นบนมีความหนาแน่นมาก พื้นป่ามักโล่งหรือประกอบด้วยเถาวัลย์และพืชล้มลุกที่ทนร่มผสมกับกล้าไม้ แต่ถ้าเรือนยอดชั้นบนค่อนข้างโล่งอาจพบหญ้าขึ้นปกคลุมผิวดินอยู่อย่างหนาแน่น (อุทิศ, 2542)

ป่าผสมผลัดใบในระดับสูงขึ้นมีกระจายอยู่ทางภาคเหนือของประเทศ ไม้เด่นในชั้นเรือนยอดบนสุดเป็นไม้สัก จึงนิยมเรียกกันว่า “ป่าสัก” ส่วนไม้อื่น ๆ ที่ประกอบอยู่ในเรือนยอดชั้นนี้ ได้แก่ เสลา แคง รกฟ้า สมอพิเภก กระพี้เขาควาย ตะเคียนหนู เลียงมัน เป็นต้น เรือนยอดชั้นบนมักไม่แน่นทึบจนเกินไป จึงมีไม้ชั้นรองที่สามารถขึ้นในช่องว่างสอดแทรกอยู่ทั่วไปและอาจก่อปัญหาในการแยกชั้นได้ถ้าหากไม่มีความชำนาญ

เรือนยอดชั้นรองประกอบด้วยไม้ที่มีขนาดความโตปานกลางหลายชนิด ในบางพื้นที่พบไม้ไผ่ผสมอยู่ในชั้นนี้ด้วย พรรณไม้สำคัญเช่น ส้าน ฉนวน กระพี้ กาสามปีก กระโดน อินทนิลบก มะกอกเกลื้อน มะเกลือ คูน และหว้า เป็นต้น

ในชั้นไม้พุ่มและไม้ขนาดเล็กที่พบทั่วไปมีความสูงประมาณ 2-5 เมตร ซึ่งประกอบด้วยพันธุ์ไม้ที่สำคัญเช่น เปล้าหลวง ติ้ว คำแสด ผ่าด้าม กระมอบ ในป่าผสมผลัดใบมักพบไม้ไผ่ขึ้นผสมอยู่ในหลายพื้นที่ ส่วนใหญ่มักเกิดการเชื่อมต่อกันระหว่างไม้ชั้นรองและไม้พุ่ม ชนิดไม้ที่มีการพบบ่อยครั้งได้แก่ ไผ่ซางดอย ไผ่ซางนวล ไผ่หก ไผ่บง ไผ่บงดำ ไผ่ป่า ไผ่ไร่ และไผ่รวก เป็นต้น

เถาวัลย์พบขึ้นปกคลุมในหลายชั้นเรือนยอดที่พบเห็นได้ทั่วไป เช่น กระดูกกบ การเวก กวาวเครือ เครือแมด และเครือออน เป็นต้น (อุทิศ, 2542)

พื้นป่าแปรผันไปตามความหนาแน่นของเรือนยอดชั้นบน ในส่วนที่มีเรือนยอดหนาแน่นมักไม่มีหญ้าปรากฏแต่มักประกอบด้วยลูกไม้และไม้ขนาดเล็กขึ้นผสมกับพืชหัวและพืชล้มลุกอย่างอื่น โดยเฉพาะพืชในวงศ์ Zingiberaceae บุก บุกอีรอก และพืชล้มลุกอื่น ๆ อีกหลายชนิด หากเรือนยอดห่างพื้นป่ามักปกคลุมด้วยหญ้าในสกุลต่าง ๆ ผสมกับเฟิร์นและไม้ล้มลุกอื่น ๆ

ป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้งพบปรากฏในที่แห้งแล้งจัด ดินตื้น เก็บกักน้ำได้ค่อนข้างเลว ในบางพื้นที่มีหินโผล่ทั่วไป โครงสร้างของป่ามีลักษณะเป็นป่าเปิด เรือนยอดไม้ชั้นบนค่อนข้างห่าง มีความหนาแน่นต่ำ โดยทั่วไปเรือนยอดด้านตั้งแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ชั้นบนประกอบด้วยไม้ที่คล้ายคลึงกับป่าผสมผลัดใบระดับสูงขึ้นแต่ไม่มีไม้สักผสมอยู่ด้วย มีความสูงไม่เกิน 20 เมตร ไม้ส่วนใหญ่แคระแกร็นและคดงอด้วยแรงลม ไม้เด่นในสังคมในชั้นเรือนยอด ได้แก่ รกฟ้า ขี้อ้าย แดง งิ้วป่า ขะเจ๊าะ ทิ้งถ่อน อินทนิลบก ผ่าเสี้ยน ตีนนก เป็นต้น ไม้ชั้นรองสูงไม่เกิน 10 เมตร และต่อเนื่องลงถึงชั้นคลุมดิน ชนิดที่สำคัญได้แก่ เปล้า กระมอบ หนามเด็ด กับไม้อื่นอีกหลายชนิด ชั้นพื้นป่ามักปกคลุมด้วยหญ้าในสกุลดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่ค่อนข้างมีความหนาแน่นน้อย ปกคลุมเฉพาะตามซอกหินหรือแอ่งดินผสมอยู่กับเถาวัลย์ขนาดเล็กและพืชล้มลุกที่อายุสั้นชนิดต่าง ๆ ในบางพื้นที่ เช่น เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย สังคมนี้มักมีไผ่รวกขึ้นผสมอยู่ค่อนข้างหนาแน่น กล้วยไม้และไม้ยึดเกาะมีพบได้ทั่วไปตามกิ่งและลำต้นตลอดจนบนก้อนหินขนาดใหญ่ที่ปลอดจากไฟป่า เนื่องจากสังคมชนิดนี้มักต่อเชื่อมกับป่าเต็งรังจึงอาจพบไม้ในสังคมเต็งรังเข้ามาผสมอยู่ด้วย เช่น รัง เหียงหรือพลวง แต่อาจเข้ามาได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งและมีกระจายน้อย

ป่าผสมผลัดใบในระดับต่ำเป็นสังคมป่าผลัดใบที่ปรากฏส่วนใหญ่ในจังหวัดภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางส่วนปกคลุมอยู่บนพื้นดินที่ค่อนข้างชื้นและดินลึก ในบางแห่งของทางภาคเหนือที่มีดินลึกก็อาจพบได้บ้าง ลักษณะโครงสร้างโดยทั่วไปมีสี่ชั้นเรือนยอด เรือนยอดชั้นบนมักมีความสูงเกินกว่า 30 เมตร ไม้เด่นในสังคม ได้แก่ ประดู่ แดง รกฟ้า สมอพิเภก พฤกษ์ มะกล่ำต้น ป่าผสมผลัดใบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งมักมีเสลาเปลือกบางหรือเส้า เป็นไม้เด่น ชั้นรองประกอบด้วยไม้ที่คล้ายคลึงกับป่าผสมผลัดใบในระดับสูงขึ้นแต่ไม่มีไม้สัก ไผ่ปรากฏค่อนข้างหนาแน่นในหลายพื้นที่ชนิดที่สำคัญได้แก่ ไผ่ซางนวล ไผ่ลำมะลอก ไผ่บงคำ ไผ่บง ไผ่ป่า ไผ่ไร่ ไผ่รวก และไผ่ข้าวหลาม เป็นต้น ป่าผสมผลัดใบระดับต่ำที่มีความชื้นสูงโดยเฉพาะที่อยู่ใกล้ลำห้วยมักมีชนิดไม้ในป่าดิบแล้งเข้ามาผสมอยู่ เช่น พะยอม ยางแดง ตะเคียนทอง เป็นต้น (อุทิศ, 2542)

โครงสร้างและองค์ประกอบพันธุ์ไม้ในป่าเต็งรัง

ป่าชนิดนี้แบ่งออกกว้าง ๆ ตามลักษณะของโครงสร้างทางด้านตั้งได้เป็น 2 สังคมย่อย คือ ป่าเต็งรังที่สมบูรณ์และป่าเต็งรังแคระ หากมีการนับป่าสนผสมเต็งรังอยู่ภายใต้สังคมหลักนี้ด้วยอาจกล่าวได้ว่ามี 3 สังคมย่อย การจำแนกในระดับแอสโซซิเอชัน (association) ยึดถือไม้เด่นในชั้นเรือนยอดเป็นหลักจำแนกออกไปได้มากมาย (อุทิศ, 2542)

ลักษณะโครงสร้างป่าเต็งรังที่สมบูรณ์โดยทั่วไปพบเรือนยอด 3 ชั้น เรือนยอดไม่นับพืชในชั้นของพื้นป่า (forest floor) ปรากฏในพื้นที่ที่มีดินลึกและมีความอุดมสมบูรณ์ เรือนยอดชั้นบนมีความสูงประมาณ 20-35 เมตร ไม้เด่นชั้นนี้ประกอบด้วย พลวง เหียง ส่วนเต็ง มักขึ้นผสมกับไม้สองชนิด

ดังกล่าว ปรากฏน้อยที่เป็นไม้เด่นนำ ส่วนยางกราด มีเฉพาะในบางแห่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศเท่านั้น สังคมเต็งรังที่สมบูรณ์พบในที่ราบหรือบนลาดเนินที่มีความชันไม่มากจนเกินไป และดินลึกพบหินปรากฏที่ผิวน้อยหรือไม่มีปรากฏเลย ไม้ใหญ่ที่ขึ้นผสมในชั้นเรือนยอดก่อแพะ ประดู่ ตะคร้อ แดง ทิ้งถ่อน มะกอกเกลื้อน หว้า และมะม่วงป่า เป็นต้น เรือนยอดในชั้นนี้มีช่องว่างกระจัดกระจายทั่วไปทำให้แสงส่องลงถึงพื้นที่ป่าได้ค่อนข้างมาก

เรือนยอดชั้นรองมีความสูงไม่เกิน 20 เมตร เป็นไม้ขนาดกลางขึ้นแทรกอยู่ในช่องว่างของเรือนยอดชั้นบน ชนิดไม้เด่น คือ ตับเต่าต้น มะขามป้อม ยอเถื่อน ยอป่า ติ้ว สมอไทย กระพี้จั่น กระท่อมหมู มะม่วงหัวแมงวัน และกระโดน เป็นต้น แม้พบไม้ชั้นรองเข้ามาแทรกอยู่ในสังคมนี้แล้วก็ตามแต่ยังพบช่องว่างที่ให้แสงตกถึงพื้นได้

เรือนยอดชั้นไม้พุ่มส่วนใหญ่พบความสูงไม่เกิน 7 เมตร เป็นไม้ที่มีขนาดเล็กโดยธรรมชาติบางชนิดเมื่อพบในป่าชนิดอื่นมักเป็นไม้ขนาดกลางแต่เมื่อมาอยู่รวมในสังคมนี้มักแคระแกร็น ได้แก่ แสลงใจ (ตุ่มกาขาว) เหมือดโลด เหมือดแอ กรมเขา และปรงเหลี่ยม ไม้ในชั้นนี้มักขึ้นอยู่ห่าง ๆ ภายใต้เรือนยอดของไม้ใหญ่ หากป่าที่มีช่องว่างมากจะพบไม้ติ้วที่แตกกอเนื่องจากได้รับอิทธิพลของไฟป่า

ไม้พื้นล่างของป่าเต็งรัง ประกอบด้วยพันธุ์ไม้ที่มีสภาพทางนิเวศวิทยาเหมาะสมต่อการดำรงชีพ ในพื้นที่ที่แห้งแล้งและมักพบไฟป่าบ่อยครั้ง ตลอดจนมีการปรับตัวให้เข้ากับฤดูกาลที่มีการแบ่งแยกค่อนข้างชัดเจนระหว่างช่วงของการเจริญเติบโตและช่วงพัก พืชส่วนใหญ่ในชั้นนี้มักสืบพันธุ์ด้วยเมล็ด หัว หน่อใต้ดินหรือการแตกหน่อจากราก ส่วนลำต้นมักตายไปและกลายเป็นเชื้อเพลิงอย่างดี การตอบสนองต่อปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมเป็นไปอย่างรวดเร็ว คือสามารถดำเนินกิจกรรมเพื่อให้ครบวงจรของชีวิตได้ภายในช่วงเวลาอันสั้น พืชที่สำคัญ ได้แก่ ปอเต่าไห้ โจด มหาก่านไผ่เพ็ก ส้มกั้ง เปราะป่า ส้มดิน ผสมกับพืชล้มลุกและหญ้าอีกหลายชนิด ความหนาแน่นของพืชชั้นล่างแปรผันตามปริมาณแสงที่ลอดผ่านเรือนยอดชั้นบนลงมา ส่วนที่เรือนยอดชั้นบนค่อนข้างหนาแน่นและต่อเนื่อง ความหนาแน่นของพืชคลุมผิวดินจะพบน้อย แต่ในส่วนที่ป่ามีเรือนยอดเปิดพืชคลุมดินจะแน่นทึบ

องค์ประกอบของชนิดไม้ในป่าเต็งรังแคระส่วนใหญ่คล้ายกับป่าเต็งรังที่สมบูรณ์ แต่ไม้ที่พบในชั้นเรือนยอดจะเตี้ยกว่ามาก ไม้เด่นในสังคมนี้มีการแปรผันมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของพื้นที่และโอกาสของการเข้ายึดครองในขั้นแรก บนสันเขาสูงที่พบมีหินโผล่มากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีโอกาสพบ รัง เป็นไม้เด่นขึ้นผสมกันเป็นลักษณะป่าที่มีไม้กระจายอยู่ห่าง ๆ ไม้อื่นที่พบได้ในชั้นนี้เช่น กระถินพิมาน แดง ตีนนก แฉลบขาว กระท่อมหมูหรือกระทุ่มเนิน กระโดน กระโดนดิน เต็งหนาม และรัก เป็นต้น ไม้ชั้นรองมีความสูงไม่เกิน 7 เมตร และเชื่อมต่อมาถึงชั้นของพื้นป่า เช่น เหมือดโลด แสลงใจ ผักหวาน และตาลเหลือง เป็นต้น

พื้นป่าส่วนใหญ่ค่อนข้างโล่งเตียนพบพืชในตระกูลขิงข่า (Zingiberaceae) ปรากฏอยู่หลายชนิด เช่น ดอกดิน เปราะป่า กระเจียว ขึ้นผสมกับไม้ล้มลุกและหญ้าที่ปรากฏในป่าเต็งรังสมบูรณ์ แต่เนื่องจากสภาพความแห้งแล้งจัดและมีหินจำนวนมากจึงทำให้พืชชั้นล่างไม่หนาแน่น

ป่าเต็งรังแคระบนยอดเนินที่มีความแห้งแล้งจัดอาจพบไม้เหียง เป็นไม้เด่นแทน รัง ซึ่งขึ้นผสมกับเต็งได้ ทั้งนี้เนื่องจากไม้เหียงมีช่วงความทนทานทางนิเวศวิทยา (amplitude of tolerance) ค่อนข้างมาก พบได้ทั้งในที่ราบที่ดินชื้นจัดขึ้นไปจนพื้นที่แห้งแล้งและมีหินมาก แต่ขนาดของลำต้นจะแปรผันไปตามความแห้งแล้ง (อุทิศ, 2542)

การฟื้นฟูป่า

การฟื้นฟูป่า หมายถึง การสร้างพื้นที่ป่าที่ถูกทำลายให้มีสภาพใกล้เคียงกับพื้นที่ป่าที่เคยมีอยู่เดิมให้มากที่สุด โดยมุ่งเน้นที่จะสนับสนุนกระบวนการพัฒนาตัวเองของระบบนิเวศ ดังนั้นการฟื้นฟูป่าจึงเป็นอะไรที่ซับซ้อนมากกว่าการปลูกป่าธรรมดา (มูลนิธิสืบนาคะเสถียร, 2560)

โดยหลักการ คือ ในระยะแรกเริ่มปลูกพืชเบิกนำที่เหมาะสมต่อพื้นที่ และระยะที่สองเริ่มลงมือดำเนินการเมื่อปัจจัยแวดล้อมมีความเหมาะสมจึงเริ่มลงมือปลูกไม้ดั้งเดิมเสริมเข้าไป การทำเช่นนี้จะช่วยให้อัตราการรอดตายของไม้ดั้งเดิมเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ป่าฟื้นฟูนั้นมีโครงสร้างและองค์ประกอบของชนิดพรรณพืชสมบูรณ์มากขึ้น และสามารถเจริญทดแทนกลับคืนสู่ป่าธรรมชาติดั้งเดิมได้อย่างรวดเร็ว (มารอด, 2555) ตลอดหลายทศวรรษที่ผ่านมาพื้นที่ป่าไม้ของโลกรวมถึงประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและยังคงอยู่ในสภาพที่เสื่อมโทรมจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากรโลก ทำให้มีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ป่าไม้เพื่อการสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ สำหรับการพัฒนาชีวิตและความเป็นอยู่ให้ดีขึ้น ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยเฉพาะการเปลี่ยนพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม เมื่อพื้นที่ป่าถูกทำลายย่อมส่งผลต่อการสูญเสียหน้าที่และการบริการของระบบนิเวศ (function and ecosystem services) ในหลาย ๆ ด้าน คือ

1. การบริการเกื้อหนุน (supporting services) เช่น การหมุนเวียนธาตุอาหาร การผลิตก๊าซออกซิเจน และการกำเนิดดิน เป็นต้น

2. การบริการด้านการให้ประโยชน์ (provision services) เช่น อาหาร เส้นใย ไม้ฟืน และแหล่งน้ำ เป็นต้น

3. บริการด้านการควบคุมกลไก (regulating services) เช่น การควบคุมอุณหภูมิ รักษาความสะอาดของน้ำ และป้องกันน้ำท่วม เป็นต้น

4. บริการด้านวัฒนธรรม (cultural services) เช่น การเป็นแหล่งความรู้ การพักผ่อน และคุณค่าทางจิตใจ เป็นต้น

ระบบนิเวศป่าไม้สูญเสียหน้าที่และการบริการลงย่อมส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติรวดเร็วและรุนแรงมากขึ้น ดังเช่น มหาอุทกภัยครั้งใหญ่ที่เกิดขึ้นเกือบทุกภาคส่วนของประเทศ เมื่อปีที่ผ่านมา ดังนั้นทุกหน่วยงานจึงต้องช่วยกันดำเนินงานเพื่อช่วยให้ป่าเสื่อมโทรม (degraded forest) ฟื้นสภาพกลับมามีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่และบริการได้ดังเดิม วิธีการที่ดีและได้ผลรวดเร็ว คือ การปลูกป่าฟื้นฟู (forest restoration) โดยเฉพาะภายในระบบนิเวศภูเขา (mountain ecosystem) เพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ อย่างไรก็ตามการคัดเลือกกลุ่มพืชเป้าหมายในการปลูกนับว่ามีความสำคัญต่อความสำเร็จของการปลูกป่าเพื่อการฟื้นฟูมาก (ดอกรัก, 2555)

1. ทรัพยากรป่าไม้จัดเป็นทรัพยากรที่สามารถทดแทนได้ด้วยตนเอง (Renewable resource)

พื้นที่ป่าไม้ถูกบุกรุกและรบกวน เมื่อปล่อยทิ้งไว้ระยะหนึ่งก็จะเกิดการเจริญสืบต่อพันธุ์ของพันธุ์ไม้ดั้งเดิม (native species) หรือกลุ่มไม้เนื้อแข็ง โดยเฉพาะป่าถูกทำลาย (deforestation) ที่มีขนาดพื้นที่ไม่กว้างขวางและการรบกวนที่เกิดขึ้นไม่รุนแรงต่อเนื่อง โดยอาจยังเหลืออยู่ในพื้นที่จำนวนมาก ทำให้เกิดการเจริญทดแทนตามธรรมชาติได้ดี อย่างไรก็ตามการทดแทนที่เกิดขึ้นจะต้องใช้เวลาที่ค่อนข้างยาวนาน โดยเฉพาะในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม (degraded forest) ที่มีการบุกรุกเป็นบริเวณกว้างและเกิดการรบกวนจากมนุษย์และธรรมชาติอย่างรุนแรง ทำให้ปัจจัยแวดล้อมที่จำเป็นต่อการตั้งตัวของพันธุ์ไม้ดั้งเดิมเปลี่ยนแปลงไปอย่างช้า ๆ และไม่ส่งเสริมต่อการทดแทนตามธรรมชาติ ประกอบกับพื้นที่ป่าที่ถูกทำลายอย่างรุนแรงอาจไม่มีพันธุ์ไม้ดั้งเดิมหรือส่วนสืบพันธุ์ของพืชหลงเหลืออยู่ โอกาสที่จะฟื้นสภาพกลับมาเป็นสังคมป่าสุดยอดหรือดั้งเดิม (climax forest) เป็นไปได้ยากมากและอาจต้องใช้เวลานาน (ดอกรัก, 2555)

2. การฟื้นฟูป่า (Forest restoration)

เป็นวิธีการที่ดีมากในการช่วยลดระยะเวลาและขั้นตอนการปรับเปลี่ยนปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ เพื่อให้มีความเหมาะสมต่อการสืบต่อพันธุ์ของไม้ดั้งเดิม นอกเหนือจากมาตรการและแผนการดำเนินงานที่ชัดเจนแล้ว แนวทางการปลูกป่าฟื้นฟูที่สำคัญ คือ การปลูกป่าแบบผสมผสานระหว่างโดยการใช้พืชเบิกนำ (pioneer species) หรือไม้โตเร็ว (fast growing species) ร่วมกับพันธุ์พืชดั้งเดิมของพื้นที่ โดยหลักการคือ ในระยะแรกเริ่มปลูกพืชเบิกนำที่เหมาะสมต่อพื้นที่ และระยะที่สองเริ่มลงมือดำเนินการเมื่อปัจจัยแวดล้อมมีความเหมาะสม จึงเริ่มลงมือปลูกไม้ดั้งเดิมเสริมเข้าไป ซึ่งการทำเช่นนี้จะช่วยให้อัตราการรอดตายของไม้ดั้งเดิมเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ป่าฟื้นฟูนั้นมีโครงสร้างและองค์ประกอบของชนิดพรรณพืชสมบูรณ์มากขึ้น และสามารถเจริญทดแทนกลับคืนสู่ป่าธรรมชาติดั้งเดิมได้อย่างรวดเร็ว

พรรณพืชเบิกนำถือว่าเป็นพืชกลุ่มแรกที่เป็นตัวช่วยชักนำไม้ดั้งเดิม ให้กลับเข้ามาเจริญทดแทนตามธรรมชาติ เนื่องจาก พืชเบิกนำส่วนใหญ่มีความต้องการทางนิเวศวิทยา (ecological niche) ที่เหมาะสมต่อพื้นที่ป่าถูกทำลายและป่าเสื่อมโทรม เช่น เป็นพันธุ์พืชที่มีความต้องการแสงสว่างในการตั้งตัวสูง (light demanding species) สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วและส่วนใหญ่เป็นกลุ่มไม้เนื้ออ่อน และเป็นกลุ่มพืชที่มีช่วงอายุสั้นจึงมักปรากฏเป็นหมู่ไม้ที่มีชั้นอายุเดียวในพื้นที่ พันธุ์พืชเบิกนำพบได้ตั้งแต่กลุ่มพืชล้มลุก เช่น สาบเสือ หญ้าคา และหญ้าพง เป็นต้น หรือไม้พุ่มและไม้ต้นขนาดใหญ่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ตามช่วงการจำกัดทางนิเวศวิทยา (ecological amplitude) ของมัน ดังนั้นการคัดเลือกชนิดพืชเบิกนำจึงต้องคำนึงถึงพื้นที่ปลูกป่าฟื้นฟูว่ามีความเหมาะสมต่อชนิดพันธุ์ไม้เบิกนำเพียงใด

อย่างไรก็ตาม การพิจารณานำพืชโตเร็วที่เป็นไม้ต่างถิ่น (Alien species) เข้ามาปลูกป่าเพื่อการฟื้นฟูนั้นต้องคำนึงพฤติกรรมของมันด้วยว่า เป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกราน (invasive alien species) หรือไม่ เพราะหากเป็นพืชต่างถิ่นรุกรานแล้ว การฟื้นฟูป่าเพื่อการอนุรักษ์และคืนสภาพป่าดั้งเดิมให้กับพื้นที่นอกจากจะไม่ประสบความสำเร็จแล้วยังส่งผลยับยั้งการสืบต่อพันธุ์ของไม้ดั้งเดิมในป่าธรรมชาติอีกด้วย เช่น การเลือกปลูกกระถินยักษ์ แม้ว่าจะเป็นพืชโตเร็วที่ช่วยในการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ดี แต่จัดเป็นพืชต่างถิ่นรุกรานที่ศักยภาพสูงมากในการรุกเข้าไปยึดครองและตั้งตัวในพื้นที่ป่าถูกทำลายจนยากต่อการจัดการเพื่อฟื้นฟูสู่สภาพป่าดั้งเดิมของพื้นที่ได้ (ดอกรัก, 2555)

กลยุทธ์ในการฟื้นฟูป่า

การประเมินสภาพเบื้องต้นของพื้นที่มีความจำเป็นอย่างมาก เพราะข้อมูลจะช่วยในการตัดสินใจว่าการเร่งการฟื้นตัวตามธรรมชาติอย่างเดียวเพียงพอสำหรับการทำให้ป่าฟื้นตัวได้ด้วยตัวเองหรือไม่ หรือจำเป็นต้องมีการปลูกต้นไม้เพิ่มเพื่อช่วยในการฟื้นฟู ซึ่งในกรณีที่จำเป็นต้องมีการปลูกเพิ่มเนื่องจากป่าไม่มีศักยภาพในการฟื้นตัวเองได้ ควรมีการพิจารณาเรื่องดังต่อไปนี้

1. ป่าแต่ละชนิดมีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน ดังนั้นวิธีการจัดการเพื่อฟื้นฟูสภาพป่าย่อมมีความแตกต่างกันไปด้วย เช่น การเลือกชนิดพันธุ์ไม้ วิธีปลูก และวิธีดูแลรักษา
2. พรรณไม้ที่นำมาปลูกควรมีอัตราการรอดตายสูง เป็นพืชโตเร็ว ดึงดูดสัตว์ให้เข้ามาในพื้นที่เพื่อช่วยเป็นผู้กระจายเมล็ดต่อไปได้
3. หลังจากการปลูกจะต้องมีการดูแลรักษาต้นไม้ที่ปลูกไป เช่น การกำจัดวัชพืช การทำแนวกันไฟ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ต้องอาศัยความร่วมมือจากชุมชนในบริเวณใกล้เคียง

การที่จะดูแลรักษาป่าที่กำลังฟื้นฟูได้ต้องอาศัยการทำงานร่วมกับชุมชนในบริเวณนั้นช่วยดูแล โดยวิธีการที่ได้ผลที่สุดคือ ชุมชนต้องมีจิตสำนึกในการรักษาป่า เห็นค่าของป่า แต่การที่จะทำให้ทุกคนเห็นคุณค่าของป่านั้นอาจเป็นเรื่องที่ยาก จึงต้องมีสร้างแรงจูงใจให้กับชุมชน นั่นคือการแสดงให้เห็นว่าถ้ามีการรักษาป่าแล้วจะได้รับประโยชน์อะไรจากป่า ซึ่งผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเป็นแรงจูงใจที่สำคัญ อาทิ การได้ผลิตภัณฑ์จากป่าแล้วนำไปขาย รายได้จากการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ซึ่งเมื่อชาวบ้านได้รับประโยชน์จากป่าแล้ว ก็อยากจะรักษาป่าให้สมบูรณ์เพื่อที่จะรักษาประโยชน์เหล่านั้นเอาไว้ (มูลนิธิสืบนาคะเสถียร, 2560)

การกำหนดวัตถุประสงค์

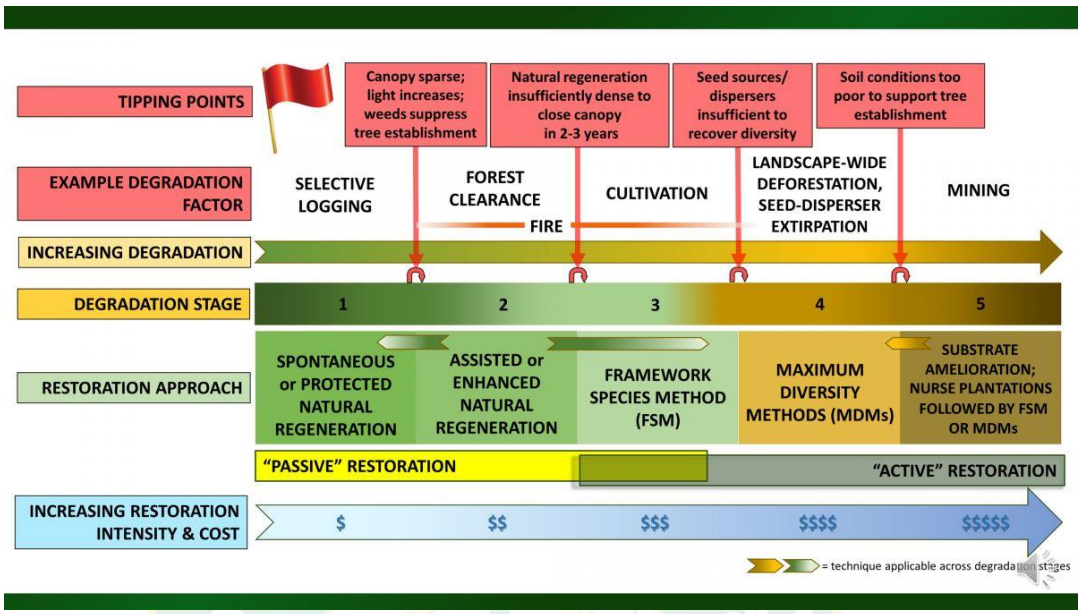
การสำรวจตัวอย่างของระบบนิเวศป่าไม้เป้าหมายเป็นส่วนสำคัญในการกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการโดยใช้แผนที่ภูมิประเทศ, Google Earth หรือโดยการเข้าไปในจุดที่เห็นมุมมองพื้นที่สำหรับลักษณะของป่าอ้างอิง ควรจะเป็นดังต่อไปนี้

1. เป็นพื้นที่ที่มีป่าเสถียร (climax forest) แบบเดียวกับที่ที่จะฟื้นฟู
2. เป็นหนึ่งในป่าที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดที่เหลืออยู่ในบริเวณใกล้เคียง
3. อยู่ใกล้กับพื้นที่ฟื้นฟูให้มากที่สุด
4. มีสภาวะที่คล้ายกันกับพื้นที่ที่ต้องการฟื้นฟู (เช่น ความสูงจากระดับน้ำทะเล ความชัน ทิศด้านลาด ฯลฯ)
5. สามารถเข้าถึงได้สำหรับการสำรวจและ/หรือการเก็บเมล็ดพันธุ์ เป็นต้น

การเลือกพื้นที่สำหรับการฟื้นฟู

การฟื้นฟูป่าในระยะสั้นอาจมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง (แม้ว่าจะคุ้มค่ากว่าการปล่อยให้ความเสื่อมโทรมดำเนินต่อไป) ดังนั้นจึงควรดำเนินการเป็นอันดับแรกในพื้นที่ที่จะเกิดประโยชน์สูงสุดต่อระบบนิเวศ เช่น การป้องกันการพังทลายของดิน การปกป้องแหล่งน้ำ และการเชื่อมป่าที่ตัดขาดจากกัน

การจับคู่วิธีการฟื้นฟูกับระดับความเสื่อมโทรมของป่าไม่เพียงแต่มีความสำคัญทางด้านระบบนิเวศเท่านั้น แต่ยังช่วยประหยัดงบประมาณในการฟื้นฟูได้อีกด้วย สามารถใช้แผนภูมินี้เพื่อระบุ “tipping points” ที่พื้นที่ของคุณและเลือกกลยุทธ์การฟื้นฟูที่เหมาะสมที่สุด (หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549)



ภาพที่ 3 วิธีการฟื้นฟูกับระดับความเสื่อมโทรมของป่า

ที่มา: FORRU (2013)

การฟื้นฟูป่าไม้ในประเทศไทย

จากสภาพปัญหาที่สำคัญของทรัพยากรป่าไม้และสภาพแวดล้อมภายนอกที่มีผลกระทบต่อการจัดการที่ดินป่าไม้ของประเทศไทย สาเหตุหลักของการลดลงของพื้นที่ป่า (Deforestation) และการทำให้ป่าเสื่อมโทรม (Degradation) โดยพบว่า ปัจจุบันจำนวนประชากรในประเทศไทยมีอัตราเพิ่มมากขึ้นพร้อมกับการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจของประเทศอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ประชาชนมีความต้องการใช้ประโยชน์จากป่าไม้มากขึ้นจนเกินขีดความสามารถที่รองรับได้ โดยมีการใช้ประโยชน์จากป่าไม้ในลักษณะต่าง ๆ อาทิ การใช้เป็นที่อยู่อาศัย การตัดไม้เพื่อการค้า การใช้และเผาพื้นที่ป่าเพื่อการเกษตร การใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าเพื่อเป็นพื้นที่สำหรับท่องเที่ยวโดยสร้างเป็นสถานที่ พักผ่อนตากอากาศ สนามกอล์ฟ รวมถึงการซื้อที่ดินเพื่อการเก็งกำไร เป็นต้น นอกจากนี้การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของรัฐ ได้แก่ การสร้างเขื่อน การตัดถนน และการทำแนวสายไฟแรงสูงก็ยังเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการทำลายพื้นที่ป่าเป็นบริเวณกว้าง

สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน สภาพการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ กระแสการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ที่สังคมได้เห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นของทรัพยากรที่เหลืออยู่รวมถึงการฟื้นฟูพื้นที่ให้มีสภาพความเป็นป่าไม้ที่มีความหลากหลายทางชีวิตและความสมบูรณ์ของระบบนิเวศตลอดจนความสมดุลระหว่างการใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์ โดยการกำหนดพื้นที่สีเขียวตาม

ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ร้อยละ 55 แบ่งเป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติร้อยละ 35 ป่าเพื่อการใช้ประโยชน์ ร้อยละ 15 และพื้นที่พักผ่อนหย่อนใจร้อยละ 5 โดยการปลูกและฟื้นฟูป่าในประเทศไทยแบ่งเป็น 3 ประเภทหลัก คือ

1. เชิงอนุรักษ์ เป็นการปลูกฟื้นฟูแบบไม่ต้องปลูก ปลูกเสริมป่า และปลูกทั้งพื้นที่ในรูปแบบเชิงเดี่ยว ผสมผสาน หรือวนเกษตร พื้นที่ในการฟื้นฟูเป็นพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ พื้นที่อนุรักษ์ ป่าต้นน้ำ ป่าชุมชน รวมถึงพื้นที่ของรัฐอื่น ๆ

2. เชิงเศรษฐกิจ คือพื้นที่ป่าที่กำหนดไว้เพื่อการผลิตไม้และของป่าเพื่อประโยชน์ในทางเศรษฐกิจ หรือเขตพื้นที่อื่นใดที่มีความเหมาะสมกับการกำหนดให้เป็นเขตป่าเศรษฐกิจโดยอยู่นอกเขตป่าอนุรักษ์ เช่น พื้นที่สวนป่ายางพารา สวนป่าออป. สวนป่าไม้โตเร็ว พื้นที่เกษตรนอกเขตชลประทาน และโครงการส่งเสริม (กรมป่าไม้) เป็นต้น

3. เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจและแหล่งการเรียนรู้ เพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตเมืองในพื้นที่สาธารณะประโยชน์ ที่ดินของรัฐอื่น ๆ และที่ดินกรรมสิทธิ์ (กรมป่าไม้, 2561)

นอกจากนี้ยังมีการส่งเสริมและพัฒนาการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และจัดการป่าไม้ตามแนวพระราชดำริ เช่น การปลูกป่าสามอย่างประโยชน์สี่อย่าง การปลูกป่าเชิงอนุรักษ์ระบบนิเวศ (มิยาวากิ) การสร้างฝายชะลอความชุ่มชื่น ระบบป่าเปียก การปลูกแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ เป็นต้น

การประเมินการกักเก็บคาร์บอน

การกักเก็บคาร์บอน

หมายถึง กระบวนการดึงคาร์บอนจากชั้นบรรยากาศมาเก็บไว้ในแหล่งเก็บที่ใดที่หนึ่งหรือนำคาร์บอนมาเก็บไว้ โดยพืชสีเขียวทุกชนิดดูดคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศมาเปลี่ยนเป็นพลังงานและกลายเป็นเนื้อไม้ เนื้อไม้โดยทั่วไปมีคาร์บอนอยู่ประมาณ 50% การปลูกต้นไม้เป็นการดึงคาร์บอนมาเก็บไว้ทำให้คาร์บอนในชั้นบรรยากาศลดลง ป่าจึงเป็นแหล่งที่เก็บคาร์บอนที่สำคัญ

ต้นไม้และพืชสีเขียวดูดคาร์บอนไดออกไซด์เก็บไว้เป็นเนื้อไม้ ใบไม้ และดินในป่ามีส่วนช่วยในการเก็บกักคาร์บอนในรูปของรากต้นไม้ที่กำลังเน่าเปื่อยหรือผุพัง ใบไม้และเนื้อไม้ที่กำลังเน่าเปื่อย ผลิตภัณฑ์จากต้นไม้ เช่น กระดาน คาน ประตู เสาเรือน เฟอร์นิเจอร์ ล้วนมีส่วนช่วยในการกักเก็บคาร์บอน แหล่งรวมคาร์บอนในป่าที่พบในต้นไม้ และพืชชั้นล่างต่าง ๆ ที่ยังมีชีวิตอยู่ เรียกว่ามวลชีวภาพในอินทรียวัตถุที่ตายแล้ว (ได้แก่ ไม้ตาย และซากพืชที่ยังสด หรือผุสลายไป) แหล่งเก็บในดิน (มีทั้งอินทรีย์คาร์บอนและอนินทรีย์คาร์บอน เช่น เกลือคาร์บอเนต) และในผลิตภัณฑ์จากไม้ต่าง ๆ (สมศักดิ์, 2559)

การประเมินปริมาณมวลชีวภาพ

เนื่องจากป่าไม้จะมีบทบาททั้งในการทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บ (Link) และแหล่งปลดปล่อย (Source) ก๊าซ CO_2 การกักเก็บหรือดูดซับก๊าซ CO_2 จะผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยพืชทุกชนิดจะนำก๊าซ CO_2 มาใช้ในการปรุงอาหารแล้วเปลี่ยนสภาพเป็นเซลลูโลสและกลายเป็นมวลชีวภาพในที่สุด ซึ่งถือได้ว่าเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการลดก๊าซ CO_2 ในอากาศ ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์ต้นทุน ผลตอบแทน พบว่าทางเลือกในสาขาป่าไม้เพื่อลดก๊าซ CO_2 นั้นเป็นทางเลือกที่ “ไม่มีผลเสีย” ต่อประเทศ และในขณะเดียวกันป่าไม้ก็จะปลดปล่อยก๊าซ CO_2 เข้าสู่บรรยากาศผ่านกระบวนการหายใจ การตาย และการย่อยสลายของเศษซากพืช

ดังนั้นในการลดก๊าซ CO_2 ในภาคป่าไม้ในปัจจุบันจึงต้องมีภารกิจหลักที่ต้องรักษาพื้นที่ป่าเดิมให้คงอยู่พร้อมกับสนับสนุนการปลูกป่าเพิ่มเติม หรือป้องกันรักษาพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมให้ค่อย ๆ ฟื้นตัวเองตามธรรมชาติโดยไม่ให้ถูกรบกวนโดยคน ซึ่งป่าไม้ที่มีอายุน้อยจะมีประสิทธิภาพในการลดก๊าซ CO_2, ในอากาศสูงกว่าป่าไม้ที่มีอายุมาก เนื่องจากพลังงานของดวงอาทิตย์จะถูกตรึงหรือดูดซับโดยพืชสีเขียว โดยใช้ก๊าซ CO_2 และน้ำ (H_2O) เป็นวัตถุดิบในการสร้างผลผลิตดังสมการดังนี้

$$6H_2O + 6CO_2 \xrightarrow[\text{คลอโรฟิลล์}]{\text{แสงแดด}} C_2H_{12}O_6 + 6O_2$$

ซึ่งผลผลิตของ $C_6H_{12}O_6$ ก็คือ น้ำตาลหรือแป้ง ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเซลลูโลสหรือเนื้อไม้ (ชิงชัย, 2546)

ในธรรมชาติสังคมไม้ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา อันเนื่องมาจากการเจริญเติบโตและการตอบสนองต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ โดยที่พืชสีเขียวจะเปลี่ยนแปลงพลังงานจากดวงอาทิตย์มาเป็นพลังงานทางชีวเคมีเพื่อสร้างเนื้อเยื่อโดยขบวนการสังเคราะห์แสง เนื้อเยื่อของพืชที่ได้จากขบวนการนี้ ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เรียกว่า ผลผลิตขั้นปฐมภูมิ และเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นจากขบวนการนี้ต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลา เรียกว่า primary productivity (ชโลธร, 2555; Kvet et al., 1971) โดยมีหน่วยเป็น ตันเฮกแตร์/ปี นอกจากนี้ยังมีขบวนการอีกขบวนการหนึ่งซึ่งเกิดควบคู่ไปกับขบวนการสังเคราะห์แสง คือ ขบวนการที่เผาผลาญอาหาร ส่วนที่พืชผลิตได้เพื่อใช้เป็นพลังงานในการดำรงชีพของพืช เรียกขบวนการนี้ว่า การหายใจ (respiration) ดังนั้นการเพิ่มพูนของเนื้อเยื่อของต้นไม้หรือของหมู่ไม้ จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อขบวนการแรกมีอัตราสูงกว่าขบวนการหลังเหตุนี้จึงแบ่งผลผลิตชั้นปฐมภูมิแยกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) ปริมาณเนื้อเยื่อทั้งหมดที่ได้จากขบวนการสังเคราะห์แสงรวมทั้งส่วนที่สูญเสียไปจากขบวนการหายใจในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เรียกว่า ผลผลิตชั้นปฐมภูมิ

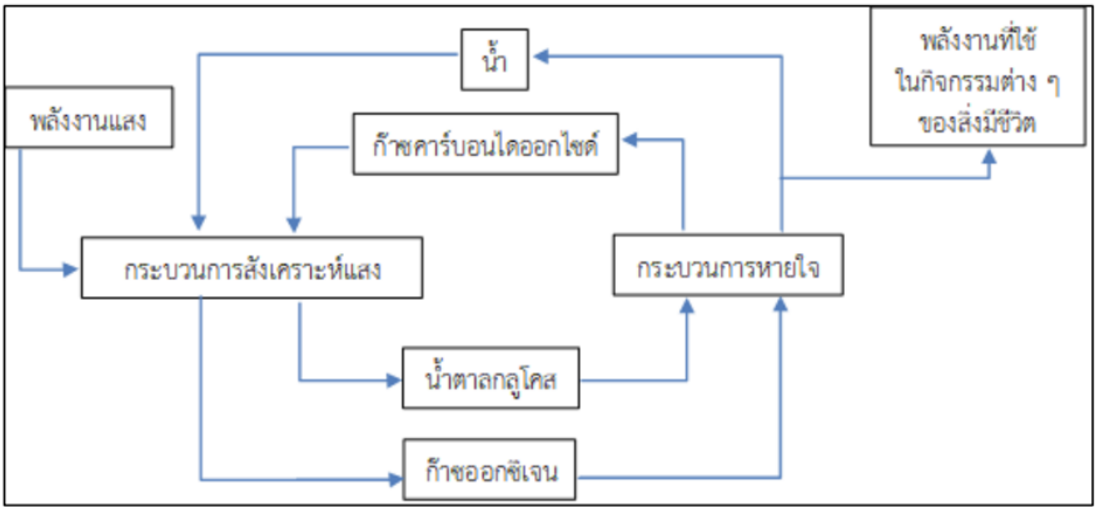
ทั้งหมด (Gross Primary Production: SEP) และ 2) ปริมาณเนื้อเยื่อทั้งหมดที่ได้จากขบวนการสังเคราะห์แสง โดยรวมทั้งส่วนที่สูญเสียไปเนื่องจากขบวนการหายใจ เรียกว่า ผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิ (Nat Primary Production: Nep) ส่วนของเนื้อเยื่อที่เกิดจากการสังเคราะห์แสง และมีหน้าที่ต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือหมู่ไม้ในขณะใดขณะหนึ่งนั้นเรียกวามวลชีวภาพ (biomass) และนิยมวัดออกมาในรูปน้ำหนักแห้ง หรือน้ำหนักแห้งปราศจากขี้เถ้า (ชโลธร, 2555; Chapman & Catlin, 1976) โดยมีค่าเป็นน้ำหนักต่อหน่วยของพืช เช่น ต่อต้น จะมีหน่วยเป็น กิโลกรัม/ต้น หรือต่อหน่วยพื้นที่จะมีหน่วยเป็น กิโลกรัม/ไร่ หรือ ตัน/เฮกแตร์

การประเมินคาร์บอนในมวลชีวภาพคำนวณหาปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในเนื้อไม้ โดยการนำน้ำหนักแห้งของไม้ตัวอย่างคูณด้วยเปอร์เซ็นต์คาร์บอนในเนื้อไม้ จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของไม้ตัวอย่างกับมิติต่าง ๆ ของต้นไม้ในรูปแบบของสมการแอลโลเมทรี แล้วนำสมการที่เหมาะสมที่สุดไปประมาณหาปริมาณคาร์บอนรายต้น ผลรวมของทุกคนคือปริมาณคาร์บอนในแปลงตัวอย่างจากนั้นแปลงค่าเป็นเมตริกตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ (metric ton carbon/hectare, t_C/ha)

รูปแบบของการนำสมการคาร์บอน (Carbon equation) ไปใช้ประมาณปริมาณมวลชีวภาพรายต้น มี 2 รูปแบบ รูปแบบแรก คือ allometric model เป็นรูปแบบที่ใช้กันมากสำหรับการศึกษาในอดีตผ่านมา หมายถึง การนำสมการที่สร้างจากไม้ตัวอย่างในแหล่งอื่นหรือพื้นที่อื่นซึ่งไม่ใช่พื้นที่ที่จะทำการศึกษามาใช้ประมาณมวลชีวภาพ รูปแบบนี้มีข้อเสีย คือ สมการที่ใช้ประมาณค่าได้จากข้อมูลของต้นไม้ในแหล่งอื่น ซึ่งอาจเป็นตัวแทนแสดงลักษณะของพื้นที่ที่ทำการศึกษาหรือไม่ก็ได้ อีกรูปแบบหนึ่งคือ biometric model หมายถึง การประมาณมวลชีวภาพการใช้สมการคาร์บอนที่สร้างขึ้นจากไม้ตัวอย่างในพื้นที่หรือแหล่งเดียวกันกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา มีข้อดีคือสมการจะเป็นตัวแทนที่แสดงลักษณะเฉพาะของต้นไม้ในพื้นที่ที่ทำการศึกษา (ชโลธร, 2555; Nicodemus & Williams, 2004) อีกวิธีหนึ่งในการประมาณค่าคาร์บอนอย่างหยาบ คือ การประมาณว่าปริมาณคาร์บอนมีเท่ากับ 50% ของมวลชีวภาพ หรือน้ำหนักแห้ง ของส่วนต่าง ๆ ของพืช จากการศึกษาที่ผ่านมา มีรายงานว่าปริมาณคาร์บอนในเนื้อไม้ และความหนาแน่นของไม้ (Wood basic density) แปรผันตามชนิดพันธุ์ไม้ถึงแม้ว่าข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณคาร์บอนในเนื้อไม้ของพันธุ์ไม้ชนิดต่าง ๆ จะมีค่ากระจัดกระจายแต่ค่าประมาณที่มีค่า เท่ากับ 0.5 เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางว่าเป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณคาร์บอนต่อน้ำหนักแห้งของไม้ (ชโลธร, 2555; COFORD, 1999) ดังนั้น เมื่อนำค่ามวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของพืชคูณด้วย 0.5 ผลลัพธ์ คือ ปริมาณคาร์บอนของส่วนต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำไปประมาณหามวลชีวภาพรายต้นและต่อพื้นที่ได้

การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือ การยึดคาร์บอนในต้นไม้และผลิตภัณฑ์ของไม้ที่มีอายุการใช้งานที่ยืนยาว ต้นไม้และป่าไม้เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญ ดังนั้นเมื่อต้นไม้เติบโตคาร์บอนจึงถูกกักเก็บอยู่ในราก ลำต้น กิ่งก้าน และใบโดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงและดึงเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศเข้าไปเก็บในมวลชีวภาพของต้นไม้ ดังนั้นคาร์บอนจึงสามารถยึดอยู่กับเนื้อเยื่อของต้นไม้และเนื้อไม้ได้อย่างเสถียรและมีระยะเวลาค่อนข้างยาวนาน (อัศมน และคณะ, 2561; นาฏสุดา, 2547)

กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชในการสังเคราะห์แสงนั้น คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศแพร่ผ่านเข้าสู่พืชทางปากใบ ผ่านช่องว่างระหว่างเซลล์เข้าสู่ผนังเซลล์มีโซฟิลล์ ไซโตพลาสซึมและคลอโรพลาสต์ในที่สุด อัตราการแพร่ผ่านนี้ขึ้นอยู่กับผลต่างของความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศและในใบพืช เราอาจวัดความสามารถของคลอโรพลาสต์ในการที่จะลดความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในใบหรือใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสงได้โดยการหาค่าจุดทดแทนคาร์บอนไดออกไซด์ (CO, compensation point) หมายถึง สภาพสมดุลเมื่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่พืชปล่อยออกมาเนื่องจากการหายใจเท่ากับปริมาณที่แพร่ผ่านเข้าไปเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง (สุกัญญา, 2539; อู่แก้ว, 2531)



ภาพที่ 4 กระบวนการสังเคราะห์แสง

ที่มา: ดัดแปลงจาก อัศมน (2561)

เทคนิคในการวัดปริมาณคาร์บอน

มี 2 เทคนิค คือ วิธีวัดการแลกเปลี่ยนคาร์บอนระหว่างแหล่งเก็บต่าง ๆ ในป่า และระหว่างป่ากับบรรยากาศภายนอก (Flux based approach) และวิธีวัดปริมาณหรือสต๊อกของคาร์บอนโดยตรง (Stock based approach) โดยวัดคาร์บอนในแหล่งเก็บต่าง ๆ ที่มีอยู่ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง วิธีนี้ทำได้ง่ายที่สุด โดยการสำรวจวัดไม้ สองวิธีนี้ควรใช้เสริมกัน (สมศักดิ์, 2559)

1. วิธีวัดการแลกเปลี่ยนคาร์บอน (Flux based approach)

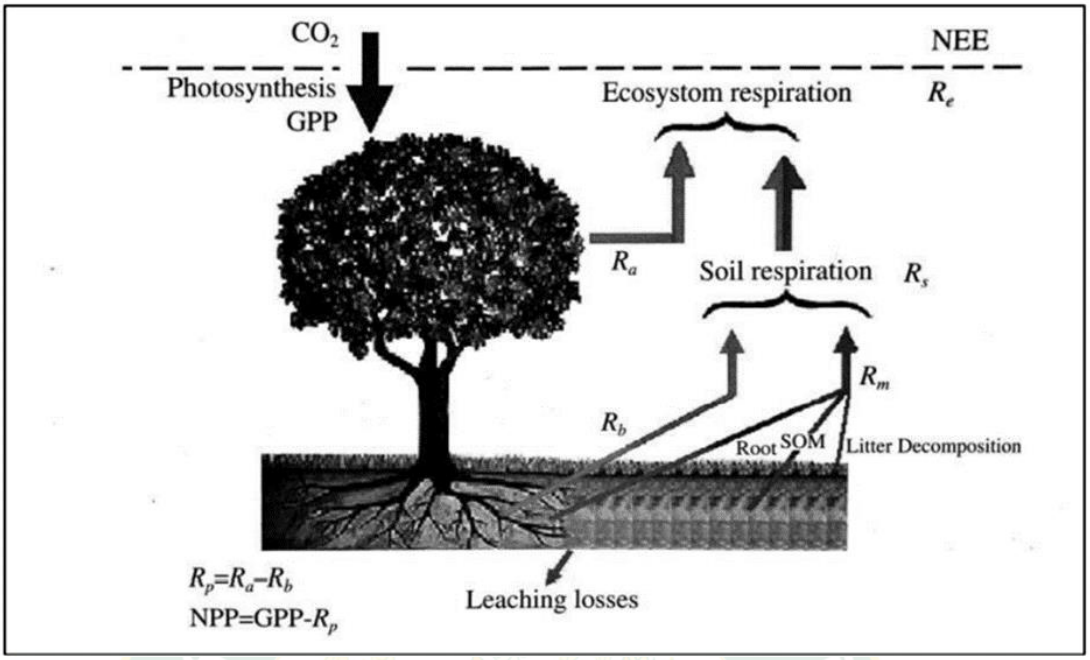
เครื่องมือมีราคาแพง ติดตั้งบนหอคอยสูงเท่ายอดต้นไม้ เสียค่าใช้จ่ายแพง มีเพียง 2-3 แห่งเท่านั้นที่ติดตั้งในโลก แต่ดีสำหรับการหาค่าสุทธิของปริมาณที่แลกเปลี่ยนกันระหว่างแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งในแหล่งต้นไม้ตาย และซากพืชซึ่งถ้าใช้วิธีวัดสต๊อกจะทำได้ยากกว่า

2. วัดปริมาณคาร์บอนจากต้นไม้โดยตรง (Stock based approach)

วิธีนี้ง่ายและถูกกว่า ใช้ข้อมูลการสำรวจป่าหรือวัดต้นไม้ในอดีตที่มีอยู่แล้ว มาคำนวณหาค่าคาร์บอนหรือจะสำรวจวัดต้นไม้ใหม่ วิธีนี้นิยมใช้วัดปริมาณสต๊อกคาร์บอนที่เก็บไว้ในต้นไม้ และหาการเพิ่มพูนของคาร์บอนในช่วงระยะเวลาหนึ่ง แหล่งรวมบางอย่าง (pools) อาจตัดทิ้งไปได้บ้าง เช่น คาร์บอนในดิน หากไม่เปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดิน ถือว่ามีอยู่คงที่ไม่ต้องทำใหม่ (สมศักดิ์, 2559)

แหล่งกักเก็บคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้

การหมุนเวียนของคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ เริ่มจากต้นไม้และพืชอื่น ๆ เป็นกลไกสำคัญในการกักเก็บหรือดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) เพื่อสร้างอินทรียสาร ซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบนำมากักเก็บไว้ในส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ หรือที่เรียกว่าการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพทั้งในส่วนที่เหนือดิน (Aboveground biomass) ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ และส่วนที่อยู่ใต้ดิน (Belowground biomass) คือ ราก ในขณะเดียวกันต้นไม้ก็มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศโดยกระบวนหายใจ (respiration) ของส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ รวมถึงการหายใจของราก และการย่อยสลายของเศษซากพืช (Litter decomposition) ที่ย่อยสลายส่วนหนึ่งถูกปลดปล่อยกลับสู่บรรยากาศ และอีกส่วนหนึ่งจะกลับเข้าสู่วัฏจักรคาร์บอนในรูปของสารอินทรีย์ในดิน (สาพิศ, 2550)



ภาพที่ 5 การไหลเวียนของคาร์บอนในระบบนิเวศ

ที่มา: อัศมน (2561); จิรัชญา และคณะ (2559)

บ้านบุญแจ่ม

ข้อมูลทั่วไป

บ้านบุญแจ่ม หมู่ 1 ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของตัวเมือง ห่างจากตัวเมืองแพร่ประมาณ 24 กิโลเมตร เป็นหมู่บ้านเล็ก ๆ เรียงรายอยู่สองฝั่งแม่น้ำแม่กำปอง อยู่กันอย่างสุขสงบ ร่มเย็น และมีความสามัคคีเป็นอย่างยิ่ง

บ้านบุญแจ่ม มีชื่อเดิมว่า “บ้านห้วยแจ้” หรือ “แช่” เพราะเริ่มตั้งหมู่บ้านใกล้ห้วยแจ้ ซึ่งลำห้วยนี้ไหลผ่านหน้าหมู่บ้านในปัจจุบัน มีน้ำใสสะอาดไหลผ่านตลอดปี แรกตั้งหมู่บ้านประมาณปี พ.ศ. 2435 มีราษฎรเข้าไปตั้งถิ่นฐานรวมกันไม่มากนัก เวลาผ่านไปราษฎรในถิ่นใกล้เคียงได้เข้าไปและร่วมกันสร้างวัดขึ้นวัดหนึ่งใกล้ ๆ กับลำห้วยแจ้ ตรงกับลำเหมืองส่งน้ำไปทุ่งนาเพิงและทุ่งนาสักในปัจจุบัน ต่อมาประมาณปี พ.ศ. 2445 มีราษฎรจากบ้านใหม่ในเวียงจับจองสมทบจนเป็นหมู่บ้านมากขึ้น บ้านหัวข่วง และบ้านเหมืองหิต เป็นต้น ได้อพยพเข้าไปจับจองตั้งบ้านเรือนอยู่บนฝั่งแม่น้ำกำปองทั้งสองฝั่ง หมู่บ้านห้วยแจ้เดิมก็เลยย้ายหมู่บ้านเข้ามาสมทบ พร้อมกับย้ายวัดเข้ามาสร้างใหม่

ตรงมุมโค้งบนฝั่งน้ำแม่กำปองด้วย จากนั้นเป็นช่วงพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวราชการที่ 6 ทรงตรากฎหมายตั้งนามสกุลขึ้น และประกาศบังคับใช้ ในปี พ.ศ. 2456 ราษฎรจึงได้นามสกุลใช้เป็นครั้งแรก โดยเฉพาะหัวหน้าหมู่บ้านได้ชื่อสกุลว่า “แช่ใจ” อันเป็นสัญลักษณ์แห่งต้นตระกูลหมู่บ้านมาตราบเท่าทุกวันนี้หมู่บ้านห้วยแจ้เดิมจะย้ายมาอยู่รวมกันบนฝั่งน้ำแม่กำปองแล้วก็ตาม ชื่อของหมู่บ้านก็ยังใช้ชื่อ “บ้านแจ้” (ตัดคำว่า”ห้วย” ออก) พร้อมด้วยราษฎรในหมู่บ้าน ได้ร่วมกันย้ายวัดแห่งที่สองมาตั้งวัดใหม่ท้ายหมู่บ้านอีกครั้งหนึ่ง และวัดแห่งที่สามนี้ได้รับการทะนุบำรุงและสร้างถาวรวัตถุจนมีฐานะมั่นคงมีพระสงฆ์สามเณรอยู่จำพรรษามิได้ขาด จนถึงสงครามโลกครั้งที่สอง วัดจึงได้รับการตั้งชื่อใหม่ว่า “วัดบุญแจ่ม” และชื่อหมู่บ้านจึงได้เรียกขานใหม่ตามชื่อมาจนทุกวันนี้ ส่วนการศึกษาแต่เดิมมายังเดินทางเข้าไปไม่ถึง จวบปี พ.ศ. 2481 การศึกษาจึงเข้าในหมู่บ้านเป็นครั้งแรก แต่เดิมต้องอาศัยวัดเป็นสถานศึกษา ครูคนแรกที่ทางราชการแต่งตั้งและส่งตัวเข้าไปทำการสอน คือ ครูไหว ทันใจ ประชาชนจึงได้รับการศึกษาขั้นพื้นฐานตั้งแต่บัดนั้นเป็นต้นมา (กรมทรัพยากรธรณี, 2556)

อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ	ติดกับบ้านร้องเข็มและบ้านทุ่งศรี
ทิศใต้	ติดกับบ้านเวียง
ทิศตะวันออก	ติดกับบ้านห้วยเอียด
ทิศตะวันตก	ติดกับหมู่ที่ 5 หมู่ที่ 10 ตำบลน้ำเลา

สภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศ

บ้านบุญแจ่มมีสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบมีภูเขาล้อมรอบ ประชาชนตั้งบ้านเรือนอยู่สองฝั่งแม่น้ำแม่คำปอง มีอ่างเก็บน้ำแม่คำปองและมีป่าชุมชนโดยรอบ 3,500 ไร่ สภาพอากาศค่อนข้างหนาวเย็นในฤดูหนาว ส่วนฤดูฝนจะมีฝนตกหนักบางช่วงตามสภาพอากาศและลมมรสุมในขณะนั้น ส่วนฤดูร้อน อากาศค่อนข้างร้อน แต่ไม่ถึงกับร้อนจัดเพราะบ้านบุญแจ่มมีป่าชุมชนของหมู่บ้านที่ยังคงสภาพป่าสมบูรณ์ตามระบบนิเวศ ซึ่งได้รับการตรวจตราและดูแลป่าชุมชนที่มีอยู่แห่งเดียวในตำบลน้ำเลา เป็นอย่างดีเยี่ยม ด้วยความร่วมมือจากราษฎรในหมู่บ้านบุญแจ่ม ทำให้สภาพภูมิอากาศยังคงหมุนเวียนตามฤดูกาล

การประกอบอาชีพ

ประชากรส่วนใหญ่ของบ้านบุญแจ่ม ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก คือ การทำนา ทำไร่ อาชีพรอง คือ การเลี้ยงสัตว์ เช่น สุกร โค กระบือ ไก่ ปลา ตามสภาพภูมิประเทศของแต่ละครัวเรือนโดยใช้หลักเศรษฐกิจพอเพียงในการพึ่งพาตนเองได้ สนับสนุนการปลูกพืชผักสวนครัวรั้วกินได้ทุกครัวเรือน มีสินค้าหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ โดยการนำปลาจากอ่างเก็บน้ำแม่คำปอง มาผสานกับภูมิปัญญาชาวบ้านของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร นำมาหมักตามสูตรที่คิดค้นเอง จนทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ปลาร้าปลาอบก้อน ตราปลาคู่ เป็นสินค้าโอทอประดับ ๔ ดาว ของหมู่บ้านบุญแจ่มสร้างชื่อเสียงให้กับหมู่บ้านบุญแจ่มด้วย นับเป็นการนำทรัพยากรจากรรรมชาติแวดล้อมในหมู่บ้าน มาประยุกต์กับกลุ่มกิจกรรมอาชีพของชาวบ้านได้ โดยการพึ่งพากันระหว่างธรรมชาติและมนุษย์อยู่ในความสมดุลที่เหมาะสม เมื่อถึงฤดูปลาวางไข่ จะมีการปิดอ่างเก็บน้ำแม่คำปอง เพื่อรักษาระบบนิเวศวิทยาให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ดังเดิม เมื่อพ้นจากฤดูปลาวางไข่มีการเปิดอ่างเพื่อให้มีการประมงสร้างรายได้ให้หมู่บ้านจากการบริการ นอกจากนี้มีการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม ซึ่งมีเนื้อที่ 3,500 ไร่ เช่น การนำไม้ไผ่มาทำเป็นเครื่องจักสานใช้ในครัวเรือนและจำหน่าย เป็นแหล่งอาหารของชุมชน อาทิ หน่อไม้ เห็ดป่า และพืชผัก สำหรับบริโภคในชุมชนและจำหน่าย มีกลุ่มออมทรัพย์เพื่อการผลิตและกองทุนหมู่บ้านบุญแจ่ม สำหรับเป็นแหล่งทุนประกอบกิจกรรมอาชีพแก่เกษตรกรในหมู่บ้านและเป็นแหล่งเงินช่วยเหลือกลุ่มสมาชิกที่เดือดร้อน (กรมทรัพยากรธรณี, 2556)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดิน

อาจิน และคณะ (2540) ได้ศึกษาการศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินบริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำปากพนัง อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช ใช้ลุ่มน้ำทำเป็นลุ่มน้ำทดลอง ผลการศึกษา พบว่า ดินบริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำปากพนังจัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อหยาบปานกลางในดินบนส่วนในดินล่างอยู่ในกลุ่มเนื้อละเอียดปานกลาง ความหนาแน่นรวมมีค่าค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ความหนาแน่นอนุภาคมีค่าอยู่ในช่วง 2.55-2.64 Mg m^{-3} ความพรุนรวมของดินมีค่าอยู่ในช่วง 45.31-59.30 % โดยความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นอนุภาค มีแนวโนมเพิ่มขึ้นตามความลึก ส่วนความพรุนรวมมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ในส่วนของสมบัติทางเคมีของดิน พบว่า ปฏิกิริยาดินมีค่าเป็นกรดแก่ถึงกรดจัดอินทรียวัตถุมีค่าอยู่ในช่วงต่ำถึงค่อนข้างสูง และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วงต่ำมากถึงปานกลาง มีแนวโน้มลดลงตามความลึก ส่วนโพแทสเซียมมีค่าผันแปรอยู่ในช่วงต่ำถึงสูงมากและมีแนวโน้มลดลงตามความลึก สำหรับแคลเซียมมีค่าอยู่ใน

ระดับต่ำมากถึงต่ำและแมกนีเซียมมีค่าต่ำมากถึงปานกลาง ทั้งแคลเซียมและแมกนีเซียมมีแนวโน้มลดลงตามความลึก

โอภาส (2558) ได้เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพ และเคมีของดินใน จังหวัดชลบุรี และจังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของดินทั้งสองจังหวัด เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ ผลการศึกษาพบว่า ดินในจังหวัดฉะเชิงเทราเป็นดินร่วนปนทราย และดินในจังหวัดชลบุรีเป็นดินร่วนปนเหนียว ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองสมบัติทางแร่ที่มีโครงสร้างของควอตซ์เป็นหลัก ส่วนสมบัติอื่น ๆ เช่น ความหนาแน่นดินรวม ความหนาแน่นอนุภาคความพรุนรวม และความชื้น ซึ่งจะเห็นว่าดินในจังหวัดฉะเชิงเทรามีทรายเป็นองค์ประกอบมากกว่า 80% จึงทำให้มีความหนาแน่นดินรวมสูง แต่มีความหนาแน่นอนุภาค ความพรุน และความชื้นน้อยกว่าเมื่อเทียบกับจังหวัดชลบุรี สำหรับผลการทดลองด้านเคมี พบว่าดินในจังหวัดชลบุรี และจังหวัดฉะเชิงเทราไม่มีโลหะหนักในปริมาณที่เป็นอันตราย และดินในจังหวัดชลบุรีมีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารมากกว่าจังหวัดฉะเชิงเทรา

ธนานิติ และคณะ (2561) ได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพเคมีของดินในพื้นที่เหมืองแร่และป่าปลูกเพื่อการฟื้นฟูที่ดินเหมืองแร่ลิกไนต์บ้านปู อำเภอลี้ จังหวัดลำพูน พบว่า สมบัติของดินเหมืองแร่ลิกไนต์บ้านปูศึกษา 3 พื้นที่ คือ ป่าธรรมชาติ ขอบบ่อเหมือง และป่าปลูก โดยขุดหลุมดิน 7 หลุม เก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 0-5, 5-10, 20-40, 40-60, 60-80 และ 80-100 เซนติเมตร และวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพเคมีของดินในห้องปฏิบัติการ พบว่า สมบัติทางกายภาพผันแปรมากตามพื้นที่และความลึก ไม่เหมาะสมต่อการเติบโตของพันธุ์ไม้ ดินเป็นหินผุ กรวดหินหรือดินเหนียว มีความหนาแน่นปานกลาง ค่อนข้างต่ำและต่ำ ซึ่งเกิดจากชนิดวัสดุและกรวดหิน เป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายร่วนหรือดินร่วนเหนียว ดินป่าธรรมชาติมีปฏิกิริยาเป็นกลาง ดินขอบบ่อเหมืองด้านล่างที่ยังไม่ปลูกและที่ปลูกป่าแล้วเป็นกรดรุนแรงมาก แต่ขอบบ่อเหมืองด้านบนที่ปลูกป่ามีค่าเป็นกลาง ดินพื้นที่ป่าปลูก 1 และ 2 มีปฏิกิริยาผันแปรตามชั้นดินเป็นกลาง กรดเล็กน้อยและกรดจัดมาก แต่ดินพื้นที่ป่าปลูก 3 เป็นกรดรุนแรงมากที่สุดเกือบตลอดชั้นดิน อินทรียวัตถุ คาร์บอนและไนโตรเจนมีค่าต่ำในดินทั้งพื้นที่เหมืองแร่และป่าธรรมชาติ แต่ชั้นดินล่างบางพื้นที่กลับมีค่าสูงกว่าดินบนเช่นเดียวกับความผันแปรของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สามารถสกัดได้ ซึ่งเกิดจากการสลับชั้นดิน โดยนำดินล่างและหินผุถมสลับกับดินบน

วีระชัย และคณะ (2564) การศึกษาลักษณะนิเวศของสวนชาเมี่ยงบ้านศรีนาป่าน ตำบลเรือง อำเภอเมือง จังหวัดน่าน เพื่อศึกษาลักษณะนิเวศของสวนเมี่ยงด้านคุณสมบัติดิน โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 พื้นที่ประกอบด้วย พื้นที่หย่อมป่า สวนเมี่ยง พื้นที่เกษตร และสวนหลังบ้าน วางแปลงศึกษาด้วยวิธี Stratified Random Sampling ขนาดแปลงย่อยเท่ากับ 10x10 เมตร จำนวน 3 แปลงย่อย ในแต่ละพื้นที่ (จำนวนซ้ำของหย่อมป่า สวนเมี่ยง พื้นที่เกษตร

และสวนหลังบ้านเท่ากับ 1, 5, 3, 3 ซ้ำ ตามลำดับ) ศึกษาไม้ยืนต้นในสวนเมี่ยงทุกชนิดที่พบ ศึกษาคุณสมบัติดินโดยทำการเก็บตัวอย่างดินชั้นบน (0-5 เซนติเมตร) และดินชั้นล่าง (20-25 เซนติเมตร) วิเคราะห์คุณสมบัติดินทางเคมีและกายภาพ ผลการศึกษาพบว่า คุณสมบัติดินทางเคมีที่ความลึกดินที่ระดับ 0-5 เซนติเมตร ในหย่อมป่าและสวนเมี่ยงมีค่า pH เป็นกรดจัด ธาตุอาหารหลักใกล้เคียงกัน ส่วนธาตุอาหารรองแตกต่างกันเล็กน้อย ความแข็งของดินและความชื้นในดินมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 4 พื้นที่องค์ประกอบพรรณไม้ในสวนเมี่ยง พบพรรณไม้จำนวน 14 ชนิด 14 สกุล 11 วงศ์ ดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiner เท่ากับ 0.16 ความหลากหลายของพรรณไม้ยืนต้นในสวนเมี่ยงน้อย เพราะมีการจัดการพื้นที่โดยเจ้าของแปลงมีการลิดกิ่งและเปิดช่องว่างให้มีแสงในพื้นที่ให้เพียงพอ ดังนั้นการใช้ประโยชน์ที่ดินสวนเมี่ยงยังสามารถสร้างรายเสริมให้กับเกษตรกรและสวนเมี่ยงมีลักษณะนิเวศในด้านคุณสมบัติของดินใกล้เคียงกับป่าเป็นระบบวนเกษตรแบบดั้งเดิมที่สามารถฟื้นฟูป่ารักษาระบบนิเวศต้นน้ำได้อย่างยั่งยืน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะโครงสร้างสังคมพืช

ขวัญใจ และคณะ (2556) ได้ศึกษาโครงสร้างสังคมพืชป่าบุ่งป่าทามในลุ่มน้ำมูล พบต้นไม้ทั้งหมดจำนวน 6,009 ต้น (2,473 ต้นต่อเฮกแตร์) มีพรรณไม้ทั้งหมด 85 วงศ์ 272 สกุล 398 ชนิด วงศ์ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 3 อันดับแรก เรียงจากมากไปหาน้อย ได้แก่ วงศ์ถั่ว (Fabaceae) วงศ์แฟบน้ำ (Phyllanthaceae) และวงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) ตามลำดับ สามารถจัดกลุ่มได้เป็น 4 สังคมย่อย คือ สังคมตะแบกนา (*Lagerstroemia floribunda* type, LAGF) สังคมเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius* type, DIPO) สังคมฝ่ายน้ำ (*Mallotus thorelii* type, MALT) และสังคมข่อย (*Streblus asper* type, STRA) พบว่าสังคมข่อย มักพบบริเวณตอนบนของลุ่มน้ำมูล ดินมีค่า pH สูง ช่วงระยะเวลาของน้ำท่วมขังน้อย (7-15 วัน) ส่วนสังคมตะแบกนา สังคมฝ่ายน้ำและสังคมเหียง พบบริเวณตอนกลางและตอนล่างของลุ่มน้ำมูล ดินเป็นตะกอนดินเหนียว ดินในสังคมฝ่ายน้ำมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงเนื่องจากเป็นที่ลุ่มมีน้ำขังและมีการท่วมขังของน้ำยาวนาน (45-60 วัน) ลักษณะโครงสร้างทางด้านตั้งของสังคมพืชป่าบุ่งป่าทาม สามารถแบ่งออกได้ 3 ชั้นเรือนยอด ได้แก่ เรือนยอดชั้นบน เรือนยอดชั้นรอง และชั้นไม้พื้นล่าง สำหรับค่าดัชนีความหลากชนิด (Shannon-Wiener's index) พบว่า สังคมตะแบกนา มีค่า 4.07 และสังคมฝ่ายน้ำมีค่า 2.16 ส่วนสังคมตะแบกนาและสังคมเหียงมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 32.75 โดยที่สังคมเหียงและสังคมข่อยมีความคล้ายคลึงกันน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 12.33

ชัยวัฒน์ และคณะ (2565) ศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะโครงสร้างสังคมพืชและสมบัติดิน บริเวณป่าชุมชนบ้านปี้ จังหวัดพะเยา ผลการศึกษา พบชนิดไม้ต้นทั้งหมดจำนวน 126 ชนิด 100 สกุล 41 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 3.93 สามารถจำแนกสังคมพืชย่อยได้ 3 สังคมย่อยตามชนิดไม้เด่น ได้แก่ สังคมป่าผสมผลัดใบมะค่าโมงเด่น ที่ถูกกำหนดด้วยอนุภาคดินทรายแป้ง สังคมป่าผสมผลัดใบตะคร้อเด่น ที่ถูกกำหนดด้วยอนุภาคดินเหนียว ค่าความเป็นกรด-ด่างดิน และปริมาณธาตุอาหารในดิน และสังคมป่าเต็งรังพลวงเด่น ที่ถูกกำหนดด้วยอนุภาคดินทราย ผลจากการวิจัยบ่งชี้ว่าคุณสมบัติดินเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดลักษณะสังคมพืช ดังนั้นในการจัดการป่าชุมชนบ้านปี้จึงไม่ควรมุ่งเน้นไปที่ชนิดไม้เพียงอย่างเดียวควรพิจารณาปัจจัยดินร่วมด้วย เนื่องจากโครงสร้างสังคมพืชมีความสัมพันธ์สูงต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดิน

จันทร์จิรา และคณะ (2561) ได้ศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมไม้ป่าและการทดแทนกล้าไม้ในแปลงปลูกป่าฟื้นฟู ณ สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา พบว่าความหนาแน่นของไม้ใหญ่ ไม้รุ่น และกล้าไม้ ของป่าดิบแล้ง เท่ากับ 1,333, 2,933 และ 2,233 ต้นต่อเฮกแตร์ แปลงปลูกป่าฟื้นฟูอายุ 14 ปี เท่ากับ 1,725, 650 และ 3,933 ต้นต่อเฮกแตร์ แปลงปลูกป่าฟื้นฟูอายุ 12 ปี เท่ากับ 853, 2,833 และ 3,066 ต้นต่อเฮกแตร์ แปลงปลูกป่าฟื้นฟูอายุ 6 ปี เท่ากับ 1,150, 1,883 และ 1,800 ต้นต่อเฮกแตร์ และแปลงปลูกป่าฟื้นฟูอายุ 4 ปี เท่ากับ 300, 2,125 และ 1,000 ต้นต่อเฮกแตร์ ส่วนพื้นที่หน้าตัดของไม้ใหญ่ป่าดิบแล้งมีค่ามากที่สุด 28.47 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ รองลงมาคือ แปลงปลูกป่าฟื้นฟูอายุ 14 ปี, อายุ 6 ปี, อายุ 12 ปี และอายุ 4 ปี 16.36, 7.00, 3.28 และ 2.68 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกับมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน เท่ากับ 192.32, 91.38, 19.33, 14.52 และ 11.84 ตันต่อเฮกแตร์ ความคล้ายคลึงในระดับไม้ใหญ่และไม้รุ่น พื้นที่แปลงปลูกป่าฟื้นฟูอายุ 14 ปีมีความคล้ายคลึงกับป่าดิบแล้งสูงที่สุด และเมื่อพิจารณาถึงการทดแทนของกล้าไม้ พบว่า แปลงปลูกป่าฟื้นฟู ทั้ง 4 แปลง ยังมีความคล้ายคลึงกับป่าดิบแล้งน้อย ชนิดกล้าไม้ที่พบส่วนมากจัดเป็น ไม้เบิกนำ (Pioneer species) ซึ่งเป็นชนิดพันธุ์ที่ขึ้นในพื้นที่เพียงชั่วคราวในขั้นตอนของการทดแทนและการปลูกฟื้นฟูในช่วงเริ่มต้น เมื่อพิจารณาจากชนิดพันธุ์ในพื้นที่ที่มีช่วงความทนทานทางนิเวศวิทยาสูง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการฟื้นฟู

ณิชาภัทร และคณะ (2565) ศึกษาโครงสร้างสังคมพืชและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในป่าชุมชนป่าเต็งรังที่ใช้ใบพลวงเป็นของป่าในภาคเหนือของประเทศไทย พบว่าพรรณไม้ทั้งหมด 50 ชนิด (45 สกุล 28 วงศ์) ความหนาแน่น 302 ต้นต่อไร่ พบไม้วัยรุ่นและไม้หนุ่มของไม้พลวงขึ้นอยู่หนาแน่นร้อยละ 68 แต่ไม่พบไม้โตเต็มที่ ไม้พลวงเป็นพรรณไม้เด่นในป่ามีดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาของพรรณไม้ (IVI) ร้อยละ 52.05 ของชนิดไม้ทั้งหมด รองลงมาคือ เต็ง (*Shorea obtusa*) และรักใหญ่ (*Gluta usitata*) มีดัชนีความหลากชนิด (SWI) อยู่ในระดับต่ำ 1.91 ปริมาณมวลชีวภาพ

พืช 75,650.13 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ ซึ่งกักเก็บคาร์บอนได้ 37,377.19 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ (ร้อยละ 81.19 คือ ไม้พลวง) ส่วนการกักเก็บคาร์บอนในดินเท่ากับ 10,875.98 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ รวมคาร์บอนในระบบนิเวศ 48,253.17 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ ปี พ.ศ. 2562 ชาวบ้านนำใบพลวงไปสานไพจำนวน 2,324,464 ไพ (13,936,785 ใบ) คิดเป็นร้อยละ 13.65 ของจำนวนใบทั้งหมด รายได้การขายไพ 3,951,590 บาทต่อปี ขณะที่การสูญเสียคาร์บอนจากการเก็บใบพลวงมีปริมาณ 99,114.23 กิโลกรัมต่อปี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินการกักเก็บคาร์บอน

ภัทร์ธีรา และคณะ (2563) ศึกษาการประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของพืชที่มีเนื้อไม้ในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ณ อุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า แปลงความหนาแน่นเรือนยอดมาก มีเปล้าใหญ่ (*Croton persimilis*) เป็นไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้มากที่สุด มีค่าดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-เวียเนอร์ เท่ากับ 2.26 โดยที่มีปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ย 246.11 ตันต่อเฮกแตร์ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 115.67 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ และมีมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 313,951.79 บาท แปลงความหนาแน่นเรือนยอดปานกลาง มีค่าดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-เวียเนอร์ เท่ากับ 2.99 โดยที่เปล้าใหญ่ เป็นไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้มากที่สุด มีปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ย 170.00 ตันต่อเฮกแตร์ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 80.12 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ และมีมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 217,463.48 บาท และแปลงความหนาแน่นเรือนยอดน้อย มีค่าดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-เวียเนอร์ เท่ากับ 3.42 โดยที่ปอลาย (*Gwewia laevigata*) เป็นไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้มากที่สุด มีปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ย 120.76 ตันต่อเฮกแตร์ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 56.76 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ และมีมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 154,054.92 บาท ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการพื้นที่เพื่อเพิ่มศักยภาพในกักเก็บคาร์บอนเพื่อลดปัญหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นส่วนสำคัญในทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ตฤณ และคณะ (2555) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับลักษณะดิน ปริมาณคาร์บอนและธาตุอาหารสะสมในดินป่าสนธรรมชาติ 4 ชนิดย่อยได้ดำเนินการในพื้นที่ตำบลบ้านจันทร์ อำเภอกัลยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ สามชนิดแรกเป็นป่าสนผสมเต็งรัง คือ ป่าสนผสมเหียง พลวงและเต็ง ชนิดที่สี่ คือ ป่าสนผสมป่าดิบเขา (ไม้ก่อ) เก็บตัวอย่างดินตามความลึกในป่าแต่ละชนิดเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี พบว่า ดินในป่าเหล่านี้จัดอยู่ในอันดับ Ultisols มีดินลึกมากกว่าหนึ่งเมตร พัฒนาการของชั้นดินสูงและสะสมดินเหนียวในดินชั้นล่างมาก มีความแตกต่างของสมบัติทางกายภาพน้อย ดินมีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ดินบนเป็นดินเหนียวปนทรายถึงรวนเหนียว

ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (pH, 5.4-6.5) ดินล่างเป็นดินเหนียวและมีปฏิกิริยาเป็นกรดปานกลางถึงกรดเล็กน้อย (pH, 5.6-6.1) ปริมาณอินทรียวัตถุคาร์บอนและไนโตรเจนสะสมในดินลึก 100 เซนติเมตร มีมากที่สุดในป่าสนผสมก่อ มีค่า 146.5, 85.0 และ 5.11 Mg/ha^{-1} ตามลำดับ รองลงไป คือ ดินป่าสนผสมเต็ง พลวงและน้อยที่สุดในป่าสนผสมเหียง ปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้มีมากที่สุดในดินป่าสนผสมเหียง (29.1, 1,210.1 และ 1,287.5 kg/ha^{-1}) ส่วนโพแทสเซียมมีมากที่สุดในป่าสนผสมเต็ง (1,328.9 kg/ha^{-1})

ปริญญา และคณะ (2561) ได้ศึกษามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ป่า 4 ชนิด ณ สถานีวนวัฒนวิจัยประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่า สะเดา มีการเติบโตสูงสุดและมีมวลชีวภาพมากที่สุด เท่ากับ 154.76 ตันต่อเฮกแตร์ รองลงมา ได้แก่ ตะเคียนทอง ประดู่ป่า และสะเดาเทียมซึ่งมีค่า 131.81, 126.41 และ 104.96 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระหว่างชนิดไม้ ส่วนปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพเฉลี่ย พบว่า ตะเคียนทอง มีค่ามากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ประดู่ป่า สะเดา และสะเดาเทียม ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพเฉลี่ยร้อยละ 48.79, 46.07, 45.55 และ 45.12 ของน้ำหนักแห้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ระหว่างชนิดไม้ สำหรับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน พบว่า มีแนวโน้มเช่นเดียวกับปริมาณมวลชีวภาพ คือ สะเดา มีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ตะเคียนทอง ประดู่ป่า และสะเดาเทียม ซึ่งมีค่า 69.28, 64.94, 57.78 และ 46.73 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ทั้งนี้ความแตกต่างของการกักเก็บคาร์บอนต่อพื้นที่ในสวนป่าแต่ละชนิด เป็นผลมาจากความแตกต่างของมวลชีวภาพของต้นไม้ มากกว่าผลจากปริมาณคาร์บอน ที่สะสมในมวลชีวภาพ เนื่องจากมีสัดส่วนน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับความแตกต่างของมวลชีวภาพ

กัญจน์ชญา และคณะ (2561) ศึกษาการประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของป่าธรรมชาติและระบบวนเกษตรแบบสวนไม้ผลผสมที่ไม่ถูกรบกวนจากดินถล่มและที่มีการทดแทนตามธรรมชาติ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของระบบวนเกษตรแบบสวนไม้ผลผสมและป่าผลัดใบภายใต้สถานการณ์ปกติและการทดแทนตามธรรมชาติภายหลังจากเกิดดินถล่มมาแล้ว 9 ปี โดยประเมินจากปริมาณของคาร์บอนทั้งหมดที่กักเก็บในระบบนิเวศ ได้แก่ ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (ส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และไผ่) มวลชีวภาพใต้ดิน (รากของต้นไม้) และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน การประเมินมูลค่าของปริมาณคาร์บอนอยู่บนฐานของกลไกของการซื้อขายคาร์บอนเครดิตในตลาดคาร์บอนภาคสมัครใจตามมาตรฐานต่างประเทศที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือ ตลาด Verified Carbon Standard (VCS) ผลการศึกษา พบว่า ป่าเบญจพรรณผสมไผ่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามากที่สุด คือ 107.19 tCO_2e/ไร่ รองลงมา คือ ป่าเบญจพรรณและระบบวนเกษตรแบบสวนไม้ผลผสม เท่ากับ 95.63 และ 74.23 tCO_2e/ไร่ ตามลำดับ สำหรับ

ระบบนิเวศที่มีการทดแทนตามธรรมชาติ มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามากที่สุด คือ ระบบวนเกษตรแบบสวนไม้ผลผสม รองลงมา คือ ป่าเบญจพรรณ และป่าเบญจพรรณผสมไผ่ เท่ากับ 61.54, 30.37 และ 29.03 tCO_2e/ไร่ ตามลำดับ ตำบลแม่พูลมีมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนจำนวน 724,301,483.40 บาท ในเนื้อที่ทั้งหมด 73,815.20 ไร่ ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางจัดการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าไม้บนพื้นที่ต้นน้ำในการเพิ่มศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อลดปัญหาการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและภาวะโลกร้อน

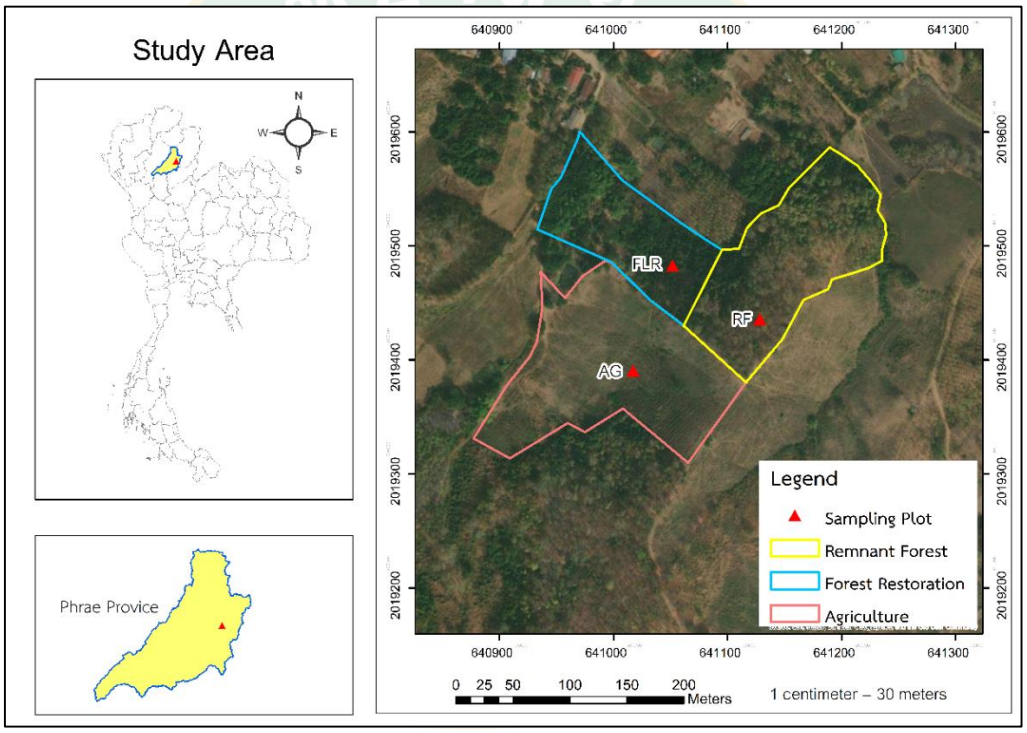
ทฤษฎี	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง		
	คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน	ลักษณะโครงสร้างสังคมพืช	การประเมินการกักเก็บคาร์บอน
➢ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน ➢ ชนิดป่าและระบบนิเวศป่าไม้ในประเทศไทย ➢ โครงสร้างและองค์ประกอบพันธุ์ไม้ในป่าผสมผลัดใบ ➢ การฟื้นฟูป่า ➢ การประเมินการกักเก็บคาร์บอน ➢ บ้านบุญแจ่ม	1. อาจิน และคณะ (2540) 2. โอภาส (2558) 3. ธนานิติ และคณะ (2561) 4. วีระชัย และคณะ (2564)	1. ขวัญใจ และคณะ (2556) 2. ชัยวัฒน์ และคณะ (2565) 3. จันทร์จิรา และคณะ (2561) 4. ณิชาภัทร และคณะ (2565)	1. ภัทร์ธีรา และคณะ (2563) 2. ตฤณ และคณะ (2555) 3. ปริญญา และคณะ (2561) 4. กัญจน์ชญา และคณะ (2561)
	รวมทั้งสิ้น 12 เรื่อง		

ภาพที่ 6 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

สถานที่ดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยบริเวณพื้นที่หย่อมป่า (Remnant forest: RF) จำนวน 3 ไร่ ป่าฟื้นฟู (Forest restoration: FLR) จำนวน 5 ไร่ และพื้นที่เกษตร (Agriculture area: Ag) จำนวน 1 ไร่ บริเวณบ้านบุญแจ่ม ตั้งอยู่ที่ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่



ภาพที่ 7 พื้นที่ทำการศึกษาหย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร

การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

มีการแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมด 3 ลักษณะ ได้แก่ หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 234-237 เมตร ในพื้นที่หย่อมป่ามีลักษณะสังคมพืชเป็นป่าผสมผลัดใบ พันธุ์ไม้เด่นที่พบ ได้แก่ สัก (*Tectona grandis*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) รัง (*Shorea siamensis*) แดง (*Xylia xylocarpa*) ยมหิน (*Chukrasia tabularis*) เป็นต้น ภายในพื้นที่ป่าฟื้นฟูมีการสนับสนุนปลูกไม้สามอย่างประโยชน์สี่อย่าง เพื่อให้คนในชุมชนสามารถใช้ประโยชน์ มีอายุการใช้ประโยชน์ที่ดินประมาณ 8 ปี จำนวนพื้นที่ 5 ไร่ และพื้นที่เกษตรมีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตลอดปี มีอายุการใช้ประโยชน์ที่ดินประมาณ 20-30 ปี ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

Land use	No. sites	Years Of cropping*	Altitude (m)	Area (rai)
Remnant forest	3		237	10
Forest restoration	8	8	235	5
Agriculture**	1	20-30	234	13

หมายเหตุ * ข้อมูลจากปีที่ศึกษา

** พื้นที่เกษตร คือ พื้นที่ที่มีปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดความแข็งดินแนวดิ่ง (Soil penetration tester)
2. เครื่องมือวัดความแข็งดินแนวนอน (Yamanaka – type push cone penetrometer)
3. เครื่องมือวัดความชื้นในดิน (Field scout TDR soil moisture)
4. เทปวัดระยะ (Diameter tape)
5. สายวัด
6. ไม้วัดความสูงต้นไม้
7. ถุงเก็บดิน
8. จอบ

9. เสียม
10. พลั่วตักดินขนาดเล็ก
11. เครื่องมือระบุพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (global positioning system: GPS)
12. อุปกรณ์เครื่องเขียน
13. เอกสารบันทึกข้อมูล
14. กล้องถ่ายภาพ

แผนการดำเนินงาน

การศึกษาสมบัติดิน

เลือกพื้นที่เก็บข้อมูลดินในแปลงหย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร แปลงตัวอย่างละ 3 จุด รวมเป็น 9 จุด เก็บข้อมูลทางกายภาพและตัวอย่างของดิน

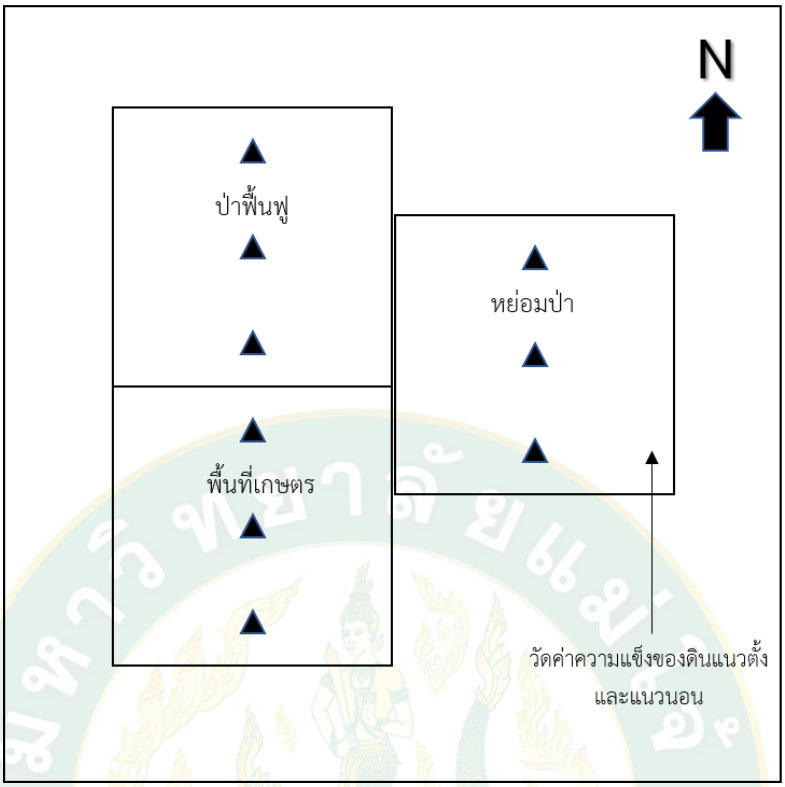
1. เก็บข้อมูลดินทางกายภาพ

1.1 เก็บความแข็งดินแนวดิ่ง โดยใช้เครื่องมือ Soil penetration tester

1.2 ทำการขุดหลุมดินเพื่อวัดความแข็งดินแนวนอน ขุดหลุมลึกขนาด 30 เซนติเมตร วัดความแข็งดินแนวนอนที่ระดับ 0–5 เซนติเมตร (ดินชั้นบน) และวัดที่ระดับ 20–25 เซนติเมตร (ดินชั้นล่าง) โดยการใช้เครื่องมือวัดความแข็งของดินแนวนอน (Yamanaka– type Push Cone Penetrometer) หน่วยเป็น มิลลิเมตร

1.3 วัดค่าความชื้นในดินโดยใช้เครื่องมือ Field Scout TDR Soil Moisture วัดที่ระดับ 0-5 เซนติเมตร (ดินชั้นบน) และที่ระดับ 20–25 เซนติเมตร (ดินชั้นล่าง)

2. เก็บตัวอย่างดินเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร จำนวน 9 จุด และดินชั้นล่างที่ระดับ 20-25 เซนติเมตร จำนวน 9 จุด รวมเป็น 18 ตัวอย่าง น้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม/จุด



ภาพที่ 8 การเก็บข้อมูลดินและตัวอย่างของดิน

การศึกษาสังคมพืช

คัดเลือกพื้นที่วางแปลงด้วยวิธี Stratified Random Sampling เพื่อวางแปลงตัวอย่าง ทำการเก็บข้อมูลความหลากชนิดและโครงสร้างของสังคมพืชในพื้นที่หย่อมป่า และป่าฟื้นฟู

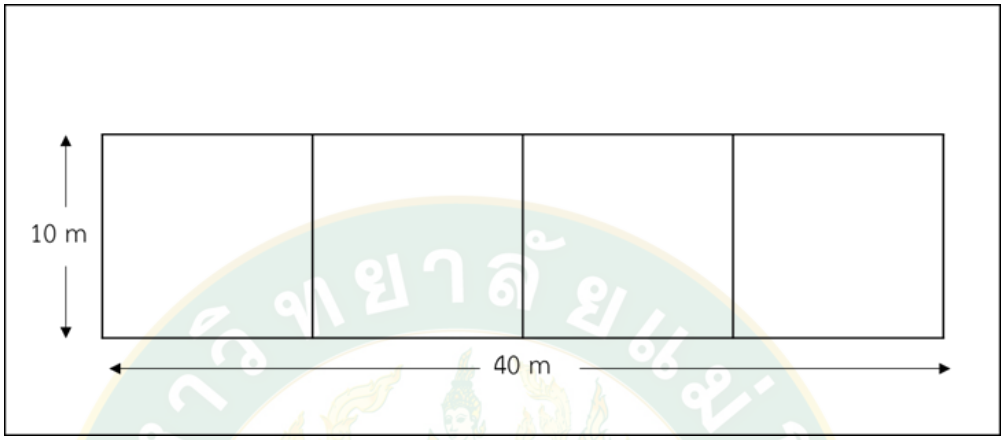
1. การเก็บข้อมูลความหลากชนิดของพรรณพืช

1.1 วางแปลงขนาด 40 เมตร x 40 เมตร ในพื้นที่หย่อมป่า จำนวน 3 แปลง และป่าฟื้นฟู จำนวน 5 แปลง รวมเป็น 8 แปลง ภายในแปลงแบ่งแปลงย่อยขนาด 10 เมตร x 10 เมตร รวมเป็น 16 แปลงย่อย พร้อมทั้งแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 4 เมตร × 4 เมตร และ 1 เมตร × 1 เมตร บริเวณมุมใดมุมหนึ่งของแปลงย่อย (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2562)

1.2 ไม้ใหญ่ (Tree) วางแปลงย่อยขนาด 10 เมตร x 10 เมตร วัดความโตที่ระดับอก 1.30 เมตร (diameter at breast height, DBH) มากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร ความสูงทั้งหมด และขนาดความกว้างของทรงพุ่ม แปลงย่อยขนาด 4 เมตร x 4 เมตร ลูกไม้ (Sapling) ความโตที่ระดับอก 1.30 เมตร น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร และ 1 เมตร x 1 เมตร นับจำนวนกล้าไม้ (Seedling) ที่พบทั้งหมด

2. การเก็บข้อมูลโครงสร้างป่า

2.1 วางแปลงขนาด 10 เมตร x 40 เมตร ในพื้นที่หย่อมป่า และป่าฟื้นฟู แปลงตัวอย่างละ 1 แปลง รวมเป็น 2 แปลง



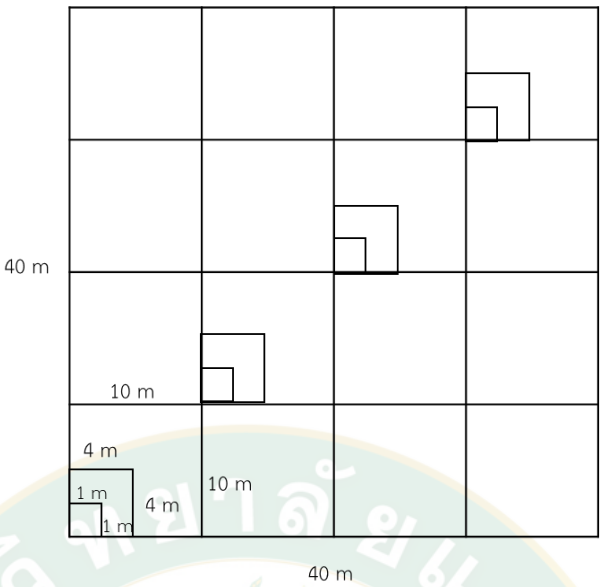
ภาพที่ 9 การวางแปลงขนาด 10 x 40 เมตร

2.2 เก็บข้อมูลชนิดพรรณไม้ ความสูง ความกว้างของเรือนยอดทั้ง 4 ด้าน และระบุตำแหน่ง รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูล นำแปลงตัวอย่างที่เก็บข้อมูลทั้ง 2 แปลง ทำแผนภาพการกระจายโครงสร้างทางด้านตั้ง (Profile) และการปกคลุมของเรือนยอด โดยโครงสร้างทางด้านตั้งนำข้อมูลตำแหน่งการขึ้นอยู่ (แกน x และ y) ความสูงและการปกคลุมเรือนยอดมาเขียนเป็นภาพ

3. การศึกษาประเมินการกักเก็บคาร์บอน

คัดเลือกพื้นที่วางแปลงด้วยวิธี Stratified Random Sampling เพื่อวางแปลงตัวอย่างทำการเก็บข้อมูลการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ในหย่อมป่า และป่าฟื้นฟู

3.1 วางแปลงขนาด 40 เมตร x 40 เมตร ในหย่อมป่า จำนวน 3 แปลง และป่าฟื้นฟู จำนวน 5 แปลง ภายในแปลงแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 เมตร x 10 เมตร รวมเป็น 16 แปลงย่อย พร้อมทั้งแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 4 เมตร × 4 เมตร และ 1 เมตร × 1 เมตร บริเวณมุมใดมุมหนึ่งของแปลงย่อย (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2562)



ภาพที่ 10 การวางแปลงขนาด 40 x 40 เมตร

ที่มา: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2562)

3.2 ไม้ใหญ่ (Tree) วางแปลงย่อยขนาด 10 เมตร x 10 เมตร ทำการวัดความโตที่ระดับอก 1.30 เมตร (diameter at breast height: DBH) มากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร ความสูงทั้งหมด และขนาดความกว้างของทรงพุ่ม แปลงย่อยขนาด 4 เมตร x 4 เมตร ลูกไม้ (Sapling) วัดความโตที่ระดับอก 1.30 เมตร น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร และ 1 เมตร x 1 เมตร นับจำนวนกล้าไม้ (Seedling) ที่พบทั้งหมด

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลของดิน ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของพรรณพืช โดยใช้ดัชนีของ Shannon - Wiener index, H’ และวิเคราะห์การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้

4.1 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดินทางกายภาพ และเคมี

4.1.1 ด้านความแข็งของดิน (Soil hardness) ความชื้นในดิน (Soil moisture) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรม Excel

4.1.2 วิเคราะห์ทางเคมีของตัวอย่างดิน จำนวน 18 ตัวอย่าง ในห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ทั้งธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) ค่า pH ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) อนุภาคดินทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ความหนาแน่น (Density) ความเด่น (Dominance) ความถี่ (Frequency) ดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ (Importance Value Index: IVI) และความหลากชนิดของพรรณพืช ตามวิธีการของ Shannon - Wiener index, H' ดังนี้

4.2.1 ความหนาแน่น (Density, D) คือ จำนวนของพรรณพืชชนิดใดชนิดหนึ่งต่อหน่วยเนื้อที่มีหน่วยเป็นต้นต่อตารางเมตรใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$D = \frac{\text{จำนวนต้นของพืชชนิดนั้นในแปลงตัวอย่าง}}{\text{พื้นที่รวมของแปลงตัวอย่างที่ศึกษา}}$$

4.2.2 ความเด่น (Dominance, Do) อาจบอกได้หลายรูปแบบซึ่งการศึกษาในครั้งนี้บอกค่าความเด่นของไม้ยืนต้นเป็นพื้นที่หน้าตัด (Basal area, Ba) ของลำต้นของต้นไม้วัดที่ระดับความสูงเพียงอก (หรือความสูง 1.30 เมตร) ต่อพื้นที่ทำการสำรวจ

$$Do = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของพรรณไม้}}{\text{พื้นที่แปลงตัวอย่างที่ทำการสำรวจ}}$$

4.2.3 ความถี่ (Frequency, F) คือ ค่าความบ่อยครั้งของชนิดพรรณพืชชนิดใดชนิดหนึ่งที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง นิยมวัดค่าเป็นร้อยละ ค่าความถี่เป็นการบอกถึงการกระจายของชนิดพรรณพืชในสังคมพืชนั้น ๆ มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$F\ (\%) = \frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่ชนิดไม้นั้นปรากฏ}}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่ทำการสำรวจ}} \times 100$$

4.2.4 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชนิดไม้ (Relative Density, RD) คือ สัดส่วนความหนาแน่นของชนิดไม้ที่ต้องการต่อความหนาแน่นทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคมพืช คิดเป็นค่าร้อยละ

$$RD\ (\%) = \frac{\text{จำนวนความหนาแน่นของไม้ชนิดนั้น}}{\text{ความหนาแน่นของไม้ทุกชนิด}} \times 100$$

4.2.5 ค่าความเด่นสัมพัทธ์ของชนิดไม้ (Relative Dominance, RDo) คือ ค่าสัดส่วนของความเด่นของชนิดไม้ที่ต้องการต่อค่าความเด่นทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคม คิดเป็นร้อยละ

$$RDo\ (\%) = \frac{\text{ความเด่นของไม้ชนิดนั้น}}{\text{ผลรวมความเด่นของไม้ทุกชนิด}} \times 100$$

4.2.6 ค่าความถี่สัมพัทธ์ของชนิดไม้ (Relative Frequency, RF) คือ สัดส่วนความถี่ของชนิดไม้ที่ต้องการต่อความถี่ทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคมพืช คิดเป็นค่าร้อยละ

$$RF\ (\%) = \frac{\text{ความถี่ของพรรณไม้ชนิดนั้น}}{\text{ผลรวมความถี่ของไม้ทุกชนิด}} \times 100$$

4.2.7 ประเมินค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (Importance Value Index: IVI) คือ ผลรวมค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และความถี่สัมพัทธ์ ของชนิดไม้นั้นในสังคมพืชนั้น ๆ หาได้จากสูตร

$$IVI = RD + RF + RDo$$

4.2.8 วิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากชนิด (Species Diversity Index: H) หาค่าดัชนีความหลากของชนิดของ Shannon–Wiener (Magurran, 1988)

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} pi\ \ln\ pi$$

โดย H’ = ค่าดัชนีความหลากชนิดของชนิดพรรณ (Shannon–Wiener diversity)

Pi = เป็นสัดส่วนระหว่างจำนวนต้นไม้ชนิด i ต่อจำนวนต้นไม้ทั้งหมด

S = จำนวนชนิดพันธุ์ทั้งหมดที่ปรากฏ

4.3 การวิเคราะห์การประเมินการกักเก็บคาร์บอน

4.3.1 ประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Above Ground Biomass: AGB) บนพื้นฐานรูปแบบพันธุ์ไม้ที่พบทั่วไปตามป่าเต็งรังและเบญจพรรณ โดยใช้สมการแอลโลเมตรีของ Ogawa et al. (1965) คือ

$$W_S = 0.0396\ (D^2H)^{0.933}$$

$$W_B = 0.00349\ (D^2H)^{1.03}$$

$$W_L = (28 / (W_S + W_B + 0.025))^{-1}$$

$$W_T = W_S + W_B + W_L$$

หมายเหตุ WS = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นลำต้น (กก.)
WB = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นกิ่ง (กก.)
WL = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นใบ (กก.)
WT =มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กก.)
D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.30 เมตร (ซม.)
H = ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (เมตร)

4.3.2 สมการแอลโลเมตรีที่ใช้ในการคำนวณมวลชีวภาพของไผ่ โดยใช้สมการแอลโลเมตรีของ Chaiyo et al. (2011) คือ

$$W_C = 0.0691512\ (D^2H)^{0.7930}$$

$$W_T = 0.0883689\ (D^2H)^{0.7703}$$

$$Wb + l = Wt - Wc$$

หมายเหตุ Wc = มวลชีวภาพของลำต้นไผ่ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
Wt = มวลชีวภาพทั้งหมดของไผ่ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
Wb + l = มวลชีวภาพใบและกิ่งของไผ่ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

4.3.3 สมการแอลโลเมตรี (allometry) ที่ใช้คำนวณมวลชีวภาพใต้พื้นดิน (Below ground (root) biomass: RB) โดยใช้สมการของ Cairns et al. (1997) ดังนี้

มวลชีวภาพใต้ดิน (BGB) = 0.28 x ปริมาณมวลชีวภาพรวมของต้นไม้

4.3.4 AGB+ BGB คือ มวลรวมชีวภาพทั้งต้น (เหนือดินและใต้ดิน)

4.3.5 การประเมินการกักเก็บคาร์บอน

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2006) กำหนดว่า ประมาณร้อยละ 47 ของมวลชีวภาพต้นไม้เป็นคาร์บอน จึงมีสมการดังนี้

$$C = GB \times 0.47$$

เมื่อ 0.47 คือ ร้อยละ 47 โดยน้ำหนักของน้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพ

โดย C คือ การกักเก็บคาร์บอน

GB คือ มวลชีวภาพเหนือดินต้นไม้ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2562)

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

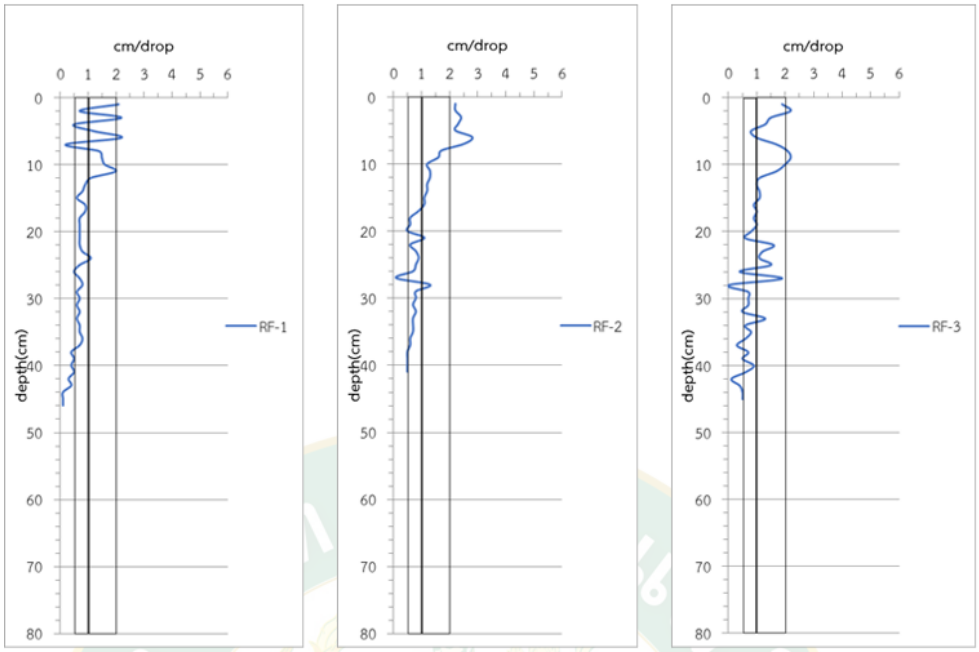
การศึกษาคุณสมบัติดินภายใต้หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร บริเวณพื้นที่บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ มีผลการศึกษา ดังนี้

1. ผลการศึกษาสมบัติดินทางกายภาพพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร บริเวณบ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่
2. ผลการศึกษาสมบัติดินทางเคมีพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร
3. ผลการศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในพื้นที่หย่อมป่า และป่าฟื้นฟู
4. ผลการศึกษามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่หย่อมป่า และป่าฟื้นฟู

ผลการศึกษาสมบัติดินทางกายภาพพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร บริเวณบ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

ความแข็งของดินแนวดิ่ง โดยเครื่องมือ Soil penetration tester

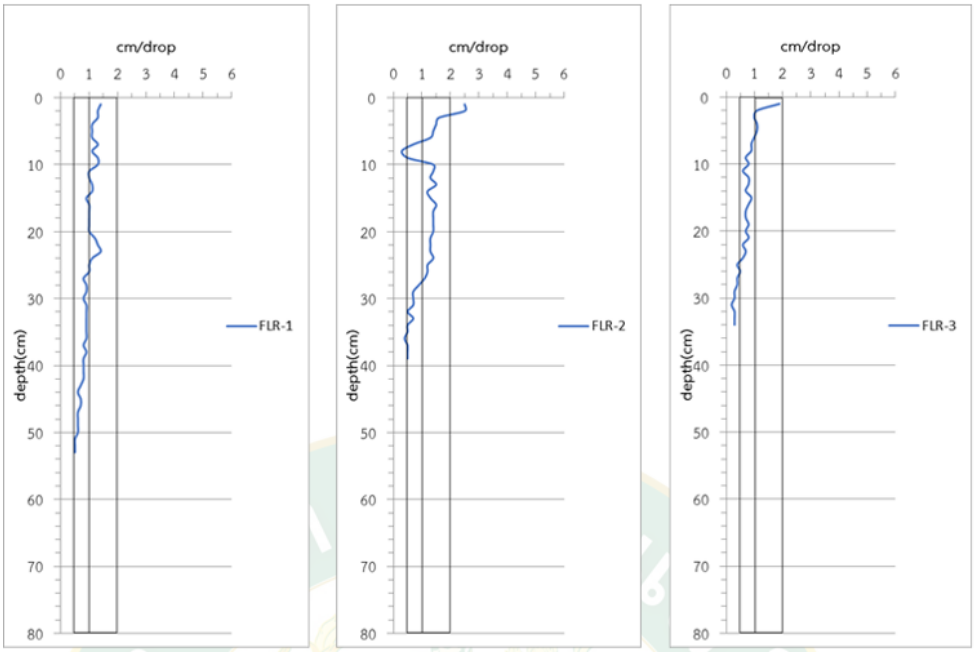
ความแข็งของดินแนวดิ่ง พบว่าพื้นที่หย่อมป่า (RF) จุดที่ 1 มีความแข็งของดินที่เป็นดินปานกลางอยู่ในระดับความลึกตั้งแต่ระดับผิวหน้าดินถึงระดับความลึกที่ 12 เซนติเมตร ความลึกดินตั้งแต่ 13-38 เซนติเมตร ความแข็งของดินเป็นดินแข็ง ระดับความลึกของดินตั้งแต่ 39 เซนติเมตรลงไปเป็นดินแข็งมาก (ภาพที่ 11 ก.) ในขณะที่จุดที่ 2 พบว่า ความแข็งของดินที่เป็นดินอ่อนอยู่ในระดับความลึกตั้งแต่ระดับผิวหน้าดินถึงระดับความลึกที่ 8 เซนติเมตร ความลึกดินตั้งแต่ 9-17 เซนติเมตร ความแข็งของดินเป็นดินปานกลาง ระดับความลึกของดินตั้งแต่ 18 เซนติเมตรลงไปเป็นดินแข็ง (ภาพที่ 11 ข.) และจุดที่ 3 พบว่า ความแข็งของดินที่เป็นดินอ่อนอยู่ในระดับความลึกตั้งแต่ระดับผิวหน้าดินถึงระดับความลึกที่ 3 เซนติเมตร ความลึกดินตั้งแต่ 4-16 เซนติเมตร ความแข็งของดินเป็นดินปานกลาง ความลึกดินตั้งแต่ 17-41 เซนติเมตร ความแข็งของดินเป็นดินแข็ง ระดับความลึกของดินตั้งแต่ 42 เซนติเมตรลงไปเป็นดินแข็งมาก (ภาพที่ 11 ค.)



ก. หย่อมป่าจุดที่ 1 ข. หย่อมป่าจุดที่ 2 ค. หย่อมป่าจุดที่ 3

ภาพที่ 11 ความแข็งของดินแนวดิ่งในพื้นที่หย่อมป่า

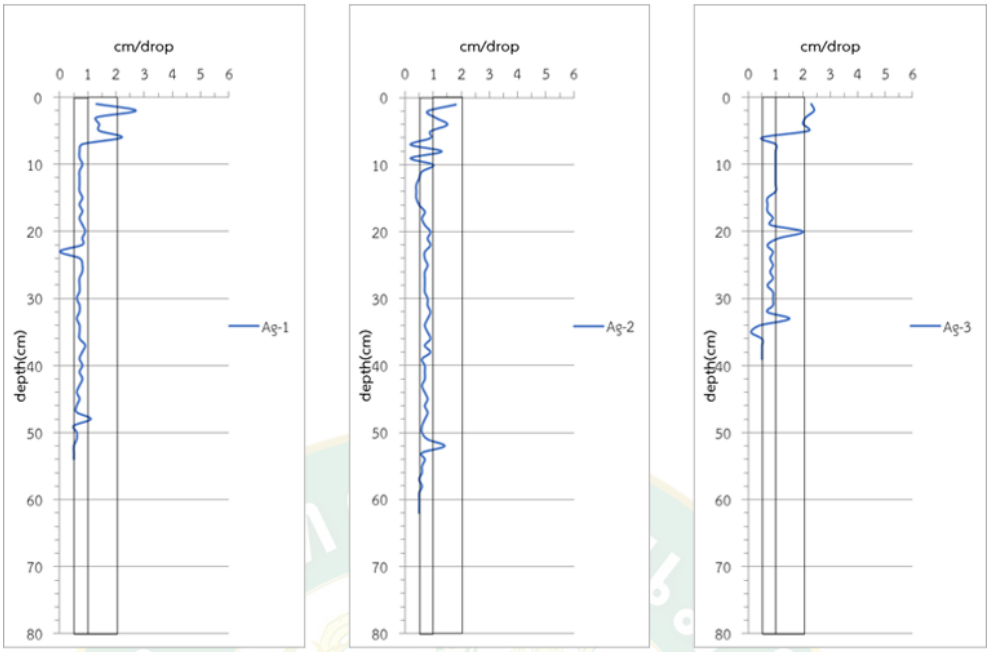
ความแข็งของดินแนวดิ่งในพื้นที่ป่าฟื้นฟู (FLR) พบว่า ป่าฟื้นฟูจุดที่ 1 มีความแข็งของดินที่เป็นดินปานกลางอยู่ในระดับความลึกตั้งแต่ระดับผิวหน้าดินถึงระดับความลึกที่ 24 เซนติเมตร ระดับความลึกของดินตั้งแต่ 25 เซนติเมตร ลงไปเป็นดินแข็ง (ภาพที่ 12 ก.) ในขณะที่จุดที่ 2 พบว่า ความแข็งของดินที่เป็นดินอ่อนอยู่ในระดับความลึกตั้งแต่ระดับผิวหน้าดินถึงระดับความลึกที่ 3 เซนติเมตร ความลึกดินตั้งแต่ 4-28 เซนติเมตร ความแข็งของดินเป็นดินปานกลาง ระดับความลึกของดินตั้งแต่ 29 เซนติเมตร ลงไปเป็นดินแข็ง (ภาพที่ 12 ข.) และจุดที่ 3 พบว่า ความแข็งของดินที่เป็นดินปานกลางอยู่ในระดับความลึกตั้งแต่ระดับผิวหน้าดินถึงระดับความลึกที่ 6 เซนติเมตร ความลึกดินตั้งแต่ 7-23 เซนติเมตร ความแข็งของดินเป็นดินแข็ง ระดับความลึกของดินตั้งแต่ 24 เซนติเมตร ลงไปเป็นดินแข็งมาก (ภาพที่ 12 ค.)



ก. ป่าฟื้นฟูจุดที่ 1 ข. ป่าฟื้นฟูจุดที่ 2 ค. ป่าฟื้นฟูจุดที่ 3

ภาพที่ 12 ความแข็งของดินแนวดิ่งในพื้นที่ป่าฟื้นฟู

ความแข็งของดินแนวดิ่งในพื้นที่เกษตร (Ag) พบว่า พื้นที่เกษตรจุดที่ 1 มีความแข็งของดินที่เป็นดินปานกลางอยู่ในระดับความลึกตั้งแต่ระดับผิวหน้าดินถึงระดับความลึกที่ 7 เซนติเมตร ระดับความลึกของดินตั้งแต่ 8 เซนติเมตร ลงไปเป็นดินแข็ง (ภาพที่ 13 ก.) ในขณะที่จุดที่ 2 พบว่า ความแข็งของดินที่เป็นดินปานกลางอยู่ในระดับความลึกตั้งแต่ระดับผิวหน้าดินถึงระดับความลึกที่ 5 เซนติเมตร ระดับความลึกของดินตั้งแต่ 6 เซนติเมตรลงไปเป็นดินแข็ง (ภาพที่ 13 ข.) และจุดที่ 3 พบว่า ความแข็งของดินที่เป็นดินอ่อนอยู่ในระดับความลึกตั้งแต่ระดับผิวหน้าดินถึงระดับความลึกที่ 5 เซนติเมตร ความลึกดินตั้งแต่ 6-34 เซนติเมตร ความแข็งของดินเป็นดินแข็ง ระดับความลึกของดินตั้งแต่ 35 เซนติเมตร ลงไปเป็นดินแข็งมาก (ภาพที่ 13 ค.)



ก. พื้นที่เกษตรจุดที่ 1 ข. พื้นที่เกษตรจุดที่ 2 ค. พื้นที่เกษตรจุดที่ 3

ภาพที่ 13 ความแข็งของดินแนวดิ่งในพื้นที่เกษตร

จากผลการศึกษาความแข็งของดินแนวดิ่งในพื้นที่หย่อมป่า พบว่า ความแข็งดินที่เป็นดินอ่อนจะพบอยู่บริเวณผิวหน้าดิน ความลึกดินตั้งแต่ระดับ 0-8 เซนติเมตร ความแข็งดินที่เป็นดินปานกลางจะอยู่ในช่วง 9-31 เซนติเมตร ความแข็งดินที่เป็นดินแข็งจะอยู่ในช่วง 32-38 เซนติเมตร ความแข็งดินที่เป็นดินแข็งมากจะอยู่ในช่วง 39 เซนติเมตรลงไป ในขณะที่ป่าฟื้นฟู พบว่า ความแข็งดินที่เป็นดินอ่อนจะพบอยู่บริเวณผิวหน้าดิน ความลึกดินตั้งแต่ระดับ 0-3 เซนติเมตร ความแข็งดินที่เป็นดินปานกลางจะอยู่ในช่วง 4-19 เซนติเมตร ความแข็งดินที่เป็นดินแข็งจะอยู่ในช่วง 20-23 เซนติเมตร ความแข็งดินที่เป็นดินแข็งมากจะอยู่ในช่วง 24 เซนติเมตรลงไป และพื้นที่เกษตร พบว่า ความแข็งดินที่เป็นดินอ่อนจะพบอยู่บริเวณผิวหน้าดิน ความลึกดินตั้งแต่ระดับ 0-5 เซนติเมตร ความแข็งดินที่เป็นดินปานกลางจะอยู่ในช่วง 6-7 เซนติเมตร ความแข็งดินที่เป็นดินแข็งจะอยู่ในช่วง 8-34 เซนติเมตร ความแข็งดินที่เป็นดินแข็งมากจะอยู่ในช่วง 35 เซนติเมตรลงไป (ตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ วันเพ็ญ และชนิดา (2559) พบว่า ความเสื่อมโทรมของดินทางกายภาพที่สำคัญ คือ การเกิดชั้นดาน เนื่องจากการเกษตรแผนใหม่ได้มีการนำเครื่องมือและเครื่องจักรหนักอย่างมากเข้าไปใช้ในพื้นที่เกษตรกรรม มีการไถพรวนบ่อยทำให้โครงสร้างของดินถูกทำลาย ดินอัดตัวแน่นขึ้น ทำให้เกิดชั้นดานเชื่อมแข็งในชั้นดินไถพรวน ส่งผลให้ดินในพื้นที่เกษตรมีความแข็งของดินที่เป็นดินแข็งถึงดินแข็งมากอยู่ตื้นกว่าหย่อมป่า และป่าฟื้นฟู

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความแข็งของดินแนวดิ่งในพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร

Land use	Soil hardness			
	Soft (cm)	Moderate (cm)	Hard (cm)	Very hard (cm)
Remnant forest	0-8	9-31	32-38	≥39
Forest restoration	0-3	4-19	20-23	≥24
Agriculture	0-5	6-7	8-34	≥35

ความแข็งดินแนวนอน โดยเครื่องมือ Yamanaka - type Push Cone Penetrometer

ความแข็งของดินแนวนอน พบว่า ความแข็งดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร บริเวณป่าฟื้นฟูมีความแข็งของดินเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 17.44 มิลลิเมตร รองลงมา คือ พื้นที่เกษตรและหย่อมป่า มีค่าเท่ากับ 15.67 และ 13.67 มิลลิเมตร ที่ระดับความชื้น 10.33, 10.33 และ 10.22% ตามลำดับ ดังตารางที่ 3

ความแข็งของดินแนวนอนที่ระดับความลึก 20-25 เซนติเมตร พบว่า ความแข็งของดินบริเวณพื้นที่หย่อมป่า มีความแข็งของดินเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 16.78 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตรมีค่าเท่ากับ 15.78 และ 15.00 มิลลิเมตร ที่ระดับความชื้น 10.56, 10.11 และ 10.33% ตามลำดับ ดังตารางที่ 3

จากผลการศึกษาความแข็งของดินแนวนอน พบว่า ดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร ในพื้นที่หย่อมป่ามีปริมาณอินทรียวัตถุ และธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงส่งผลให้ดินชั้นบนมีค่าความแข็งของดินน้อยที่สุด ในขณะที่ความลึกดินที่ระดับ 20-25 เซนติเมตร พื้นที่หย่อมป่ามีค่าความแข็งของดินมากกว่าป่าฟื้นฟูและพื้นที่เกษตร เนื่องจากพบหินกรวดปะปนในดินรวมถึงรากพืชจำนวนมาก ทางด้านความชื้นในดินของหย่อมป่า ป่าฟื้นฟูและพื้นที่เกษตรมีค่าใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ ภัทรา และคณะ (2554) พบว่า การผลิตพืชไร่ในระบบเกษตร เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง และอ้อย การไถพรวนเพื่อปรับสภาพพื้นที่ให้สม่ำเสมอและกำจัดวัชพืชเป็นขั้นตอนที่สำคัญเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง หากการไถพรวนมากเกินความจำเป็นจะเกิดการเร่งการสลายตัวของอินทรียวัตถุในดินอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดแผ่นแข็งที่ผิวหน้าดินและชั้นดานไถพรวน (plow pan) อัตราการซาบซึมน้ำของดินลดลงเกิดน้ำไหลบ่าหน้าผิวดินเพิ่มขึ้นจึงทำให้สูญเสียธาตุอาหารไปกับตะกอนดิน และทำให้ดินเสื่อมสภาพลงทั้งทางกายภาพและความอุดมสมบูรณ์ ปริมาณผลผลิตครั้งต่อไปจึงลดลงหากขาดการดูแลพื้นที่อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 3 ความแข็งของดินแนวนอนบริเวณพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร

Total	Remnant forest		Forest restoration		Agricultural	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Surface soil (0-5 cm)						
Soil hardness (mm)	13.67	2.65	17.44	2.17	15.67	3.21
Soil moisture (%)	10.22	0.19	10.33	0.33	10.33	0.58
Subsurface soil (20-25 cm)						
Soil hardness (mm)	16.78	0.51	15.78	2.50	15.00	0.58
Soil moisture (%)	10.56	0.38	10.11	0.19	10.33	0.58

ผลการศึกษาสมบัติดินทางเคมีพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร

ดินชั้นบน (ความลึกดินที่ระดับ 0-5 เซนติเมตร)

ในพื้นที่หย่อมป่า พบว่า สมบัติดินทางเคมีมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) เท่ากับ 6.77 แสดงถึงค่าเป็นกลาง (neutral) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) มีค่าเท่ากับ 12.5 meq/100g อยู่ในระดับต่ำ (ระดับ CEC ต่ำ 10-15 meq/100g) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ในพื้นที่หย่อมป่า มีค่าเท่ากับร้อยละ 6.65 แสดงถึงปริมาณอินทรียวัตถุสูงมาก (ระดับ OM สูงมาก > 4.5%) ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) พบฟอสฟอรัส (P) ของพื้นที่หย่อมป่า มีค่าเท่ากับ 17.27 mg/kg อยู่ในระดับสูง (P สูง 16-45 mg/kg) ด้านโพแทสเซียม (K) ที่มีส่วนสำคัญในการเคลื่อนย้ายสารอาหารหรือผลผลิตจากการสังเคราะห์แสง พบในพื้นที่หย่อมป่า มีค่าเท่ากับ 91.86 mg/kg อยู่ในระดับที่สูง (K สูง 91-120 mg/kg) ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) พบแคลเซียม (Ca) เป็นองค์ประกอบในสารที่เชื่อมผนังเซลล์ให้ติดกัน ช่วยในการแบ่งเซลล์ การผสมเกสร การงอกของเมล็ด และช่วยให้เอนไซม์บางชนิดทำงานได้ดีขึ้น มีค่าเท่ากับ 2,292.92 mg/kg อยู่ในระดับที่สูง (Ca สูง 2,000-3,000 mg/kg) แมกนีเซียม (Mg) ทำให้สภาพความเป็นกรด-ด่างในเซลล์เหมาะสม ช่วยในการงอกของเมล็ด มีค่าเท่ากับ 265.94 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง (Mg ปานกลาง 120-360 mg/kg) ทางด้านเนื้อดิน (Soil texture) มีลักษณะเนื้อดินที่แตกต่างกัน โดยอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือ อนุภาคดินทราย (Sand) รองลงมา คือ อนุภาคทรายแป้ง (Silt) และอนุภาคดินเหนียว (Clay) ตามลำดับ (วีระชัย และคณะ, 2565) พบว่า มีค่า

อนุภาคดินทราย (Sand) ร้อยละ 59.12 อนุภาคทรายแป้ง (Silt) ร้อยละ 14.20 และอนุภาคดินเหนียว (Clay) เท่ากับร้อยละ 26.68 ดังตารางที่ 4

ป่าฟื้นฟู พบว่า สมบัติดินทางเคมี มีค่า pH เท่ากับ 6.01 มีค่าเป็นกรดเล็กน้อย (slightly alkaline) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก มีค่าเท่ากับ 9.6 meq/100g อยู่ในระดับต่ำมาก (ระดับ CEC ต่ำมาก 4-9) ปริมาณอินทรียวัตถุ มีค่าเท่ากับร้อยละ 5.47 แสดงถึงการมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงมาก (ระดับ OM สูงมาก >4.5%) ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) พบฟอสฟอรัส (P) มีค่าเท่ากับ 0.97 mg/kg อยู่ในระดับที่ต่ำมาก (P ต่ำมาก < 3 mg/kg) ธาตุอาหารโพแทสเซียม (K) มีค่าเท่ากับ 83.47 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง (K ปานกลาง 60-90 mg/kg) ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) พบแคลเซียม (Ca) มีค่าเท่ากับ 1396.25 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง (Ca ปานกลาง 1,000-2,000 mg/kg) แมกนีเซียม (Mg) มีค่าเท่ากับ 172.70 mg/kg อยู่ในระดับที่ปานกลาง ทางด้านเนื้อดิน พบว่ามีค่าอนุภาคดินทราย ร้อยละ 42.72 อนุภาคทรายแป้ง ร้อยละ 23.8 และอนุภาคดินเหนียว เท่ากับร้อยละ 33.48 ดังตารางที่ 4

พื้นที่เกษตร พบว่า สมบัติดินทางเคมี มีค่า pH เท่ากับ 6.37 มีค่าเป็นกรดเล็กน้อย ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก มีค่าเท่ากับ 11.6 meq/100g อยู่ในระดับต่ำ ปริมาณอินทรียวัตถุ มีค่าเท่ากับร้อยละ 2.95 อินทรียวัตถุค่อนข้างสูง (ระดับ OM ค่อนข้างสูง 2.5-3.5%) ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) พบฟอสฟอรัส (P) ในพื้นที่เกษตร มีค่าเท่ากับ 0.76 mg/kg อยู่ในระดับที่ต่ำมาก ธาตุอาหารโพแทสเซียม (K) มีค่าเท่ากับ 74.50 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) พบแคลเซียม (Ca) มีค่าเท่ากับ 1610.56 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง แมกนีเซียม (Mg) มีค่าเท่ากับ 190.81 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง ทางด้านเนื้อดิน พบว่า มีค่าอนุภาคดินทราย (Sand) ร้อยละ 37.52 อนุภาคทรายแป้ง (Silt) ร้อยละ 21.40 และอนุภาคดินเหนียว (Clay) เท่ากับร้อยละ 41.08 ดังตารางที่ 4

ดินชั้นล่าง (ความลึกที่ระดับ 20-25 เซนติเมตร)

สมบัติดินทางเคมีที่ดินชั้นล่าง พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ในพื้นที่หย่อมป่ามีค่าเท่ากับ 6.70 แสดงถึงค่าเป็นกลาง ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก มีค่าเท่ากับ 11.56 meq/100g อยู่ในระดับต่ำ (ระดับ CEC ต่ำ 10-15 meq/100g) ปริมาณอินทรียวัตถุ เท่ากับร้อยละ 5.15 แสดงถึงอินทรียวัตถุสูงมาก (ระดับ OM สูงมาก >4.5%) ธาตุอาหารหลัก พบฟอสฟอรัส (P) มีค่าเท่ากับ 13.73 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง (P ปานกลาง 11-15 mg/kg) ด้านโพแทสเซียม (K) มีค่าเท่ากับ 76.3 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง (K ปานกลาง 61-90 mg/kg) ธาตุอาหารรอง พบแคลเซียม (Ca) มีค่าเท่ากับ 2116.86 mg/kg อยู่ในระดับที่สูง (Ca สูง 2,000-3,000 mg/kg) แมกนีเซียม (Mg) มีค่าเท่ากับ 256.79 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง (Mg ปานกลาง 120-360

mg/kg) ทางด้านเนื้อดิน พบอนุภาคดินทราย มีค่าร้อยละ 57.20 อนุภาคทรายแป้ง มีค่าร้อยละ 14.2 อนุภาคดินเหนียว เท่ากับร้อยละ 28.28 ดังตารางที่ 4

ป่าฟื้นฟู พบค่า pH มีค่าเท่ากับ 6.27 เป็นกรดเล็กน้อย ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก เท่ากับ 9.65 meq/100g อยู่ในระดับต่ำมาก (ระดับ CEC ต่ำมาก 4-9) ปริมาณอินทรียวัตถุ เท่ากับร้อยละ 4.86 แสดงถึงอินทรียวัตถุสูงมาก ธาตุอาหารหลัก พบฟอสฟอรัส (P) มีค่าเท่ากับ 0.82 mg/kg อยู่ในระดับที่ต่ำมาก (P ต่ำมาก < 3 mg/kg) โพแทสเซียม (K) มีค่าเท่ากับ 69.34 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง ธาตุอาหารรอง พบแคลเซียม (Ca) มีค่าเท่ากับ 1343.81 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง (Ca ปานกลาง 1,000-2,000 mg/kg) แมกนีเซียม (Mg) มีค่าเท่ากับ 158.51 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง ทางด้านเนื้อดิน พบอนุภาคดินทราย มีค่าร้อยละ 40.32 อนุภาคทรายแป้ง (Silt) มีค่าร้อยละ 25 อนุภาคดินเหนียว (Clay) เท่ากับร้อยละ 34.68 ดังตารางที่ 4

พื้นที่เกษตร พบว่า สมบัติดินทางเคมีค่า pH เท่ากับ 6.44 เป็นกรดเล็กน้อย ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก มีค่าเท่ากับ 10.48 meq/100g อยู่ในระดับต่ำ ปริมาณอินทรียวัตถุ เท่ากับร้อยละ 2.59 อินทรียวัตถุค่อนข้างสูง (ระดับ OM ค่อนข้างสูง 2.5-3.5%) ธาตุอาหารหลัก พบฟอสฟอรัส (P) มีค่าเท่ากับ 0.88 mg/kg อยู่ในระดับที่ต่ำมาก โพแทสเซียม (K) มีค่าเท่ากับ 68.41 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง ธาตุอาหารรอง พบแคลเซียม (Ca) มีค่าอยู่ในช่วง 1700.56 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง แมกนีเซียม (Mg) มีค่าเท่ากับ 203.20 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง ทางด้านเนื้อดิน พบอนุภาคดินทราย มีค่าร้อยละ 38.32 อนุภาคทรายแป้ง มีค่าร้อยละ 21 อนุภาคดินเหนียว เท่ากับร้อยละ 40.68 ดังตารางที่ 4

ในสมบัติดินทางเคมีของดินชั้นบน (ความลึกที่ระดับ 0-5 เซนติเมตร) และดินชั้นล่าง (ความลึกที่ระดับ 20-25 เซนติเมตร) พบว่า พื้นที่หย่อมป่ามีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุด เนื่องจากในพื้นที่หย่อมป่ามีปริมาณอินทรียวัตถุหน้าดิน ธาตุอาหารหลัก (P, K) ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg) และสามารถแลกเปลี่ยนประจุบวกได้มากที่สุด มีค่า pH เป็นกลาง (neutral) ต่างจากป่าฟื้นฟูและพื้นที่เกษตร ทั้งสองพื้นที่มีค่า pH เป็นกรดเล็กน้อย (slightly alkaline) ในส่วนของเนื้อดินของพื้นที่หย่อมป่าเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) ขณะที่พื้นที่ป่าพื้นฟูเป็นดินร่วนเหนียว (Clay loam) และพื้นที่เกษตรเป็นดินเหนียว (Clay) พิจารณาจากการจำแนกเนื้อดินตามสามเหลี่ยมดิน (วันเพ็ญ และชนิดา, 2559) จากการทดสอบทางสถิติ พบว่า โพแทสเซียม (K) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมักเป็นอนุภาคดินเหนียวที่เกิดจากการทับถมของตะกอน รองลงมาเป็นอนุภาคดินทรายแป้งซึ่งมีความสำคัญในการรักษาสถานภาพของโพแทสเซียมในดินมากกว่าอนุภาคดินทราย และดินในพื้นที่ลุ่มจะพบปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่าที่ดอน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) ในพื้นที่เกษตรดินมีอนุภาคเป็นดินเหนียว ความสูงจากระดับน้ำทะเลต่ำกว่าพื้นที่หย่อมป่า และป่าฟื้นฟู แต่ปริมาณโพแทสเซียมน้อยกว่า

เกิดจากพื้นที่มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หมุนเวียนตลอดปีทำให้ปริมาณโพแทสเซียมถูกใช้มากกว่าพื้นที่หย่อมป่า และป่าฟื้นฟู ค่าโพแทสเซียมจึงมีปริมาณที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

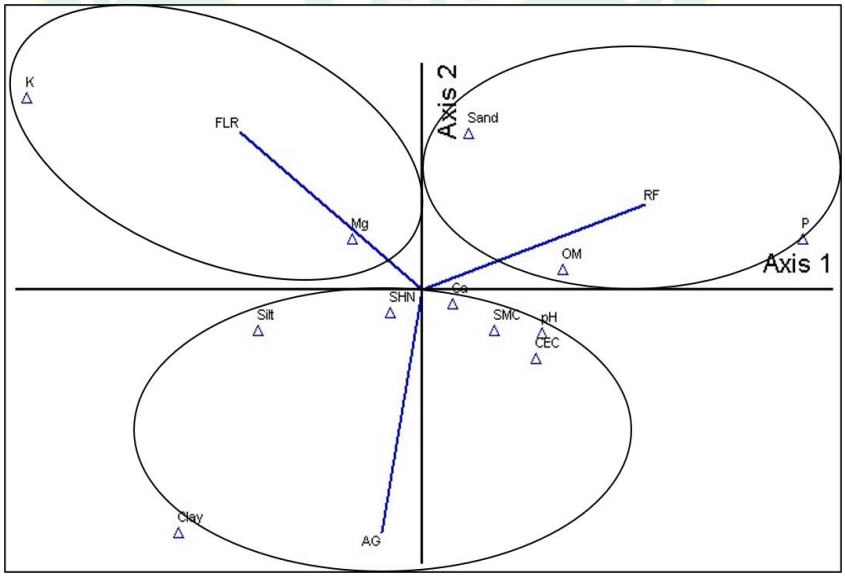
ตารางที่ 4 สมบัติดินทางเคมี

Soil properties	Remnant Forest	Forest Restoration	Agriculture	Arithmetic Mean
Surface soil (0-5 cm)				
1. pH	6.77 b	6.01 a	6.37 ab	6.38
2. Cation Exchange Capacity (CEC) (meq/100g)	12.5 b	9.6 a	11.6 b	11.23
3. Organic Matter (OM) (%)	6.65 c	5.47 b	2.95 a	5.02
4. Available Phosphorus (P) (mg/kg)	17.27 b	0.97 a	0.76 a	6.33
5. Exchangeable Potassium (K) (mg/kg)	91.86	83.47	74.5	83.28
6. Exchangeable Calcium (Ca) (mg/kg)	2292.92 b	1396.25 a	1610.56 a	1766.58
7. Exchangeable Magnesium (Mg) (mg/kg)	265.94 b	172.70 a	190.81 a	209.82
8. Sand (%)	59.12 a	42.72 b	37.52 c	46.45
9. Silt (%)	14.2 a	23.8 b	21.4 ab	19.80
10. Clay (%)	26.68 b	33.48 a	41.08 a	33.75
Subsurface soil (20-25 cm)				
1. pH	6.70	6.27	6.44	6.47
2. Cation Exchange Capacity (CEC) (meq/100g)	11.56 b	9.65 a	10.48 a	10.56
3. Organic Matter (OM) (%)	5.15	4.86	2.59	4.20
4. Available Phosphorus (P) (mg/kg)	13.73	0.82	0.88	5.14
5. Exchangeable Potassium (K) (mg/kg)	76.3	69.34	68.41	71.35
6. Exchangeable Calcium (Ca) (mg/kg)	2116.86 b	1343.81 a	1700.56 a	1720.41
7. Exchangeable Magnesium (Mg) (mg/kg)	256.79 b	158.51 a	203.20 a	206.17
8. Sand (%)	57.2 b	40.32 b	38.32 a	45.28
9. Silt (%)	14.2 a	25 b	21 b	20.07
10. Clay (%)	28.28 b	34.68 a	40.68 a	34.55

หมายเหตุ วิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีที่ห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

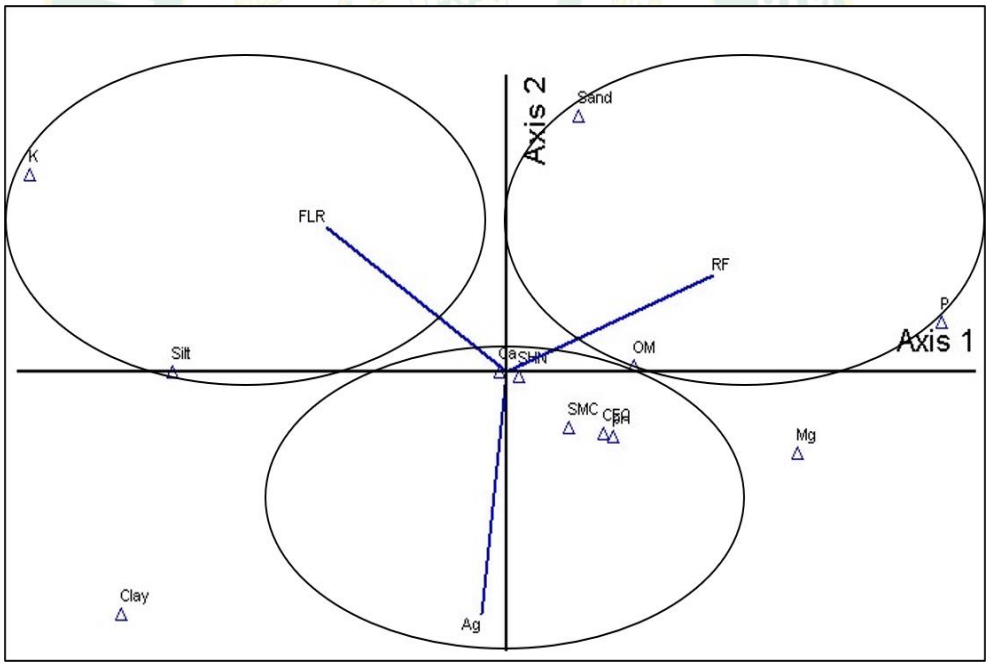
การวิเคราะห์ปัจจัยดินในพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร โดยใช้การวิเคราะห์แบบ PCA (Principle Component Analysis)

การวิเคราะห์ปัจจัยดินความลึกดินที่ระดับ 0-5 เซนติเมตร โดยใช้ Principal component analysis โดยใช้ปัจจัยทางเคมีของดิน ทั้ง 12 ปัจจัย ได้แก่ pH, CEC, OM, P, K, Ca, Mg, Sand, Silt, Clay, Soil hardness และ Soil moisture พบว่า ดินสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 หย่อมป่า สมบัติดินที่แสดงออก ได้แก่ ธาตุอาหารหลัก ฟอสฟอรัส (P) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) และปริมาณเนื้อดิน Sand จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน กลุ่มที่ 2 พื้นที่ป่าฟื้นฟู สมบัติดินที่แสดงออก ได้แก่ ธาตุอาหารหลัก โพแทสเซียม (K) ธาตุอาหารรอง แมกนีเซียม (Mg) กลุ่มที่ 3 พื้นที่เกษตร สมบัติดินที่แสดงออก ได้แก่ ปริมาณเนื้อดิน Silt, Clay, ความแข็งของดิน (Soil hardness) ความชื้นในดิน (Soil moisture) แคลเซียม (Ca) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) และค่า pH (ภาพที่ 14) สอดคล้องกับการศึกษาของ อาจิน และคณะ (2540) พบว่า สมบัติดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากมีธาตุอาหารและจุลินทรีย์ในดิน เช่น ฟอสฟอรัสในดินพืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีเมื่อ pH อยู่ในช่วงระหว่าง 6.0-7.0 ซึ่ง pH ของดินจะแตกต่างกันไปในแต่ละชั้นหนาตัดดิน ผลมาจากการกระจายของอินทรียวัตถุที่ไม่สม่ำเสมอ ฤดูกาล การชะล้าง ชนิดและการผุสลายของอินทรียวัตถุ เป็นต้น โดยอินทรียวัตถุกอให้เกิดลักษณะโครงสร้างที่ดีของดิน รวมถึงมีผลต่อการระบายอากาศ การอุ้มน้ำ การสร้างเม็ดดิน ทำให้ดินมีการระบายอากาศได้ดีมีปริมาณออกซิเจน การเก็บกักเก็บน้ำเพิ่มมากขึ้น และช่วยเพิ่มความต้านทานการชะล้างพังทลายของดิน เนื่องจากช่องว่างขนาดใหญ่ในดินเพิ่มขึ้นทำให้น้ำสามารถเคลื่อนตัวซึมลงไปในดินชั้นล่างต่อไป



ภาพที่ 14 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยดินหย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตรที่ระดับ 0-5 เซนติเมตร

การวิเคราะห์ปัจจัยดินความลึกดินที่ระดับ 20-25 เซนติเมตร โดยใช้ Principal component analysis พบว่า ดินสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 หย่อมป่า สมบัติดินที่แสดงออก ได้แก่ ธาตุอาหารหลัก ฟอสฟอรัส (P) ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter (OM)) และปริมาณเนื้อดิน Sand จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน กลุ่มที่ 2 พื้นที่ป่าฟื้นฟู สมบัติดินที่แสดงออก ได้แก่ ธาตุอาหารหลัก โพแทสเซียม (K) และปริมาณเนื้อดิน Silt กลุ่มที่ 3 พื้นที่เกษตร สมบัติดินที่แสดงออก ได้แก่ แคลเซียม (Ca) ความแข็งของดิน (Soil hardness) ความชื้นในดิน (Soil moisture) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) และค่า pH (ภาพที่ 15) สอดคล้องกับการศึกษาของ วีระชัย และคณะ (2564); Lattirasuvan et al. (2010) และ Tanaka et al. (2010) พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อปริมาณของธาตุอาหาร สมบัติดินทางด้านกายภาพและเคมีที่แตกต่างกัน รวมถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละพื้นที่จะขึ้นอยู่กับวัตถุต้นกำเนิดดิน ซึ่งผลมาจากการใส่ปุ๋ยเคมี ยาปราบวัชพืช และการรบกวนหน้าดินด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การไถพรวน การเผาวัชพืช เป็นต้น



ภาพที่ 15 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยดินหย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตรที่ระดับ 20-25 เซนติเมตร

ผลการศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในพื้นที่หย่อมป่า และป่าฟื้นฟู

ลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในพื้นที่หย่อมป่า

จากการสำรวจความหลากชนิดของพรรณไม้ในพื้นที่หย่อมป่า บริเวณบ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ พบชนิดไม้ทั้งหมด 37 ชนิด 32 สกุล 25 วงศ์ (ตารางที่ 5) ไม้ใหญ่ (Tree) พบ 33 ชนิด 29 สกุล 22 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิดของไม้ใหญ่ เท่ากับ 2.61 ความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้ และขนาดพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 787.50 ต้น/เฮกแตร์ และ 21.49 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก ได้แก่ สัก (*Tectona grandis*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) แดง (*Xylia xylocarpa*) รัง (*Shorea siamensis*) และผ่าเสี้ยน (*Vitex canescens*) มีค่าเท่ากับร้อยละ 70.69, 46.03, 39.64, 19.49 และ 16.09 ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ลูกไม้ (Sapling) ในพื้นที่หย่อมป่า พบชนิดไม้ทั้งหมด 14 ชนิด 13 สกุล 10 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิดของไม้ต้น เท่ากับ 2.35 ความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้ และขนาดพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 2,500 ต้น/เฮกแตร์ และ 0.61 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก ได้แก่ ยมหิน (*Chukrasia tabularis*) แดง (*Xylia xylocarpa*) ผ่าเสี้ยน (*Vitex canescens*) เพกา (*Oroxylum indicum*) และมะเม่าสาย (*Antidesma sootepense*) มีค่าเท่ากับร้อยละ 46.65, 39.89, 39.44, 32.04 และ 30.41 ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

กล้าไม้ (Seedling) ในพื้นที่หย่อมป่า พบชนิดไม้ทั้งหมด 9 ชนิด 9 สกุล 8 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิดของไม้ต้น เท่ากับ 1.98 ความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้ เท่ากับ 17,500 ต้น/เฮกแตร์ (ตารางที่ 7) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก ได้แก่ ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*) มะเม่าสาย (*Antidesma sootepense*) ปอแก่นเทา (*Grewia eriocarpa*) ยมหิน (*Chukrasia tabularis*) และกระพี้เขาควาย (*Dalbergia cultrate*) มีค่าเท่ากับร้อยละ 32.90, 32.90, 27.71, 27.71 และ 23.38 ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ไผ่ (Bamboo) ในพื้นที่หย่อมป่า พบชนิดไม้ทั้งหมด 1 ชนิด 1 สกุล 1 วงศ์ ความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้ เท่ากับ 104.16 ต้น/เฮกแตร์ (ตารางที่ 7) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ ได้แก่ ไผ่ไร่ (*Gigantochloa albociliata*) (ตารางที่ 11)

ลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในพื้นที่ป่าฟื้นฟู

จากการสำรวจความหลากชนิดของพรรณไม้ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู พบชนิดไม้ทั้งหมด 55 ชนิด 48 สกุล 22 วงศ์ (ตารางที่ 6) ไม้ใหญ่ (Tree) พบ 52 ชนิด 46 สกุล 22 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิดของไม้ใหญ่ (Tree) เท่ากับ 3.09 ความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้ และขนาดพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 1,142.50 ต้น/เฮกแตร์ และ 9.70 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก ได้แก่ ขี้เหล็ก (*Senna siamea*) มะขามเทศ (*Pithecellobium dulce*) กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocepphala*) สัก (*Tectona grandis*) และสะตอ (*Parkia speciosa*) มีค่าเท่ากับร้อยละ 43.98, 22.24, 21.95, 18.58 และ 16.51 ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ลูกไม้ (Sapling) ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู พบชนิดไม้ทั้งหมด 10 ชนิด 10 สกุล 7 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิดของไม้ต้น เท่ากับ 1.93 ความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้ และขนาดพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 781.25 ต้น/เฮกแตร์ และ 0.24 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก ได้แก่ ข่อย (*Streblus asper*) กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocepphala*) กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana*) เก็ดแดง (*Dalbergia dongnaiensis*) และชะอม (*Acacia pennata*) มีค่าเท่ากับร้อยละ 87.09, 47.69, 34.94, 33.56 และ 22.88 ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

กล้าไม้ (Seedling) ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู พบชนิดไม้ทั้งหมด 6 ชนิด 6 สกุล 6 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิดของไม้ต้น เท่ากับ 1.51 ความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้ เท่ากับ 21,000 ต้น/เฮกแตร์ (ตารางที่ 7) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก ได้แก่ กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocepphala*) ข่อย (*Streblus asper*) ดำดง (*Diospyros ferrea*) กระเจียน (*Hubera cerasoides*) และจิกน้ำ (*Barringtonia acutangular*) มีค่าเท่ากับร้อยละ 63.33, 46.19, 33.81, 29.52 และ 14.76 ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

ไผ่ (Bamboo) ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู พบชนิดไม้ทั้งหมด 2 ชนิด 2 สกุล 1 วงศ์ ความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้ เท่ากับ 56.25 ต้น/เฮกแตร์ (ตารางที่ 7) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ ได้แก่ ไผ่ตง (*Dendrocalamus asper*) และไผ่รวก (*Thyrsostachys siamensis*) มีค่าเท่ากับร้อยละ 219.69 และ 80.30 (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 5 พรรณไม้ทั้งหมดที่พบในพื้นที่หย่อมป่า

Number	Common name	Scientific name	Family
1	กระถินยักษ์	*Leucaena leucocepphala*	FABACEAE
2	กระท่อมหมู	*Mitragyna rotundifolia*	RUBIACEAE
3	กระพี้เขาควาย	*Dalbergia cultrata*	FABACEAE
4	กระพี้จั่น	*Millettia brandisiana*	FABACEAE
5	กาสามปีก	*Vitex peduncularis*	LAMIACEAE
6	กุ๊ก	*Lannea coromandelica*	ANACARDIACEAE
7	เก็ดแดง	*Dalbergia dongnaiensis*	FABACEAE
8	ขว้าว	*Adina cordifolia*	RUBIACEAE
9	ขางหัวหมู	*Miliusa velutina*	ANNONACEAE
10	งิ้ว	*Bombax anceps*	BOMBACACEAE
11	แดง	*Xylia xylocarpa*	FABACEAE
12	ตะคร้อ	*Schleichera oleosa*	SAPINDACEAE
13	ตะครำ	*Garuga pinnata*	BURSERACEAE
14	ตะแบกเปลือกบาง	*Lagerstroemia duperreana*	LYTHRACEAE
15	ติ้วเกลี้ยง	*Cratoxylum cochinchinense*	HYPERICACEAE
16	ติ้วหนาม	*Cratoxylum formosum*	HYPERICACEAE
17	เต็งหนาม	*Bridelia retusa*	PHYLLANTHACEAE
18	ประดู่	*Pterocarpus macrocarpus*	FABACEAE
19	ปอแก่นเทา	*Grewia eriocarpa*	TILIACEAE
20	ปอเลียงมัน	*Berrya mollis*	MALVACEAE
21	ปีบ	*Millingtonia hortensis*	BIGNONIACEAE
22	ผักหวานป่า	*Melientha suavis*	OPILIACEAE
23	ผ่าเสี้ยน	*Vitex canescens*	LAMIACEAE
24	เพกา	*Oroxylum indicum*	BIGNONIACEAE
25	มะกอกเกลื้อน	*Canarium subulatum*	BURSERACEAE
26	มะชาง	*Madhuca pierrei*	SAPOTACEAE
27	มะเม่าสาย	*Antidesma sootepense*	STILAGINACEAE
28	ยมหิน	*Chukrasia tabularis*	MELIACEAE

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Number	Common name	Scientific name	Family
29	ยอป่า	*Morinda corein*	RUBIACEAE
30	รัง	*Shorea siamensis*	DIPTEROCARPACEAE
31	สะแกวัน	*Combretum punctatum*	COMBRETACEAE
32	สัก	*Tectona grandis*	LAMIACEAE
33	เสี้ยวเครือ	*Bauhinia glauca*	FABACEAE
34	เสี้ยวป่า	*Bauhinia saccocalyx*	FABACEAE
35	เสี้ยวส้ม	*Bauhinia malabarica*	FABACEAE
36	หนามแท่ง	*Catunaregam spathulifolia*	RUBIACEAE
37	เหมือดโลด	*Aporosa villosa*	EUPHORBIACEAE

ตารางที่ 6 พรรณไม้ทั้งหมดที่พบในพื้นที่ป่าฟื้นฟู

Number	Common name	Scientific name	Family
1	กระเจียน	*Hubera cerasoides*	ANNONACEAE
2	กระโดน	*Careya sphaerica*	LECYTHIDACEAE
3	กระถินยักษ์	*Leucaena leucocepphala*	FABACEAE
4	กระพี้จั่น	*Millettia brandisiana*	FABACEAE
5	กร่าง	*Ficus altissima*	MORACEAE
6	กางขี้มอด	*Albizia odoratissima*	FABACEAE
7	เก็ดแดง	*Dalbergia dongnaiensis*	FABACEAE
8	ข่อย	*Streblus asper*	MORACEAE
9	ขางหัวหมู	*Miliusa velutina*	ANNONACEAE
10	ขี้เหล็ก	*Senna siamea*	FABACEAE
11	คูน	*Cassia fistula*	FABACEAE
12	แคนา	*Dolichandrone serrulata*	BIGNONIACEAE
13	จามจุรี	*Samanea saman*	FABACEAE
14	จิกน้ำ	*Barringtonia acutangula*	LECYTHIDACEAE

ตารางที่ 6 (ต่อ)

Number	Common name	Scientific name	Family
15	ฉนวน	*Dalbergia nigrescens*	FABACEAE
16	ชะอม	*Acacia pennata*	FABACEAE
17	แซะ	*Millettia atropurpurea*	FABACEAE
18	ดำดง (ลำบิด)	*Diospyros ferrea*	EBENACEAE
19	แดง	*Xylia xylocarpa*	FABACEAE
20	ตะแบกเปลือกบาง	*Lagerstroemia duperreana*	LYTHRACEAE
21	ตะแบกเลือด	*Terminalia mucronata*	COMBRETACEAE
22	ตาล	*Borassus flabellifer*	PALMAE
23	ต๋าว	*Arenga pinnata*	PALMAE
24	ทิ้งถ่อน	*Albizia procera*	FABACEAE
25	นนทรี	*Peltophorum pterocarpum*	FABACEAE
26	ประดู่	*Pterocarpus macrocarpus*	FABACEAE
27	ปอแก่นเทา	*Grewia eriocarpa*	TILIACEAE
28	ปอยาบ	*Colona flagrocarpa*	TILIACEAE
29	ปีบ	*Millingtonia hortensis*	BIGNONIACEAE
30	พฤกษ์	*Albizia lebbeck*	FABACEAE
31	มะกล่ำต้น	*Adenanthera pavonina*	FABACEAE
32	มะกอกป่า	*Spondias pinnata*	ANACARDIACEAE
33	มะขาม	*Tamarindus indice*	FABACEAE
34	มะขามเทศ	*Pithecellobium dulce*	FABACEAE
35	มะขามป้อม	*Phyllanthus emblica*	EUPHORBIACEAE
36	มะคังแดง	*Gardenia erythroclada*	RUBIACEAE
37	มะค่าแต้	*Sindora siamensis*	FABACEAE
38	มะค่าโมง	*Afzelia xylocarpa*	FABACEAE
39	มะคำดีควาย	*Sapindus rarak*	SAPINDACEAE
40	มะม่วง	*Mangifera indica*	ANACARDIACEAE
41	มะรุม	*Moringa oleifera*	MORINGACEAE

ตารางที่ 6 (ต่อ)

Number	Common name	Scientific name	Family
42	ยมหิน	*Chukrasia tabularis*	MELIACEAE
43	ลำดวน	*Melodorum fruticosum*	ANNONACEAE
44	ส้มกบ	*Hymenodictyon excelsum*	RUBIACEAE
45	สมอไทย	*Terminalia chebula*	COMBRETACEAE
46	สมอพิเภก	*Terminalia bellerica*	COMBRETACEAE
47	สะเดา	*Azadirachta indica*	MELIACEAE
48	สะตอ	*Parkia speciosa*	FABACEAE
49	สัก	*Tectona grandis*	LAMIACEAE
50	เสี้ยวป่า	*Bauhinia saccocalyx*	FABACEAE
51	หนังดำ (ตะโกพนม)	*Diospyros castanea*	EBENACEAE
55	หนามแท่ง	*Catunaregam spathulifolia*	RUBIACEAE
53	หว้า	*Syzygium cumini*	MYRTACEAE
54	หางนกยูง	*aesalpinia pulcherrima*	FABACEAE
55	อะราง	*Peltophorum dasyrrhachis.*	FABACEAE

ตารางที่ 7 ลักษณะเชิงปริมาณของสังคมพืชในพื้นที่หย่อมป่าและป่าฟื้นฟู

Community characters	Remnant Forest	Forest Restoration
Tree		
Number of species	33	52
Number of family	22	22
Shannon-Weiner index	2.61	3.09
Basal area (m^2 ha^{-1})	21.49	9.70
Stem density (stems ha^{-1})	787.50	1142.50
Sapling		
Number of species	14	10
Number of family	10	7
Shannon-Weiner index	2.35	1.93
Basal area (m^2 ha^{-1})	0.61	0.24
Stem density (stems ha^{-1})	2500.00	781.25
Seedling		
Number of species	9	6
Number of family	8	6
Shannon-Weiner index	1.98	1.51
Stem density (stems ha^{-1})	17500.00	21000.00
Bamboo		
Number of species	1	2
Number of family	1	1
Shannon-Weiner index	0.00	0.60
Stem density (stems ha^{-1})	104.16	56.25

ตารางที่ 8 ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ที่สำรวจพบในพื้นที่หย่อมป่า

Number	Common name	Scientific name	Family	D	F	Do	RD(%)	RF(%)	Rdo(%)	IVI
1	สัก	*Tectona grandis*	LAMIACEAE	164.58	33.33	8.44	20.90	10.53	39.27	70.69
2	ประดู่	*Pterocarpus macrocarpus*	FABACEAE	100.00	31.25	5.04	12.70	9.87	23.47	46.03
3	แดง	*Xylia xylocarpa*	FABACEAE	156.25	33.33	1.99	19.84	10.53	9.27	39.64
4	รัง	*Shorea siamensis*	DIPTEROCARPACEAE	33.33	22.92	1.72	4.23	7.24	8.02	19.49
5	ผ่าเสี้ยน	*Vitex canescens*	LAMIACEAE	54.17	22.92	0.43	6.88	7.24	1.98	16.09
6	ปอแก่นเทา	*Grewia eriocarpa*	TILIACEAE	37.50	18.75	1.05	4.76	5.92	4.89	15.57
7	ยมหิน	*Chukrasia tabularis*	MELIACEAE	29.17	20.83	0.80	3.70	6.58	3.71	13.99
8	ตะคร้อ	*Schleichera oleosa*	SAPINDACEAE	35.42	18.75	0.38	4.50	5.92	1.77	12.19
9	กระพี้จั่น	*Millettia brandisiana*	FABACEAE	27.08	12.50	0.20	3.44	3.95	0.93	8.32
10	เสี้ยวป่า	*Bauhinia saccocalyx*	FABACEAE	20.83	14.58	0.14	2.65	4.61	0.64	7.90

หมายเหตุ ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก (ชนิดไม้ที่สำรวจพบในพื้นที่หย่อมป่า ดังตารางผนวกที่ 1)

ตารางที่ 9 ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับลูกไม้ที่สำรวจพบในพื้นที่หย่อมป่า

Number	Common name	Scientific name	Family	D	F	Do	RD(%)	RF(%)	Rdo(%)	IVI
1	ยมหิน	*Chukrasia tabularis*	MELIACEAE	416.67	156.25	0.10	16.67	13.04	16.94	46.65
2	แดง	*Xylia xylocarpa*	FABACEAE	312.50	104.17	0.11	12.50	8.70	18.70	39.89
3	ผ่าเสี้ยน	*Vitex canescens*	LAMIACEAE	468.75	104.17	0.07	18.75	8.70	11.99	39.44
4	เพกา	*Oroxylum indicum*	BIGNONIACEAE	208.33	104.17	0.09	8.33	8.70	15.01	32.04
5	มะเม่าสาย	*Antidesma sootepense*	STILAGINACEAE	312.50	104.17	0.06	12.50	8.70	9.21	30.41
6	ตะคร้อ	*Schleichera oleosa*	SAPINDACEAE	156.25	104.17	0.03	6.25	8.70	4.13	19.08
7	ผักหวานป่า	*Melientha suavis*	OPILIACEAE	104.17	104.17	0.04	4.17	8.70	5.97	18.83
8	กระพี้จั่น	*Millettia brandisiana*	FABACEAE	156.25	104.17	0.02	6.25	8.70	3.28	18.23
9	งิ้ว	*Bombax anceps*	BOMBACACEAE	52.08	52.08	0.03	2.08	4.35	5.48	11.91
10	ปีบ	*Millingtonia hortensis*	BIGNONIACEAE	104.17	52.08	0.01	4.17	4.35	2.29	10.80

หมายเหตุ ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก (ชนิดไม้ที่สำรวจพบในพื้นที่หย่อมป่า ดังตารางผนวกที่ 2)

ตารางที่ 10 ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับกล้าไม้ที่สำรวจพบในพื้นที่หย่อมป่า

Number	Common name	Scientific name	Family	D	F	RD(%)	RF(%)	IVI
1	ตะคร้อ	*Schleichera oleosa*	SAPINDACEAE	4166.67	833.33	23.81	9.09	32.90
2	มะเม่าสาย	*Antidesma sootepense*	STILAGINACEAE	4166.67	833.33	23.81	9.09	32.90
3	ปอแก่นเทา	*Grewia eriocarpa*	TILIACEAE	1666.67	1666.67	9.52	18.18	27.71
4	ยมหิน	*Chukrasia tabularis*	MELIACEAE	1666.67	1666.67	9.52	18.18	27.71
5	กระพี้เขาควาย	*Dalbergia cultrata*	FABACEAE	2500.00	833.33	14.29	9.09	23.38
6	แดง	*Xylia xylocarpa*	FABACEAE	833.33	833.33	4.76	9.09	13.85
7	ไผ่ไร่	*Gigantochloa albociliata*	POACEAE	833.33	833.33	4.76	9.09	13.85
8	สะแกวัน	*Combretum punctatum*	COMBRETACEAE	833.33	833.33	4.76	9.09	13.85
9	เสี้ยวส้ม	*Bauhinia malabarica*	FABACEAE	833.33	833.33	4.76	9.09	13.85
		Total		17500	9166.67	100	100	200

ตารางที่ 11 ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของไผ่ที่สำรวจพบในพื้นที่หย่อมป่า

Number	Common name	Scientific name	ชื่อวงศ์	D	F	Do	RD(%)	RF(%)	Rdo(%)	IVI
1	ไผ่ไร่	*Gigantochloa albociliata*	POACEAE	104.1667	22.91667	0.101859	100	100	100	300

ตารางที่ 12 ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ที่สำรวจพบในพื้นที่ป่าฟื้นฟู

Number	Common name	Scientific name	Family	D	F	Do	RD(%)	RF(%)	Rdo(%)	IVI
1	ขี้เหล็ก	*Senna siamea*	FABACEAE	187.50	20.00	2.05	16.41	6.45	21.12	43.98
2	มะขามเทศ	*Pithecellobium dulce*	FABACEAE	100.00	16.25	0.80	8.75	5.24	8.24	22.24
3	กระถินยักษ์	*Leucaena leucocepphala*	FABACEAE	132.50	15.00	0.54	11.60	4.84	5.51	21.95
4	สัก	*Tectona grandis*	LAMIACEAE	77.50	17.50	0.60	6.78	5.65	6.15	18.58
5	สะตอ	*Parkia speciosa*	FABACEAE	50.00	16.25	0.67	4.38	5.24	6.89	16.51
6	จามจุรี	*Samanea saman*	FABACEAE	41.25	10.00	0.84	3.61	3.23	8.65	15.49
7	มะค่าโมง	*Afzelia xylocarpa*	FABACEAE	60.00	15.00	0.30	5.25	4.84	3.06	13.15
8	สะเดา	*Azadirachta indica*	MELIACEAE	46.25	15.00	0.40	4.05	4.84	4.16	13.04
9	มะคำดีควาย	*Sapindus rarak*	SAPINDACEAE	51.25	13.75	0.23	4.49	4.44	2.35	11.27
10	พฤกษ์	*Albizia lebbeck*	FABACEAE	20.00	10.00	0.60	1.75	3.23	6.22	11.20

หมายเหตุ ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก (ชนิดไม้ที่สำรวจพบในพื้นที่ป่าฟื้นฟู ดังตารางผนวกที่ 3)

ตารางที่ 13 ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับลูกไม้ที่สำรวจพบในพื้นที่ป่าฟื้นฟู

Number	Common name	Scientific name	Family	D	F	Do	RD(%)	RF(%)	Rdo(%)	IVI
1	ข่อย	*Streblus asper*	MORACEAE	281.25	62.50	0.09	36.00	15.38	35.71	87.09
2	กระถินยักษ์	*Leucaena leucocepphala*	FABACEAE	156.25	93.75	0.01	20.00	23.08	4.61	47.69
3	กระพี้จั่น	*Millettia brandisiana*	FABACEAE	62.50	31.25	0.05	8.00	7.69	19.25	34.94
4	เก็ดแดง	*Dalbergia dongnaiensis*	FABACEAE	62.50	31.25	0.04	8.00	7.69	17.87	33.56
5	ชะอม	*Acacia pennata*	FABACEAE	62.50	31.25	0.02	8.00	7.69	7.19	22.88
6	สมอพิเภก	*Terminalia bellerica*	COMBRETACEAE	31.25	31.25	0.01	4.00	7.69	5.03	16.72
7	มะคำดีควาย	*Sapindus rarak*	SAPINDACEAE	31.25	31.25	0.01	4.00	7.69	4.89	16.58
8	หนังดำ (ตะโกพนม)	*Diospyros castanea*	EBENACEAE	31.25	31.25	0.01	4.00	7.69	3.83	15.53
9	มะขาม	*Tamarindus indice*	FABACEAE	31.25	31.25	0.00	4.00	7.69	1.22	12.91
10	ไผ่รวก	*Thyrsostachys siamensis*	POACEAE	31.25	31.25	0.00	4.00	7.69	0.40	12.09
		Total		781.25	406.25	0.25	100.00	100	100	300

ตารางที่ 14 ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับกล้าไม้ที่สำรวจพบในพื้นที่ป่าฟื้นฟู

Number	Common name	Scientific name	Family	D	F	RD(%)	RF(%)	IVI
1	กระถินยักษ์	*Leucaena leucocepphala*	FABACEAE	7000	1500	33.33	30.00	63.33
2	ข่อย	*Streblus asper*	MORACEAE	5500	1000	26.19	20.00	46.19
3	ดำดง (ลำบิด)	*Diospyros ferrea*	EBENACEAE	5000	500	23.81	10.00	33.81
4	กระเจียน	*Hubera cerasoides*	ANNONACEAE	2000	1000	9.52	20.00	29.52
5	จิกน้ำ	*Barringtonia acutangula*	LECYTHIDACEAE	1000	500	4.76	10.00	14.76
6	เก็ดแดง	*Dalbergia dongnaiensis*	FABACEAE	500	500	2.38	10.00	12.38
		Total		21000	5000	100	100	200

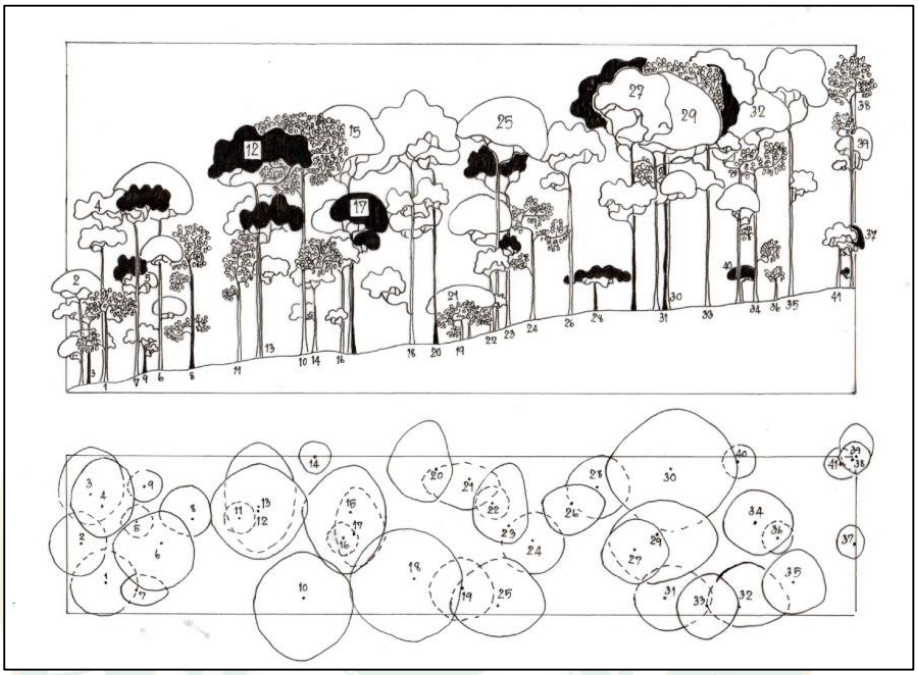
ตารางที่ 15 ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของไผ่ที่สำรวจพบในพื้นที่ป่าฟื้นฟู

Number	Common name	Scientific name	Family	D	F	Do	RD(%)	RF(%)	Rdo(%)	IVI
1	ไผ่ตง	*Dendrocalamus asper*	POACEAE	40	13.75	0.168783	71.11111	55	93.58074	219.6919
2	ไผ่รวก	*Thyrsostachys siamensis*	POACEAE	16.25	11.25	0.011578	28.88889	45	6.419259	80.30815
		Total		56.25	25	0.18036	100	100	100	300

เมื่อเปรียบเทียบจากการศึกษาของ ณัฐนิชา และคณะ (2565) ได้ศึกษาลักษณะสังคมพืชและปัจจัยดินของป่าผสมผลัดใบ ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านปง อำเภอลอง จังหวัดแพร่ พบชนิดไม้ทั้งหมดจำนวน 81 ชนิด 63 สกุล 26 วงศ์ โดยมีค่าดัชนีความหลากชนิดไม้ใหญ่ (Tree) เท่ากับ 3.71 ความหนาแน่นของหมู่ไม้และขนาดพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 829 ต้น/เฮกแตร์ และ 23.04 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ตามลำดับ ชนิดไม้ใหญ่ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) สัก (*Tectona grandis*) แดง (*Xylia xylocarpa*) กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana*) และ ตะแบกเปลือกบาง (*Lagerstroemia duperreana*) ตามลำดับ และลูกไม้ (Sapling) มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.11 ความหนาแน่นของหมู่ไม้ เท่ากับ 1,033 ต้น/เฮกแตร์ ส่วนกล้าไม้ (Seedling) มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.77 ความหนาแน่นของหมู่ไม้ เท่ากับ 56,667 ต้น/เฮกแตร์ ผลจากการวิจัยบ่งชี้ว่าปัจจัยดินเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดลักษณะสังคมพืช ดังนั้นในการจัดการป่าชุมชนบ้านปงจึงไม่ควรมุ่งเน้นไปที่ชนิดไม้เพียงอย่างเดียว ควรพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมด้วยโดยเฉพาะปัจจัยดิน เนื่องจากปัจจัยดินอาจทำให้โครงสร้างสังคมพืชเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จากการศึกษาครั้งนี้ในพื้นที่หย่อมป่าและป่าฟื้นฟูมีค่าดัชนีความหลากชนิด ค่าความหนาแน่นของหมู่ไม้และขนาดพื้นที่หน้าตัดในไม้ใหญ่และกล้าไม้ต่ำกว่า เนื่องจากพื้นที่บริเวณโดยรอบมีพื้นที่ติดกับพื้นที่เกษตรกรรมมีการทำไร่ข้าวโพดทำให้มีการเข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ส่งผลให้กล้าไม้บางส่วนและไม้ใหญ่ถูกทำลาย (ณัฐนิชา และคณะ, 2565; Papukjan, 2017) ในขณะที่ลูกไม้ของพื้นที่หย่อมป่ามีค่าความหลากชนิดที่สูงกว่า เท่ากับ 2.35 มีค่าความหนาแน่นของหมู่ไม้ เท่ากับ 2,500 ต้น/เฮกแตร์ เนื่องจากลูกไม้ยังไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้จึงยังคงเหลืออยู่มาก โดยชนิดไม้เด่นของหมู่ไม้ที่พบในหย่อมป่ามีลักษณะคล้ายกับป่าผสมผลัดใบของป่าชุมชนบ้านปง จังหวัดแพร่ และพื้นที่ป่าชุมชนบ้านปี้ จังหวัดพะเยา ที่พบชนิดไม้เด่น คือ เหมือดโลด พลวง ตะคร้อ ยางเหียง และประดู่ (ชัยวัฒน์ และคณะ, 2565) แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณไม้ในหย่อมป่าใกล้เคียงกับพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งแต่ละพื้นที่มีการอนุญาตให้เข้าไปใช้ประโยชน์โดยกำหนดข้อตกลงการใช้ร่วมกันของคนในชุมชน

การกระจายโครงสร้างทางด้านตั้ง (Profile) และการปกคลุมเรือนยอดของหย่อมป่าและป่าฟื้นฟูในพื้นที่บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ พบว่า หย่อมป่าสามารถแบ่งเรือนยอดได้เป็น 3 ชั้นเรือนยอด ได้แก่ เรือนยอดชั้นบน (top canopy) มีความสูงประมาณ 15-20 เมตร ประกอบด้วย สัก (*Tectona grandis*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) แดง (*Xylia xylocarpa*) รัง (*Shorea siamensis*) และมะซาง (*Madhuca pierrei*) เป็นต้น เรือนยอดชั้นรอง (secondary canopy) เป็นชั้นเรือนยอดของไม้ขนาดกลางมีความสูงประมาณ 9-14 เมตร ประกอบด้วย ผ่าเสี้ยน (*Vitex canescens*) ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*) กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana*) กระพี้เขาควาย (*Dalbergia cultrate*) และเก็ดแดง (*Ludwigia octovalvis*) เป็นต้น

เรือนยอดชั้นล่าง (shrub and small tree layer) เป็นไม้พุ่มและไม้ขนาดเล็ก มีความสูงระหว่าง 1-8 เมตร ประกอบด้วย เพกา (*Oroxylum indicum*) เสี้ยวส้ม (*Bauhinia malabarica*) เหมือดโลด (*Aporosa villosa*) ติ้วเกลี้ยง (*Cratoxylum cochinchinense*) และยอป่า (*Morinda corein*) เป็นต้น

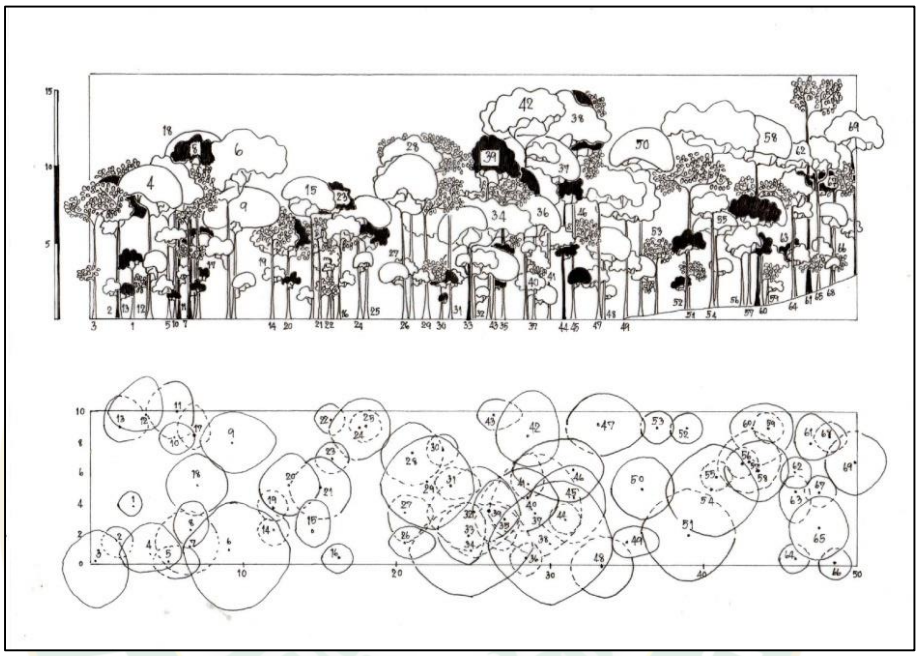


ภาพที่ 16 โครงสร้างสังคมพืชหย่อมป่า

หมายเหตุ ชนิดไม้ที่ปรากฏในสังคมพืชของพื้นที่หย่อมป่า ได้แก่ กระท่อมหมู (37, 39) กระพี้จั่น (7, 24, 26) ชิงชัน (3) แดง (2, 5, 9, 16, 32) ตะคร้อ (8, 22) ติ้วหนาม (1, 41) ประดู่ป่า (6, 12, 13, 15, 17, 25) ปอยาบ (10) ผ่าเสี้ยน (14) ไม้เถาว์ (19) ยมหิน (28, 40) รัง (27, 29, 33, 34, 35, 38) สมอไทย (21, 36) สัก (4, 18, 20, 23, 30) เสี้ยวป่า (11) อ้อยช้าง (31)

การกระจายโครงสร้างทางด้านตั้ง (Profile) และการปกคลุมเรือนยอดของป่าฟื้นฟู พบว่าสามารถแบ่งเรือนยอดได้เป็น 3 ชั้นเรือนยอด ได้แก่ เรือนยอดชั้นบน มีความสูงประมาณ 16-21 เมตร ประกอบด้วย ขี้เหล็ก (*Senna siamea*) สะตอ (*Parkia speciosa*) พฤกษ์ (*Albizia lebbeck*) สมอพิเภก (*Terminalia bellerica*) ทิ้งถ่อน และ (*Albizia procera*) เป็นต้น เรือนยอดชั้นรองเป็นชั้นเรือนยอดของไม้ขนาดกลางมีความสูงประมาณ 8-13 เมตร ประกอบด้วย มะขามเทศ

(*Pithecellobium dulce*) สัก (*Tectona grandis*) มะค่าโมง (*Afzelia xylocarpa*) มะคำดีควาย (*Sapindus rarak*) และหว้า (*Syzygium cumini*) เป็นต้น เรือนยอดชั้นล่างเป็นไม้พุ่มและไม้ขนาดเล็ก มีความสูงระหว่าง 1-7 เมตร ประกอบด้วย สะเดา (*Azadirachta indica*) มะขาม (*Tamarindus indice*) ปีบ (*Millingtonia hortensis*) แคนา (*Dolichandrone serrulate*) และมะรุม (*Moringa oleifera*) เป็นต้น



ภาพที่ 17 โครงสร้างสังคมพืชป่าฟื้นฟู

หมายเหตุ ชนิดไม้ที่ปรากฏในสังคมพืชของพื้นที่ป่าฟื้นฟู ได้แก่ กระถินยักษ์ (53, 56, 57, 62, 67, 68) กระพี้จั่น (52, 60) กางขี้มอด (23, 25, 35, 36, 37, 39, 61) ขี้เหล็ก (29, 51) จามจุรี (3, 6, 65) ทิ้งถ่อน (9, 18, 28, 34) ปีบ (30) มะขามเทศ (2, 4, 5, 11, 12, 13) มะคังขาว (55, 59) มะคำดีควาย (14, 44, 49) ยมหิน (41) สมอพิเภก (15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 47) สะเดา (1, 7, 8, 10, 26, 27, 32, 33, 42, 45, 46, 50) สตอ (38, 43, 54, 58, 69) สัก (63, 64, 66) หว้า (31, 40, 48)

ผลการศึกษามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่หย่อมป่า และป่าฟื้นฟู

มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่หย่อมป่า

มวลชีวภาพรวม (Total Biomass) ของพรรณไม้ทุกชนิดในพื้นที่หย่อมป่า (Remnant forest) มีค่าเท่ากับ 65.09 ตันต่อไร่ (หรือเท่ากับ 406.78 ตันต่อเฮกแตร์) พบมวลชีวภาพรวมของไม้ใหญ่ เท่ากับ 64.88 ตันต่อไร่ (หรือเท่ากับ 405.50 ตันต่อเฮกแตร์) โดยแบ่งเป็นมวลชีวภาพของลำต้น (Stem) กิ่ง (branch) ใบ (Leaf) และราก (Root) เท่ากับ 41.04, 8.66, 1.39 และ 13.79 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 16) เมื่อพิจารณาเป็นรายชนิดพบ 5 ลำดับแรก ได้แก่ สัก (*Tectona grandis*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) รัง (*Shorea siamensis*) แดง (*Xylia xylocarpa*) และปอแก่นเทา (*Grewia eriocarpa*) มีค่าเท่ากับ 26.98, 16.22, 5.47, 5.23 และ 2.99 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 17) มวลชีวภาพรวมของลูกไม้ เท่ากับ 0.0163 ตันต่อไร่ (หรือเท่ากับ 0.102 ตันต่อเฮกแตร์) แบ่งเป็นมวลชีวภาพของลำต้น (Stem) กิ่ง (branch) ใบ (Leaf) และราก (Root) เท่ากับ 0.0111, 0.0012, 0.000441 และ 0.0035 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 16) พิจารณาเป็นรายชนิดพบ 5 ลำดับแรก ได้แก่ แดง (*Xylia xylocarpa*) ยมหิน (*Chukrasia tabularis*) เพกา (*Oroxylum indicum*) ผ่าเสี้ยน (*Vitex canescens*) มะเม่าสาย (*Antidesma sootepense*) มีค่าเท่ากับ 0.0038, 0.0028, 0.0020, 0.0018 และ 0.0014 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 18) และมวลชีวภาพรวมไผ่ทุกชนิด เท่ากับ 0.189 ตันต่อไร่ (หรือเท่ากับ 1.18 ตันต่อเฮกแตร์) (ตารางที่ 16) พบ 1 ชนิด ได้แก่ ไผ่ไร่ (*Gigantochloa albociliata*) (ตารางที่ 19)

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ทุกชนิดในพื้นที่หย่อมป่า มีค่าเท่ากับ 30.59 ตันคาร์บอนต่อไร่ (หรือเท่ากับ 191.17 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์) พบปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในไม้ใหญ่ เท่ากับ 30.49 ตันคาร์บอนต่อไร่ (หรือเท่ากับ 190.58 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์) และสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 111.81 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ (ตารางที่ 16) เมื่อพิจารณาเป็นรายชนิดพบ 5 ลำดับแรกที่มีการกักเก็บคาร์บอนได้มากที่สุด ได้แก่ สัก ประดู่ รัง แดง และปอแก่นเทา ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 12.68, 7.62, 2.57, 2.46 และ 1.41 ตันคาร์บอนต่อไร่ (ตารางที่ 17) ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในลูกไม้ เท่ากับ 0.0076 ตันคาร์บอนต่อไร่ (หรือเท่ากับ 0.048 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์) และสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 0.0280 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ (ตารางที่ 16) เมื่อพิจารณาเป็นรายชนิดพบ 5 ลำดับแรกที่มีการกักเก็บคาร์บอนได้มากที่สุด ได้แก่ แดง ยมหิน เพกา ผ่าเสี้ยน และมะเม่าสาย ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 0.00181, 0.0013, 0.0009, 0.0008 และ 0.0007 ตันคาร์บอนต่อไร่ (ตารางที่ 18) ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในไผ่ เท่ากับ 0.089 ตันคาร์บอนต่อไร่ (หรือเท่ากับ 0.55 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์)

และสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 0.33 ตันคาร์บอนคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ (ตารางที่ 16) พบ 1 ชนิด ได้แก่ ไผ่ไร่ (ตารางที่ 19)

มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าฟื้นฟู

พื้นที่ป่าฟื้นฟู (Forest Restoration) พบมวลชีวภาพรวม (Total Biomass) ของพรรณไม้ทุกชนิด มีค่าเท่ากับ 34.63 ตันต่อไร่ (หรือเท่ากับ 216.45 ตันต่อเฮกแตร์) พบมวลชีวภาพรวมของไม้ใหญ่ เท่ากับ 34.24 ตันต่อไร่ (หรือเท่ากับ 214.00 ตันต่อเฮกแตร์) โดยแบ่งเป็นมวลชีวภาพของลำต้น (Stem) กิ่ง (branch) ใบ (Leaf) และราก (Root) เท่ากับ 22.07, 4.04, 0.85 และ 7.28 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 16) เมื่อพิจารณาเป็นรายชนิดพบ 5 ลำดับแรก ได้แก่ ขี้เหล็ก (*Senna siamea*) จามจุรี (*Samanea saman*) พฤกษ์ (*Albizia lebbeck*) สะตอ (*Parkia speciosa*) มะขามเทศ (*Pithecellobium dulce*) มีค่าเท่ากับ 6.90, 3.30, 2.74, 2.65 และ 2.65 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 20) มวลชีวภาพรวมของลูกไม้ เท่ากับ 0.0162 ตันต่อไร่ (หรือเท่ากับ 0.101 ตันต่อเฮกแตร์) แบ่งเป็นมวลชีวภาพของลำต้น (Stem) กิ่ง (branch) ใบ (Leaf) และราก (Root) เท่ากับ 0.0109, 0.0013, 0.000436 และ 0.0033 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 16) เมื่อพิจารณาเป็นรายชนิดพบ 5 ลำดับแรก ได้แก่ ข่อย (*Streblus asper*) กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana*) เก็ดแดง (*Dalbergia dongnaiensis*) ชะอม (*Acacia pennata*) มะคำดีควาย (*Sapindus rarak*) มีค่าเท่ากับ 0.0062, 0.0033, 0.0022, 0.0020 และ 0.0009 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 21) และมวลชีวภาพรวมของไผ่ทุกชนิด เท่ากับ 0.376 ตันต่อไร่ (หรือเท่ากับ 2.35 ตันต่อเฮกแตร์) (ตารางที่ 16) พบ 2 ชนิด ได้แก่ ไผ่ตง (*Dendrocalamus asper*) และไผ่รวก (*Thyrsostachys siamensis*) มีค่าเท่ากับ 0.350 และ 0.026 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 22)

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ทุกชนิด มีค่าเท่ากับ 16.27 ตันคาร์บอนต่อไร่ (หรือเท่ากับ 101.72 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์) พบปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในไม้ใหญ่ เท่ากับ 16.09 ตันคาร์บอนต่อไร่ (หรือเท่ากับ 100.58 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์) และสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 59.01 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ (ตารางที่ 16) เมื่อพิจารณาเป็นรายชนิดพบ 5 ลำดับแรกที่มีการกักเก็บคาร์บอนได้มากที่สุด ได้แก่ ขี้เหล็ก จามจุรี พฤกษ์ สะตอ และมะขามเทศ ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 3.24, 1.55, 1.29, 1.25 และ 1.25 ตันคาร์บอนต่อไร่ (ตารางที่ 20) ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในลูกไม้ เท่ากับ 0.0076 ตันคาร์บอนต่อไร่ (หรือเท่ากับ 0.047 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์) และสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 0.0277 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ (ตารางที่ 16) เมื่อพิจารณาเป็นรายชนิดพบ 5 ลำดับแรกที่มีการกักเก็บคาร์บอนได้มากที่สุด ได้แก่ ข่อย กระพี้จั่น เก็ดแดง ชะอม และมะคำดีควาย ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 0.0029, 0.0016, 0.0010, 0.0009 และ 0.0004 ตันคาร์บอนต่อไร่ (ตารางที่ 21) ปริมาณการกักเก็บ

คาร์บอนในไผ่ เท่ากับ 0.177 ตันคาร์บอนต่อไร่ (หรือเท่ากับ 1.10 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์) และสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 0.65 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ พบ 2 ชนิด ได้แก่ ไผ่ตง และไผ่รวก มีการกักเก็บคาร์บอน เท่ากับ 0.164 และ 0.012 ตันคาร์บอนต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 16 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่หย่อมป่าและป่าฟื้นฟู บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

Community characters		Biomass					Total Biomass (t/rai)	Total Biomass (t/ha)	Carbon stock (tC/rai)	Carbon stock (tC/ha)	Co_2 (tCO_2/rai)	Co_2 (tCO_2/ha)
		ABG (t/rai)				BLG Root (t/rai)						
		Stem	Branch	Leaf	ABG Total							
Remnant forest	Tree	41.04	8.66	1.39	51.09	13.79	64.88	405.50	30.49	190.58	111.81	698.81
	Sapling	0.0111	0.0012	0.000441	0.01	0.0035	0.0163	0.102	0.0076	0.048	0.0280	0.175
	Bamboo						0.189	1.18	0.089	0.55	0.33	2.03
Forest Restoration	Tree	22.07	4.04	0.85	26.96	7.28	34.24	214.00	16.09	100.58	59.01	368.80
	Sapling	0.0109	0.0013	0.000436	0.01	0.0033	0.0162	0.101	0.0076	0.047	0.0277	0.173
	Bamboo						0.376	2.35	0.177	1.10	0.65	4.05

ตารางที่ 17 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ใหญ่ (Tree) ในพื้นที่หย่อมป่า

Number	Common name	ABG (kg/rai)			BLG (kg/rai)	Total Biomass (t/rai)	Carbon (tC/rai)		Total Carbon (tC/rai)	Total CO_2 (tCO_2/rai)
		Ws	Wb	Wl			ABG	BLG		
1	สัก	17015.29	3675.24	557.42	5736.95	26.98	9.987	2.696	12.68	46.50
2	ประดู่	10225.29	2211.94	332.53	3447.84	16.22	6.002	1.620	7.62	27.95
3	รัง	3450.36	744.69	112.68	1163.09	5.47	2.025	0.547	2.57	9.43
4	แดง	3344.29	644.23	126.50	1111.05	5.23	1.934	0.522	2.46	9.01
5	ปอแก่นเทา	1894.63	392.83	66.73	635.63	2.99	1.106	0.299	1.41	5.15
6	ยมหิน	1430.84	296.01	50.39	479.86	2.26	0.835	0.226	1.06	3.89
7	ผ่าเสี้ยน	601.36	105.49	24.12	197.36	0.93	0.344	0.093	0.44	1.60
8	ตะคร้อ	499.39	96.37	18.54	165.86	0.78	0.289	0.078	0.37	1.34
9	มะซาง	408.47	91.66	12.35	138.37	0.65	0.241	0.065	0.31	1.12
10	มะกอกเกลื้อน	353.55	68.28	13.60	117.57	0.55	0.205	0.055	0.26	0.95

หมายเหตุ มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ใหญ่ เมื่อพิจารณา 10 ชนิดแรก ดังตารางผนวกที่ 4

ตารางที่ 18 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของลูกไม้ (Sapling) ในพื้นที่หย่อมป่า

Number	Common name	ABG (kg/rai)			BLG (kg/rai)	Total Biomass (t/rai)	Carbon (tC/rai)		Total Carbon (tC/rai)	Total CO_2 (tCO_2/rai)
		Ws	Wb	Wl			ABG	BLG		
1	แดง	2.6206	0.3013	0.1043	0.81709	0.0038	0.0014	0.0004	0.00181	0.007
2	ยมหิน	1.9142	0.2066	0.0757	0.5931	0.0028	0.0010	0.0003	0.0013	0.005
3	เพกา	1.3534	0.1514	0.0537	0.42080	0.0020	0.0007	0.0002	0.0009	0.003
4	ผ่าเสี้ยน	1.2101	0.1218	0.0476	0.3725	0.0018	0.0006	0.00018	0.0008	0.0030
5	มะเม่าสาย	0.9559	0.0976	0.0376	0.2946	0.0014	0.0005	0.00014	0.0007	0.0024
6	ผักหวานป่า	0.5479	0.0596	0.0217	0.1699	0.0008	0.0003	0.00008	0.0004	0.0014
7	งิ้ว	0.5383	0.0617	0.0214	0.1678	0.0008	0.0003	0.000079	0.00037	0.0014
8	ไผ่ไร่	0.4916	0.0559	0.0195	0.1531	0.0007	0.0003	0.000072	0.00034	0.0012
9	ตะคร้อ	0.4425	0.0450	0.0174	0.1363	0.0006	0.0002	0.000064	0.00030	0.0011
10	เสี้ยวป่า	0.3688	0.0407	0.0146	0.1145	0.0005	0.0002	0.000054	0.00025	0.0009

หมายเหตุ มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของลูกไม้ เมื่อพิจารณา 10 ชนิดแรก ดังตารางผนวกที่ 5

ตารางที่ 19 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไผ่ (Bamboo) ในพื้นที่หย่อมป่า

Number	Common name	Total Biomass (kg/rai)	Total Biomass (t/rai)	Total Carbon (kg/rai)	Total Carbon (tC/rai)	Total CO_2 (kg/rai)	Total CO_2 (tCO_2/rai)
1	ไผ่ไร่	188.8840257	0.188884026	88.77549208	0.088775492	325.5101376	0.33

ตารางที่ 20 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ใหญ่ (Tree) ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู

Number	Common name	ABG (kg/rai)			BLG (kg/rai)	Total Biomass (t/rai)	Carbon (tC/rai)		Total Carbon (tC/rai)	Total CO_2 (tCO_2/rai)
		Ws	Wb	Wl			ABG	BLG		
1	ขี้เหล็ก	4461.35	793.37	178.53	1466.98	6.90	2.55	0.69	3.24	11.89
2	จามจุรี	2097.68	426.41	72.47	701.07	3.30	1.22	0.33	1.55	5.68
3	พฤกษ์	1738.33	355.35	62.02	582.04	2.74	1.01	0.27	1.29	4.72
4	สะตอ	1707.19	314.83	67.30	564.12	2.65	0.98	0.27	1.25	4.57
5	มะขามเทศ	1713.32	304.67	67.92	563.19	2.65	0.98	0.26	1.25	4.57
6	สัก	1311.49	226.88	52.81	429.62	2.02	0.75	0.20	0.95	3.48
7	ทิ้งถ่อน	1219.43	267.55	37.81	411.69	1.94	0.72	0.19	0.91	3.34

ตารางที่ 20 (ต่อ)

Number	Common name	ABG (kg/rai)			BLG (kg/rai)	Total Biomass (t/rai)	Carbon (tC/rai)		Total Carbon (tC/rai)	Total CO_2 (tCO_2/rai)
		Ws	Wb	Wl			ABG	BLG		
8	สะเดา	986.17	179.66	38.92	325.28	1.53	0.57	0.15	0.72	2.64
9	กระถินยักษ์	993.50	157.68	40.32	321.70	1.51	0.56	0.15	0.71	2.61
10	มะกล่ำต้น	933.00	172.16	36.68	308.29	1.45	0.54	0.14	0.68	2.50

หมายเหตุ มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ใหญ่ เมื่อพิจารณา 10 ชนิดแรก ดังตารางผนวกที่ 6

ตารางที่ 21 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของลูกไม้ (Sapling) ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู

Number	Common name	ABG (kg/rai)			BLG (kg/rai)	Total Biomass (t/rai)	Carbon (tC/rai)		Total Carbon (tC/rai)	Total CO_2 (tCO_2/rai)
		Ws	Wb	Wl			ABG	BLG		
1	ข่อย	4.1854	0.5131	0.1676	1.3138	0.0062	0.0023	0.0006	0.0029	0.0107
2	กระพี้จั่น	2.2487	0.2830	0.0903	0.7079	0.0033	0.0012	0.0003	0.0016	0.0057
3	เก็ดแดง	1.5102	0.1807	0.0603	0.4728	0.0022	0.0008	0.0002	0.0010	0.0038
4	ชะอม	1.3670	0.1628	0.0546	0.4278	0.0020	0.0007	0.0002	0.0009	0.0035
5	มะคำดีควาย	0.6429	0.0751	0.0256	0.2008	0.0009	0.0003	0.0001	0.0004	0.0016
6	สมอพิเภก	0.3459	0.0379	0.0137	0.1073	0.0005	0.0002	0.0001	0.0002	0.0009
7	กระถินยักษ์	0.2863	0.0266	0.0112	0.0875	0.0004	0.0002	0.0000	0.0002	0.0007
8	หนังดำ	0.2054	0.0214	0.0081	0.0634	0.0003	0.0001	0.0000	0.0001	0.0005
9	มะขาม	0.0925	0.0089	0.0036	0.0283	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002
10	ไผ่	0.0326	0.0028	0.0013	0.0099	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
	Total	10.9168	1.3123	0.4362	3.4197	0.0161	0.0060	0.0016	0.0076	0.0277

ตารางที่ 22 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไผ่ (Bamboo) ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู

Number	Common name	Total Biomass (kg/rai)	Total Biomass (t/rai)	Total Carbon (kg/rai)	Total Carbon (tC/rai)	Total CO_2 (kg/rai)	Total CO_2 (tCO_2/rai)
1	ไผ่รวก	25.52317	0.025523	11.99589	0.011996	43.98493	0.043985
2	ไผ่ตง	350.2642	0.350264	164.6242	0.164624	603.6219	0.603622
Total		375.7873	0.375787	176.6201	0.17662	647.6069	0.647607

เมื่อเปรียบเทียบการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าชุมชนตำบลห้วยข้าวก่ำ อำเภอจุน จังหวัดพะเยา พื้นที่สถานี C ที่มีสภาพป่าเป็นป่าเบญจพรรณ พบว่ามีจำนวนต้นไม้ 53 ต้น มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวม เท่ากับ 18.00 ตันต่อไร่ พบว่าต้นไม้ที่มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนสูงสุด คือ มะเดื่อปล้อง (*Ficus hispida*) เท่ากับ 6.74 ตันต่อไร่ รองลงมา คือ สัก (*Tectona grandis*) 6.03 ตันต่อไร่ มะเดื่อกวาง (*Ficus callosa*) เท่ากับ 3.56 ตันต่อไร่ และจามจุรี (*Samanea saman*) เท่ากับ 1.58 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ชัญษา และคณะ, 2559) ซึ่งพื้นที่บ้านบุญแจ่มมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่สูงกว่า ในขณะที่ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ทุกชนิดบริเวณหน่วยจัดการต้นน้ำห้วยสะแตง จังหวัดน่าน มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในไม้ใหญ่ มีค่าเท่ากับ 172.84 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ สามารถแบ่งเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ เท่ากับ 134.54, 34.19 และ 4.10 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ (กานต์ธณัฐ, 2566) โดยปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่หย่อมป่าของบ้านบุญแจ่มต่ำกว่าป่าในหน่วยจัดการต้นน้ำห้วยสะแตง เป็นผลมาจากขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ต้นมีขนาดใหญ่ และมีความสูงมากกว่า โดยต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ จะมีปริมาณมากตามไปด้วยทั้งนี้ต้นไม้แต่ละชนิดจะมีมวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของเนื้อไม้และปัจจัยสิ่งแวดล้อม (ณรงค์กร, 2564)

ในส่วนของพื้นที่ป่าฟื้นฟู พบว่า ป่าที่อยู่ในระหว่างการฟื้นตัว มักจะมีปัจจัยคุกคามเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งขัดขวางกระบวนการฟื้นตัวตามธรรมชาติทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตช้าและมีขนาดเล็ก ส่งผลทำให้มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนมีค่าต่ำกว่า (บัณฑูร และคณะ, 2554) สอดคล้องกับการศึกษาของ สุรศักดิ์ (2565) พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าปลูกมีมวลชีวภาพรวม 42.25 ตันต่อไร่ ต้นไม้ที่มีมวลชีวภาพสูงสุด คือ สัก (*Tectona grandis*) เท่ากับ 21.42 ตันต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ อะราง (*Peltophorum dasyrhachis*) ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) กางหลวง (*Albizia chinensis*) และยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*) มีค่าเท่ากับ 8.41, 4.04, 2.37 และ 2.02 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวม 19.86 ตันต่อไร่ ต้นไม้ที่มีปริมาณการกักเก็บปริมาณคาร์บอนสูงสุด คือ สัก (*Tectona grandis*) เท่ากับ 10.07 ตันต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ อะราง (*Peltophorum dasyrhachis*) ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) กางหลวง (*Albizia chinensis*) และยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*) มีค่าเท่ากับ 3.95, 1.89, 1.11 และ 0.94 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

มูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ในพื้นที่หย่อมป่า และป่าฟื้นฟู

เมื่อประเมินมูลค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่หย่อมป่าและป่าฟื้นฟูที่มีการซื้อขายเฉลี่ยเท่ากับ 286.15 บาท/ตันคาร์บอนเทียบเท่า ข้อมูล ณ วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2567 (อบก.) ในพื้นที่หย่อมป่าพบว่า ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมีมูลค่าเท่ากับ 5,610.49 บาทต่อไร่ และ 35,065.57 บาทต่อเฮกแตร์ (ตารางที่ 23) ในขณะที่พื้นที่ป่าฟื้นฟูปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมีมูลค่าเท่ากับ 4,605.06 บาทต่อไร่ และ 28,781.59 บาทต่อเฮกแตร์ (ตารางที่ 24)

ตารางที่ 23 มูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ในพื้นที่หย่อมป่า

Number	Common name	Scientific name	Remnant Forest	
			Baht/rai	Baht/hectare
1	กระถินยักษ์	*Leucaena leucocepphala*	35.83	224.19
2	กระท่อมหมู	*Mitragyna rotundifolia*	11.13	69.62
3	กระพี้เขาควาย	*Dalbergia cultrata*	70.67	442.23
4	กระพี้จั่น	*Millettia brandisiana*	50.21	314.22
5	กาสามปีก	*Vitex peduncularis*	46.20	289.09
6	กุ๊ก	*Lannea coromandelica*	4.10	25.67
7	เก็ดแดง	*Ludwigia octovalvis*	0.94	5.87
8	ขว้าว	*Adina cordifolia*	68.45	428.33
9	ขางหัวหมู	*Miliusa velutina*	1.35	8.42
10	งิ้ว	*Bombax anceps*	0.46	2.88
11	แดง	*Xylia xylocarpa*	702.86	4,398.23
12	ตะคร้อ	*Schleichera oleosa*	104.92	656.58
13	ตะคร้ำ	*Garuga pinnata*	0.30	1.89
14	ตะแบกเปลือกบาง	*Lagerstroemia duperreana*	8.99	56.26
15	ติ้วเกลี้ยง	*Cratoxylum cochinchinense*	1.68	10.52
16	ติ้วหนาม	*Cratoxylum formosum*	0.74	4.62
17	เต็งหนาม	*Bridelia retusa*	2.68	16.74

ตารางที่ 23 (ต่อ)

Number	Common name	Scientific name	Remnant Forest	
			Baht/rai	Baht/hectare
18	ประดู่	*Pterocarpus macrocarpus*	2,181.11	13,648.63
19	ปอแก่นเทา	*Grewia eriocarpa*	402.10	2,516.21
20	ปอเลียงมัน	*Berrya mollis*	14.94	93.50
21	ผ่าเสี้ยน	*Vitex canescens*	124.85	781.28
22	เพกา	*Oroxylum indicum*	5.56	34.80
23	มะกอกเกลื้อน	*Canarium subulatum*	74.37	465.39
24	มะซาง	*Madhuca pierrei*	87.53	547.74
25	ยมหิน	*Chukrasia tabularis*	303.56	1,899.57
26	ยอป่า	*Morinda corein*	0.28	1.74
27	รัง	*Shorea siamensis*	735.77	4,604.21
28	สัก	*Tectona grandis*	3,629.21	22,710.32
29	เสี้ยวเครือ	*Bauhinia glauca*	13.21	82.68
30	เสี้ยวป่า	*Bauhinia saccocalyx*	30.54	191.10
31	เสี้ยวส้ม	*Bauhinia malabarica*	5.33	33.32
32	หนามแท่ง	*Caesalpinia godefroyana*	4.04	25.27
33	เหมือดโลด	*Aporosa villosa*	1.79	11.23
		Total	5,610.49	35,065.57

ตารางที่ 24 มูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู

Number	Common name	Scientific name	Forest Restoration	
			Baht/rai	Baht/hectare
1	กระโดน	*Careya sphaerica*	39.93	249.56
2	กระถินยักษ์	*Leucaena leucocepphala*	203.51	1,271.94
3	กระพี้จั่น	*Millettia brandisiana*	6.92	43.23
4	กร่าง	*Ficus altissima*	0.99	6.21
5	กางขี้มอด	*Albizia odoratissima*	20.21	126.31
6	เก็ดแดง	*Ludwigia octovalvis*	8.27	51.66
7	ข่อย	*Streblus asper*	3.40	21.26
8	ขางหัวหมู	*Miliusa velutina*	12.57	78.54
9	ขี้เหล็ก	*Senna siamea*	928.01	5,800.09
10	คูน	*Cassia fistula*	3.83	23.91
11	แคนา	*Dolichandrone serrulata*	2.24	14.02
12	จามจุรี	*Samanea saman*	443.50	2,771.88
13	ฉนวน	*Dalbergia nigrescens*	14.15	88.41
14	ชะอม	*Acacia pennata*	10.13	63.29
15	แซะ	*Millettia atropurpurea*	24.34	152.15
16	แดง	*Xylia xylocarpa*	3.09	19.32
17	ตะแบกเปลือกบาง	*Lagerstroemia duperreana*	4.24	26.48
18	ตะแบกเลือด	*Terminalia mucronata*	7.25	45.31
19	ตาล	*Borassus flabellifer*	4.71	29.45
20	ต๋าว	*Arenga pinnata*	4.33	27.06
21	ทิ้งถ่อน	*Albizia procera*	260.44	1,627.74
22	นนทรี	*Peltophorum pterocarpum*	102.89	643.04
23	ประดู่	*Pterocarpus macrocarpus*	1.70	10.63
24	ปอแก่นเทา	*Grewia eriocarpa*	35.29	220.55
25	ปอยาบ	*Colona flagrocarpa*	1.70	10.64
26	ปีบ	*Millingtonia hortensis*	3.98	24.88

ตารางที่ 24 (ต่อ)

Number	Common name	Scientific name	Forest Restoration	
			Baht/rai	Baht/hectare
27	พฤกษ์	*Albizia lebbeck*	368.20	2,301.24
28	มะกล่ำต้น	*Adenanthera pavonina*	195.03	1,218.92
29	มะกอกป่า	*Spondias pinnata*	58.75	367.17
30	มะขาม	*Tamarindus indice*	54.40	340.00
31	มะขามเทศ	*Pithecellobium dulce*	356.28	2,226.74
32	มะขามป้อม	*Phyllanthus emblica*	5.96	37.25
33	มะคังแดง	*Gardenia erythroclada*	2.80	17.52
34	มะค่าแต้	*Sindora siamensis*	1.20	7.49
35	มะค่าโมง	*Afzelia xylocarpa*	121.16	757.26
36	มะคำดีควาย	*Sapindus rarak*	92.20	576.24
37	มะม่วง	*Mangifera indica*	0.31	1.93
38	มะรุม	*Moringa oleifera*	7.25	45.30
39	ยมหิน	*Chukrasia tabularis*	48.82	305.11
40	ลำดวน	*Melodorum fruticosum*	0.85	5.32
41	ส้มกบ	*Hymenodictyon excelsum*	5.36	33.51
42	สมอไทย	*Terminalia chebula*	23.27	145.45
43	สมอพิเภก	*Terminalia bellerica*	143.99	899.96
44	สะเดา	*Azadirachta indica*	205.77	1,286.09
45	สะตอ	*Parkia speciosa*	356.86	2,230.39
46	สัก	*Tectona grandis*	271.78	1,698.62
47	เสี้ยวป่า	*Bauhinia saccocalyx*	1.29	8.05
48	หนังดำ	*Diospyros castanea*	0.84	5.25
49	หนามแท่ง	*Caesalpinia godefroyana*	2.85	17.82
50	หว้า	*Syzygium cumini*	73.56	459.72
51	หางนกยูง	*aesalpinia pulcherrima*	45.23	282.68

ตารางที่ 24 (ต่อ)

Number	Common name	Scientific name	Forest Restoration	
			Baht/rai	Baht/hectare
52	อะราง	*Peltophorum dasyrrhachis.*	9.44	58.99
		Total	4,605.06	28,781.59

บทที่ 5
สรุปผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาคุณสมบัติของดินภายใต้หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร บริเวณพื้นที่บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสมบัติทางด้านกายภาพ และเคมีของดินในพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร 2) เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในพื้นที่บ้านบุญแจ่ม และ 3) เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนของป่าฟื้นฟู และหย่อมป่า ผลจากการศึกษาสรุปได้ ดังนี้

สรุปผล

สมบัติดินในพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางระหว่าง 234-237 เมตร ลักษณะสังคมพืชของพื้นที่หย่อมป่าเป็นป่าผสมผลัดใบ ในป่าฟื้นฟูปลูกฟื้นฟูแบบไม้สามอย่างประโยชน์สี่อย่าง เพื่อให้ชุมชนสามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่ได้ และพื้นที่เกษตรมีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตลอดปี เมื่อพิจารณาสมบัติดินทางกายภาพและเคมี พบว่า หย่อมป่าดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร มีค่า pH เป็นกลาง เท่ากับ 6.77 ในขณะที่ป่าฟื้นฟูและพื้นที่เกษตรมีค่า pH เป็นกรดเล็กน้อย เท่ากับ 6.01 และ 6.37 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ของหย่อมป่าพบว่าสามารถแลกเปลี่ยนค่าได้มากที่สุด เท่ากับ 12.5 meq/100g ซึ่งมีความแตกต่างจากป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตรอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งหย่อมป่ายังมีการสะสมปริมาณอินทรียวัตถุหน้าดิน (OM) เท่ากับร้อยละ 6.65 ธาตุอาหารหลัก (P, K) เท่ากับ 17.27 และ 91.86 mg/kg ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg) เท่ากับ 2292.92 และ 265.94 mg/kg มากที่สุด ด้านเนื้อดิน พบว่าหย่อมป่าเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) ในขณะที่ป่าฟื้นฟูเป็นดินร่วนเหนียว (Clay loam) และพื้นที่เกษตรเป็นอนุภาคดินเหนียว (Clay) ความแข็งของดินหย่อมป่ามีค่าความแข็งน้อยที่สุดในดินชั้นบน โดยลักษณะความแข็งของดินสามารถบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ ดินที่ระดับความลึก 20-25 เซนติเมตร พบว่า ไม่มีความแตกต่างจากดินชั้นบนมากนัก จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันนั้นมักมีการเปลี่ยนแปลงของสมบัติดินไปจากเดิมทั้งทางกายภาพและเคมีของดิน

การสำรวจพรรณไม้ในพื้นที่หย่อมป่า พบพรรณไม้ทั้งหมด 37 ชนิด 32 สกุล 25 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิดของไม้ใหญ่ (Tree) ลูกไม้ (Sapling) และกล้าไม้ (Seedling) เท่ากับ 2.61, 2.35 และ 1.98 ความหนาแน่นของไม้ใหญ่ ลูกไม้ และกล้าไม้ เท่ากับ 787.50, 2500.00 และ 17,500 ต้นต่อเฮกแตร์ ขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ใหญ่และลูกไม้ เท่ากับ 21.49 และ 0.61 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ชนิดไม้เด่นของไม้ใหญ่เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก ได้แก่ สัก ประดู่ แดง รัง และผ่าเสี้ยน ในขณะที่ป่าฟื้นฟูพบพรรณไม้ทั้งหมด 56 ชนิด 48 สกุล 22 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิดของไม้ใหญ่ ลูกไม้ และกล้าไม้ มีค่าเท่ากับ 3.09, 1.93 และ 1.51 ความหนาแน่นของไม้ใหญ่ ลูกไม้ และกล้าไม้ เท่ากับ 1,142.50, 781.25 และ 21,000 ต้นต่อเฮกแตร์ ขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ใหญ่และลูกไม้ เท่ากับ 9.70 และ 0.24 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ชนิดไม้เด่นของไม้ใหญ่เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก ได้แก่ ขี้เหล็ก มะขามเทศ กระถินยักษ์ สัก และสตอ ตามลำดับ

การประเมินมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่หย่อมป่ามีมวลชีวภาพรวมของพรรณไม้ทุกชนิด เท่ากับ 406.78 ตันต่อเฮกแตร์ แบ่งเป็นมวลชีวภาพไม้ใหญ่ ลูกไม้ และไผ่ เท่ากับ 405.50, 0.102 และ 1.18 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวม เท่ากับ 191.17 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ และสามารถดูดซับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 701.01 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกแตร์ เมื่อพิจารณาไม้ใหญ่เป็นรายชนิดพบ 5 ลำดับแรก ได้แก่ สัก ประดู่ รัง แดง และปอแก่นเทา ขณะที่ป่าฟื้นฟูมีมวลชีวภาพของพรรณไม้ทุกชนิด มีค่าเท่ากับ 216.45 ตันต่อเฮกแตร์ แบ่งเป็นมวลชีวภาพไม้ใหญ่ ลูกไม้ และไผ่ เท่ากับ 214.00, 0.101 และ 2.35 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวมเท่ากับ 100.58 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ และสามารถดูดซับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 368.80 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกแตร์ พิจารณาไม้ใหญ่เป็นรายชนิดพบ 5 ลำดับแรก ได้แก่ ขี้เหล็ก จามจุรี พฤกษ์ สะตอ และมะขามเทศ โดยทั้งหย่อมป่าและป่าฟื้นฟูมีปริมาณมวลชีวภาพของไม้ต้นที่พบมากที่สุดอยู่ในส่วนของลำต้น รองลงมาเป็นส่วนของราก กิ่ง และใบ ตามลำดับ ความอุดมสมบูรณ์ของดินแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะและสมบัติของดินเป็นสำคัญ ได้แก่ เนื้อดิน โครงสร้างดิน ปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณธาตุอาหารในดิน โดยสมบัติดินดังกล่าวสามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่ายตามการใช้ประโยชน์และการจัดการดินในแต่ละช่วงเวลาและสภาพพื้นที่ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างดินและพืชมักมีเชื่อมโยงกับกระบวนการทางนิเวศวิทยา

ดังนั้นข้อมูลการวิจัยครั้งนี้สามารถเป็นแนวทางการจัดการการฟื้นฟู และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเพิ่มมูลค่าการซื้อ-ขายคาร์บอนเครดิตในอนาคต รวมถึงการสร้างความตระหนักต่อการใช้ประโยชน์และการสร้างการมีส่วนร่วมกับชุมชนในการดูแลพื้นที่เพื่ออนุรักษ์ และฟื้นฟูต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. การพิจารณาชนิดไม้พื้นถิ่นดั้งเดิมปลูกเพื่อฟื้นฟูทำให้สามารถประสบผลสำเร็จมากกว่าการฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่น และควรพิจารณาชนิดที่มีความเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อม รวมถึงวัตถุประสงค์ความต้องการปลูกฟื้นฟูเป็นสำคัญ

2. ควรมีการติดตามและศึกษาความหลากชนิดของพรรณไม้และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้ในพื้นที่หย่อมป่าและป่าฟื้นฟูอย่างต่อเนื่องเพื่อทราบถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและเป็นข้อมูลพื้นฐานในการดูแลรักษา รวมถึงการจัดการพื้นที่ได้อย่างเหมาะสมต่อไป

3. ควรมีการจัดการต้นกระถินยักษ์ที่เป็นไม้ต่างถิ่นรุกราน เนื่องจากมีการเติบโตและกระจายพันธุ์อย่างรวดเร็ว เช่น การกำจัดออกจากพื้นที่และติดตามพลวัตของไม้กระถินอย่างต่อเนื่องเพื่อไม่ให้เกิดการรุกรานไม้ดั้งเดิมในพื้นที่

4. ข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถเป็นแนวทางและประชาสัมพันธ์ให้แก่หน่วยงานหรือประชาชนผู้ที่สนใจ เพื่อให้เกิดการตระหนักเห็นคุณค่าของทรัพยากรป่าไม้ และหันมาช่วยกันอนุรักษ์ ดูแล ป้องกัน รักษาทรัพยากรธรรมชาติให้คงอยู่ต่อไป

บรรณานุกรม

กรมทรัพยากรธรณี. 2556. **โครงการจัดทำข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับชุมชน ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่**. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมป่าไม้. 2561. **ดินของประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2551. **การจัดการอินทรียวัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. กรุงเทพฯ: สำนักงานเทคโนโลยีชีวภาพ กรมพัฒนาที่ดิน.

_____. 2556. **ดินของประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2558. **สถานภาพทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กัญจน์ชญา เม้าสิ้ว, กณิตา ธนเจริญชณภาส และจรัณธร บุญญานุภาพ. 2562. การประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของป่าธรรมชาติและระบบวนเกษตรแบบสวนไม้ผลผสมที่ไม่ถูกรบกวนจากดินถล่มและที่มีการทดแทนตามธรรมชาติ. **วารสารวนศาสตร์**, 38(1), 81-95.

กานต์ธณัฐ กวินพลอาสา. 2566. **การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้ในพื้นที่หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยสะแตง จังหวัดน่าน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ขวัญใจ คำมงคล, ยงยุทธ ไตรสุรัตน์, ประทีป ด้วงแค และสราวุธ สังข์แก้ว. 2556. **การศึกษาโครงสร้างสังคมพืชป่าบุ่งป่าทาม ในลุ่มน้ำมูล**. กรุงเทพฯ: คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2527. **สมบัติทางกายภาพของดิน**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันทร์จิรา มูลแก้ว, สคาร ทีจันทึก และพรเทพ เหมือนพงษ์. 2561. ลักษณะโครงสร้างสังคมไม้ป่าและการทดแทนกล้าไม้ในแปลงปลูกป่าฟื้นฟู ณ สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา. **วารสารวนศาสตร์**, 37(2), 27-36.

ชโลธร ชุมภูกุล. 2555. **การประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในสวนป่าสักจังหวัดพะเยา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยพะเยา.

ชัญษา กันฉิ่ง, ณัฐพงษ์ ฟองมณี, ปาริฉัตร ประพัฒน์, สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล, เกื้อกูล กุลสลาสุภาพ และบัณฑิตา ใจปินตา. 2559. การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพืชที่มีเนื้อไม้ ป่าชุมชนห้วยข้าวก่ำอำเภอจุน จังหวัดพะเยา. ใน **การประชุมวิชาการการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 3**. หน้าที่ 89-95. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชัยวัฒน์ แสงศรีจันทร์, วรรณา มังกิตะ, กฤษดา พงษ์การัณยภาส และแหลมไทย อาษานอก. 2559. ความสัมพันธ์ของลักษณะโครงสร้างสังคมพืชและสมบัติดินบริเวณป่าชุมชนบ้านปี้จังหวัดพะเยา. **วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย**, 6(1), 31-48.

ชิงชัย วิริยะบัญชา. 2546. **คู่มือการประมาณมวลชีวภาพของหมู่ไม้**. กรุงเทพฯ: ฝ่ายวนวัฒนวิจัย และพฤกษศาสตร์ กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช.

ณิชาภัทร์ ดวงทิพย์, นิวัติ อนงค์รักษ์, ปณิดา กาจีนะ และสุนทร คำยอง. 2565. โครงสร้างสังคมพืชและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในป่าชุมชนป่าเต็งรังที่ใช้ใบพลวงเป็นของป่าในภาคเหนือของประเทศไทย. **วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย**, 6(1), 13-30.

ณัฐนิชา นาคน้อย, ศิริวรรณ บาลจ่าย, กฤษดา พงษ์การัณยภาส, วรรณอุบล สิงห์อยู่เจริญ, วรรณา มังกิตะ, มนตรี บรรจงการ, กันตพงศ์ เครือมา และแหลมไทย อาษานอก. 2565. ลักษณะสังคมพืชและปัจจัยดินของป่าผสมผลัดใบในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านปง อำเภอลอง จังหวัดแพร่. **วารสารวนศาสตร์ไทย**, 41(2), 93-108.

ณรงค์กร มโนจันทร์เพ็ญ. 2564. **การลดการปลดปล่อยคาร์บอนสุทธิเป็นศูนย์ (Carbon Neutrality)**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://kmuttlibrary.medium.com/%E0%B8%81 (11 มีนาคม 2567).

ดอกรัก มารอด. 2555. **นิเวศวิทยาป่าไม้ประยุกต์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ตฤณ เสรเมธากุล, สุนทร คำยอง, นิวัติ อนงค์รักษ์ และธนูชัย กองแก้ว. 2555. สมบัติของดินกับการสะสมคาร์บอนและธาตุอาหารในป่าสนธรรมชาติ อำเภอกัลป์ยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่. **วารสารเกษตร**, 28(3), 217-228.

ธนานิติ ธิชาญ, สุนทร คำยอง, นิวัติ อนงค์รักษ์ และพันธุ์ลพ หัตถโกศ. 2561. สมบัติทางกายภาพเคมีของดินในพื้นที่เหมืองแร่และป่าปลูกเพื่อการฟื้นฟูที่ดินเหมืองแร่ลิกไนต์บ้านปู อำเภอลี้ จังหวัดลำพูน. **วารสารเกษตร**, 34(3), 425-436.

ธวัชชัย สันติสุข. 2549. **ป่าของประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: สำนักหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

นาฏสุดา ภูมิจำนงค์. 2547. **เรื่องเต็มการประชุมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้: ป่าไม้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ**. กรุงเทพฯ: คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์ และประทีป ด้วงแค. 2553. นิเวศวิทยาของการออกแบบแนวเชื่อมต่อสำหรับสัตว์ป่า : แนวความคิดในเบื้องต้นสำหรับประเทศไทย. **วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย**, 17(1), 25-36.

บุญมา ดีแสง, พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์, ชลดา เต็มคุณธรรม และไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล. 2541. **สมบัติทางกายภาพและชลศาสตร์ของดินในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ บริเวณต้นน้ำแม่กลอง จ.กาญจนบุรี**. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

บัณฑูร เศรษฐศิโรตม์, ระวี ถาวร, ลดาวัลย์ พวงจิตร และสมหญิง สุนทรวงษ์. 2554. **“เรดด์พลัส: ประเด็นร้อนในเวทีเจรจาโลก แนวคิดและรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับสังคมไทย”**. กรุงเทพฯ: สถาบันธรรมรัฐเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม.

บรรเจิด พลางกูร. 2523. **ทรัพยากรที่ดิน**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ปริญญา ภูศักดิ์สาย, สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, รุ่งเรือง พูลศิริ และชนิษฐา จันทโชติ. 2561. มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ป่า 4 ชนิด ณ สถานีวนวัฒนวิจัยประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. **วารสารวนศาสตร์**, 37(2), 13-26.

ภัทร์ธีรา บุญทูล, วาทินี สวนผกา และสมพร แม่ลิ่ม. 2563. การประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของพืชที่มีเนื้อไม้ในป่าเบญจพรรณในอุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี. **วารสารวนศาสตร์ไทย**, 39(2), 27-40.

ภัทรา ประเสริฐสมบัติ, ศุภิฌา ธนะจิตต์, สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, และเอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2554. ผลของการไถพรวนต่อสมบัติดินและผลผลิตข้าวโพดที่ปลูกบนดินชุดดินวาริน. **แก่นเกษตร**, 39, 13-24.

มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. 2528. **คุณสมบัติที่สำคัญบางประการของดินที่เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูก**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=18&chap=8&page=t18-8-infodetail04.html (11 มีนาคม 2567).

มูลนิธิสืบนาคะเสถียร. 2560. **ปลูกให้เป็นป่า**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.seub.or.th/bloging/Knowledge (11 มีนาคม 2567).

ยงยุทธ โอสถสภา. 2541. ดิน ธาตุอาหารและปุ๋ยสำหรับลิ้นจี่. **เคหการเกษตร**, 22(5), 139-148.

วันเพ็ญ วิริยะกิจจนทีกุล และชนิดา เกิดชนะ. 2559. **คู่มือการวิเคราะห์ดินทางกายภาพและการแปลผลเพื่อการสำรวจและจำแนกดิน**. กรุงเทพฯ: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วีระชัย ฟองธิวงค์, ธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ, ฑีฆา โยธาภักดี, ธัญญรัตน์ เชื้อสะอาด และศรินทิพย์ ชัยมงคล. 2565. ลักษณะนิเวศของสวนชาเมี่ยงบ้านศรีนาป่าน ตำบลเรือง อำเภอเมือง จังหวัดน่าน. **แก่นเกษตร**, 49(6), 1351-1363.

วุฒิชาติ สิริช่วยชู, ณรงค์ ตรีสุวรรณ, สุพร บุญประดับ, สมศักดิ์ สุขจันทร์ และขนิษฐศรี ฮุ่นตระกูล. 2548. **มหัศจรรย์พันธุ์ดิน**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ดิน.

สมศักดิ์ สุขวงศ์. 2559. **การวัดปริมาณการกักเก็บธาตุคาร์บอนของต้นไม้ในภูมิทัศน์โหนด นา เล. สถาบันลูกโลกสีเขียว**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.greenglobeinstitute.com/Upload/CarbonCreditReference/Carbon%20Measurement%20Training.pdf (11 มีนาคม 2567).

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

สุกัญญา สุวรรณระ. 2539. **อัตราการสังเคราะห์แสงของใบ คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์และการเจริญเติบโตของหญ้า**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุรศักดิ์ อัคคะปะชะ. 2565. **ปริมาณมวลชีวภาพในต้นไม้**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://qltuh.runicforgecrafter.com/eyes- robot&click_id=&hash=vfcr6OaCqUqHp0SGB3tObw&exp=1710113141 (11 มีนาคม 2567).

หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2549. **ปลูกให้เป็นป่า : แนวคิดและแนวปฏิบัติสำหรับการฟื้นฟูป่าเขตร้อน**. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2562. **การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://ghgreduction.tgo.or.th/th/tver-method/tver-tool/for-agr/item/245-t-ver-tool-for-agr.html (11 มีนาคม 2567).

อัศมน ลิ่มสกุล, สุนทร งดงงาม, นันท์ธีรา ศรีบุรินทร์, ภาฤทธิ์ดา สุวรรณี และรัชนีกร ไพศาล. 2561. **การพัฒนาวิธีการประเมินการกักเก็บและกระบวนการแลกเปลี่ยนคาร์บอนของต้นไม้และป่านิเวศ ภายใต้โครงการพัฒนาเครื่องมือ/วิธีการประเมินกักเก็บและกระบวนการแลกเปลี่ยนคาร์บอน**. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

อาจิน หนูประสิทธิ์, บุญมา ดีแสง, พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์ และแสงจันทร์ ศรีสายเชื้อ. 2540. **สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน บริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำปากพนัง อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช**. กรุงเทพฯ: ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

อุทิศ กุฎอินทร์. 2542. **นิเวศวิทยา: พื้นฐานเพื่อการป่าไม้**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อู่แก้ว ประกอบไวทยกิจ. 2531. **นิเวศวิทยา**. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

โอภาส วงศ์ทางประเสริฐ. 2558. **การศึกษาสมบัติทางกายภาพ และเคมีของดิน: กรณีศึกษาพื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดฉะเชิงเทราและชลบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยบูรพา.

Cairns, M. A., Brown, S., Helmer, E. H. & Baumgardner, G. A. **Root biomass allocation in the world's upland forests**. [Online]. Available https://link.springer.com /article/10.1007/s004420050201 (11 March 2024).

Chaiyo, U., Garivait, S. & Wanthongchai, K. 2011. **Carbon storage in above-ground biomass of tropical deciduous forest in Ratchaburi province, Thailand**. [Online]. Available https://www.researchgate.net/publication/216700643_ Carbon_storage_in_above-round_biomass_of_tropical_deciduous_forest_in_ Ratchaburi_province_Thailand (11 March 2024).

Chapman, P. & Catlin, G. 1976. Growth Stages in Fruit Trees-From Dormant to Fruit Set. **New York's Food and Life Sciences Bulletin**, 58, 1-11.

COFORD. 1999. **Report on carbon sequestration and storage in Irish forests**. [Online]. Available http://www.coford.ie/reports/acrobats-pdfs/ CARBONRE.pdf (11 March 2024).

FORRU. 2013. **Centre for International Forestry Research Organizations**. [Online]. Available https://forestsnews.cifor.org/86525/sustainable-development-goals-hinge-on-tapping-womens-full-potential?fnl=en (11 March 2024).

IPCC. 2006. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. [Online]. Available https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/ V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf (11 March 2024).

Kvet, M. J., Forest, W. S. & Jeffrey, M. 1971. Primary Productivity of Emergent Macrophytes in a Wisconsin Freshwater Marsh Ecosystem. **The American Midland Naturalist**, 100(2), 320-330.

Lattirasuvan, T. 2010. Soil Properties and Plant Diversity of Home Gardens in Song District, Phrae Province. **Thai J. For**, 31(2), 16-28.

Magurran, A. E. 1988. **Ecological Diversity and Its Measurements**. New Jersey: Princeton University Press.

Nicodemus, M. A. & Williams, R. A. 2004. **Quantifying Aboveground Carbon Storage in Managed Forest Ecosystems in Ohio**. [Online]. Available https://www.fs.usda.gov/ne/newtown_square/publications/technical_reports/pdfs/2004/316papers/NicodemusGTR316.pdf (11 March 2024).

Ogawa, H., Yoda, K. & Kira, T. 1965. A preliminary survey on the vegetation of Thailand. **Nature and life in SE Asia**, 1, 21-157.

Papukjan, N. 2017. **Vegetation Structures and Environmental Factors Influence in the Natural Regeneration in the Deciduous Dipterocarp Forest Edge and Mixed Deciduous Forest Edge Caused by Highland Maize Copping at Mae Khum Mee Watershed, Phrae Province**. Master of Thesis. Naresuan University.

Schoenholtz, S. H., Miegroet, H. V. & Burger, J. A. 2000. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. **For. Ecol. Manage**, 138, 335-356.

Spans, J. O. & Evenri, H. P. 1991. **The architecture and biology of soils: life in inner space**. New York: CABI.

Tanaka, J. R. G. & Liebig, M. A. 2010. **Fallow effects on soil carbon and greenhouse gas flux in central North Dakota**. [Online]. Available https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2136/sssaj2008.0368 (9 March 2024).

ภาคผนวก

ดัชนีความสำคัญของพรรณไม้และปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ในพื้นที่หย่อมป่าและป่าฟื้นฟู

ตารางผนวกที่ 1 ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ที่สำรวจพบในพื้นที่หย่อมป่า

Number	Common name	Scientific name	Family	D	F	Do	RD(%)	RF(%)	Rdo(%)	IVI
1	สัก	*Tectona grandis*	LAMIACEAE	164.58	33.33	8.44	20.90	10.53	39.27	70.69
2	ประดู่	*Pterocarpus macrocarpus*	FABACEAE	100.00	31.25	5.04	12.70	9.87	23.47	46.03
3	แดง	*Xylia xylocarpa*	FABACEAE	156.25	33.33	1.99	19.84	10.53	9.27	39.64
4	รัง	*Shorea siamensis*	DIPTEROCARPACEAE	33.33	22.92	1.72	4.23	7.24	8.02	19.49
5	ผ่าเสี้ยน	*Vitex canescens*	LAMIACEAE	54.17	22.92	0.43	6.88	7.24	1.98	16.09
6	ปอแก่นเทา	*Grewia eriocarpa*	TILIACEAE	37.50	18.75	1.05	4.76	5.92	4.89	15.57
7	ยมหิน	*Chukrasia tabularis*	MELIACEAE	29.17	20.83	0.80	3.70	6.58	3.71	13.99
8	ตะคร้อ	*Schleichera oleosa*	SAPINDACEAE	35.42	18.75	0.38	4.50	5.92	1.77	12.19
9	กระพี้จั่น	*Millettia brandisiana*	FABACEAE	27.08	12.50	0.20	3.44	3.95	0.93	8.32
10	เสี้ยวป่า	*Bauhinia saccocalyx*	FABACEAE	20.83	14.58	0.14	2.65	4.61	0.64	7.90
11	กระพี้เขาควาย	*Dalbergia cultrata*	FABACEAE	12.50	8.33	0.20	1.59	2.63	0.94	5.16

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Number	Common name	Scientific name	Family	D	F	Do	RD(%)	RF(%)	Rdo(%)	IVI
12	เสี้ยวเครือ	*Bauhinia glauca*	FABACEAE	12.50	8.33	0.06	1.59	2.63	0.27	4.49
13	เพกา	*Oroxylum indicum*	BIGNONIACEAE	16.67	6.25	0.04	2.12	1.97	0.20	4.29
14	มะกอกเกลื้อน	*Canarium subulatum*	BURSERACEAE	10.42	4.17	0.20	1.32	1.32	0.94	3.58
15	กาสามปีก	*Vitex peduncularis*	LAMIACEAE	8.33	6.25	0.11	1.06	1.97	0.53	3.57
16	ขว้าว	*Adina cordifolia*	RUBIACEAE	6.25	4.17	0.16	0.79	1.32	0.75	2.86
17	หนามแท่ง	*Catunaregam spathulifolia*	RUBIACEAE	6.25	6.25	0.02	0.79	1.97	0.08	2.84
18	ตะแบกเปลือกบาง	*Lagerstroemia duperreana*	LYTHRACEAE	8.33	4.17	0.04	1.06	1.32	0.16	2.54
19	กระท่อมหมู	*Mitragyna rotundifolia*	RUBIACEAE	6.25	4.17	0.06	0.79	1.32	0.26	2.37
20	เสี้ยวส้ม	*Bauhinia malabarica*	FABACEAE	6.25	4.17	0.02	0.79	1.32	0.09	2.20
21	กระถินยักษ์	*Leucaena leucocepphala*	FABACEAE	6.25	2.08	0.11	0.79	0.66	0.51	1.96
22	เหมือดโลด	*Aporosa villosa*	EUPHORBIACEAE	4.17	4.17	0.01	0.53	1.32	0.06	1.90
23	ขางหัวหมู	*Miliusa velutina*	ANNONACEAE	4.17	4.17	0.01	0.53	1.32	0.03	1.88
24	มะซาง	*Madhuca pierrei*	SAPOTACEAE	2.08	2.08	0.17	0.26	0.66	0.79	1.71

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Number	Common name	Scientific name	Family	D	F	Do	RD(%)	RF(%)	Rdo(%)	IVI
25	ปอเลียงมัน	*Berrya mollis*	MALVACEAE	2.08	2.08	0.04	0.26	0.66	0.17	1.09
26	เต็งหนาม	*Bridelia retusa*	PHYLLANTHACEAE	2.08	2.08	0.01	0.26	0.66	0.07	0.99
27	กุ๊ก	*Lannea coromandelica*	ANACARDIACEAE	2.08	2.08	0.01	0.26	0.66	0.07	0.99
28	ติ้วเกลี้ยง	*Cratoxylum cochinchinense*	HYPERICACEAE	2.08	2.08	0.01	0.26	0.66	0.03	0.96
29	เก็ดแดง	*Dalbergia dongnaiensis*	FABACEAE	2.08	2.08	0.01	0.26	0.66	0.03	0.95
31	งิ้ว	*Bombax anceps*	BOMBACACEAE	2.08	2.08	0.00	0.26	0.66	0.02	0.94
32	ยอป่า	*Morinda corein*	RUBIACEAE	2.08	2.08	0.00	0.26	0.66	0.01	0.94
33	ตะคร้ำ	*Garuga pinnata*	BURSERACEAE	2.08	2.08	0.00	0.26	0.66	0.01	0.94
		Total		787.50	316.67	21.49	100	100	100	300

ตารางผนวกที่ 2 ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับลูกไม้ที่สำรวจพบในพื้นที่หย่อมป่า

Number	Common name	Scientific name	Family	D	F	Do	RD(%)	RF(%)	Rdo(%)	IVI
1	ยมหิน	*Chukrasia tabularis*	MELIACEAE	416.67	156.25	0.10	16.67	13.04	16.94	46.65
2	แดง	*Xylia xylocarpa*	FABACEAE	312.50	104.17	0.11	12.50	8.70	18.70	39.89
3	ผ่าเสี้ยน	*Vitex canescens*	LAMIACEAE	468.75	104.17	0.07	18.75	8.70	11.99	39.44
4	เพกา	*Oroxylum indicum*	BIGNONIACEAE	208.33	104.17	0.09	8.33	8.70	15.01	32.04
5	มะเม่าสาย	*Antidesma sootepense*	STILAGINACEAE	312.50	104.17	0.06	12.50	8.70	9.21	30.41
6	ตะคร้อ	*Schleichera oleosa*	SAPINDACEAE	156.25	104.17	0.03	6.25	8.70	4.13	19.08
7	ผักหวานป่า	*Meliantha suavis*	OPILIACEAE	104.17	104.17	0.04	4.17	8.70	5.97	18.83
8	กระพี้จั่น	*Millettia brandisiana*	FABACEAE	156.25	104.17	0.02	6.25	8.70	3.28	18.23
9	งิ้ว	*Bombax anceps*	BOMBACACEAE	52.08	52.08	0.03	2.08	4.35	5.48	11.91
10	ปีบ	*Millingtonia hortensis*	BIGNONIACEAE	104.17	52.08	0.01	4.17	4.35	2.29	10.80
11	ไผ่ไร่	*Gigantochloa albociliata*	POACEAE	52.08	52.08	0.02	2.08	4.35	3.31	9.74
12	เสี้ยวป่า	*Bauhinia saccocalyx*	FABACEAE	52.08	52.08	0.01	2.08	4.35	2.43	8.87

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

Number	Common name	Scientific name	Family	D	F	Do	RD(%)	RF(%)	Rdo(%)	IVI
13	กาสามปีก	*Vitex peduncularis*	LAMIACEAE	52.08	52.08	0.01	2.08	4.35	0.83	7.26
14	กระถินยักษ์	*Leucaena leucocepphala*	FABACEAE	52.08	52.08	0.00	2.08	4.35	0.42	6.85
		Total		2500	1197.92	0.61	100	100	100	300

ตารางผนวกที่ 3 ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ที่สำรวจพบในพื้นที่ป่าฟื้นฟู

Number	Common name	Scientific name	Family	D	F	Do	RD(%)	RF(%)	Rdo(%)	IVI
1	ขี้เหล็ก	*Senna siamea*	FABACEAE	187.50	20.00	2.05	16.41	6.45	21.12	43.98
2	มะขามเทศ	*Pithecellobium dulce*	FABACEAE	100.00	16.25	0.80	8.75	5.24	8.24	22.24
3	กระถินยักษ์	*Leucaena leucocepphala*	FABACEAE	132.50	15.00	0.54	11.60	4.84	5.51	21.95
4	สัก	*Tectona grandis*	LAMIACEAE	77.50	17.50	0.60	6.78	5.65	6.15	18.58
5	สะตอ	*Parkia speciosa*	FABACEAE	50.00	16.25	0.67	4.38	5.24	6.89	16.51
6	จามจุรี	*Samanea saman*	FABACEAE	41.25	10.00	0.84	3.61	3.23	8.65	15.49
7	มะค่าโมง	*Afzelia xylocarpa*	FABACEAE	60.00	15.00	0.30	5.25	4.84	3.06	13.15
8	สะเดา	*Azadirachta indica*	MELIACEAE	46.25	15.00	0.40	4.05	4.84	4.16	13.04
9	มะคำดีควาย	*Sapindus rarak*	SAPINDACEAE	51.25	13.75	0.23	4.49	4.44	2.35	11.27
10	พฤกษ์	*Albizia lebbeck*	FABACEAE	20.00	10.00	0.60	1.75	3.23	6.22	11.20
11	หว้า	*Syzygium cumini*	MYRTACEAE	38.75	16.25	0.23	3.39	5.24	2.41	11.04
12	มะขาม	*Tamarindus indice*	FABACEAE	53.75	13.75	0.15	4.70	4.44	1.53	10.67
13	มะกล่ำต้น	*Adenanthera pavonina*	FABACEAE	28.75	10.00	0.35	2.52	3.23	3.58	9.32

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Number	Common name	Scientific name	Family	D	F	Do	RD(%)	RF(%)	Rdo(%)	IVI
14	สมอพิเภก	*Terminalia bellerica*	COMBRETACEAE	27.50	11.25	0.28	2.41	3.63	2.86	8.90
15	นนทรี	*Peltophorum pterocarpum*	FABACEAE	22.50	6.25	0.30	1.97	2.02	3.11	7.10
16	ทิ้งถ่อน	*Albizia procera*	FABACEAE	10.00	6.25	0.35	0.88	2.02	3.57	6.46
17	ชะอม	*Acacia pennata*	FABACEAE	36.25	7.50	0.03	3.17	2.42	0.31	5.90
18	เก็ดแดง	*Dalbergia dongnaiensis*	FABACEAE	16.25	8.75	0.03	1.42	2.82	0.36	4.60
19	กางขี้มอด	*Albizia odoratissima*	FABACEAE	8.75	7.50	0.05	0.77	2.42	0.47	3.65
20	มะกอกป่า	*Spondias pinnata*	ANACARDIACEAE	10.00	5.00	0.11	0.88	1.61	1.11	3.59
21	หางนกยูง	*aesalpinia pulcherrima*	FABACEAE	8.75	5.00	0.11	0.77	1.61	1.10	3.47
22	ปอแก่นเทา	*Grewia eriocarpa*	TILIACEAE	5.00	3.75	0.09	0.44	1.21	0.93	2.58
23	ข่อย	*Streblus asper*	MORACEAE	8.75	5.00	0.01	0.77	1.61	0.15	2.53
24	แซะ	*Millettia atropurpurea*	FABACEAE	10.00	2.50	0.05	0.88	0.81	0.49	2.17
25	ยมหิน	*Chukrasia tabularis*	MELIACEAE	5.00	2.50	0.08	0.44	0.81	0.81	2.06
26	ขางหัวหมู	*Miliusa velutina*	ANNONACEAE	5.00	3.75	0.04	0.44	1.21	0.41	2.06
27	กระพี้จั่น	*Millettia brandisiana*	FABACEAE	11.25	2.50	0.02	0.98	0.81	0.24	2.03

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Number	Common name	Scientific name	Family	D	F	Do	RD(%)	RF(%)	Rdo(%)	IVI
28	มะขามป้อม	*Phyllanthus emblica*	EUPHORBIACEAE	7.50	3.75	0.02	0.66	1.21	0.16	2.02
29	ปีบ	*Millingtonia hortensis*	BIGNONIACEAE	5.00	3.75	0.02	0.44	1.21	0.18	1.83
30	แคนา	*Dolichandrone serrulata*	BIGNONIACEAE	5.00	3.75	0.01	0.44	1.21	0.12	1.77
31	ตะแบกเลือด	*Terminalia mucronata*	COMBRETACEAE	7.50	2.50	0.02	0.66	0.81	0.19	1.65
32	มะรุม	*Moringa oleifera*	MORINGACEAE	3.75	2.50	0.02	0.33	0.81	0.24	1.38
33	กระโดน	*Careya sphaerica*	LECYTHIDACEAE	2.50	1.25	0.05	0.22	0.40	0.56	1.18
34	ตาล	*Borassus flabellifer*	PALMAE	2.50	1.25	0.05	0.22	0.40	0.53	1.15
35	ปอยาบ	*Colona flagrocarpa*	TILIACEAE	2.50	2.50	0.00	0.22	0.81	0.04	1.07
36	มะค่าแต้	*Sindora siamensis*	FABACEAE	2.50	2.50	0.00	0.22	0.81	0.04	1.06
37	สมอไทย	*Terminalia chebula*	COMBRETACEAE	1.25	1.25	0.04	0.11	0.40	0.45	0.97
38	ฉนวน	*Dalbergia nigrescens*	FABACEAE	2.50	1.25	0.03	0.22	0.40	0.28	0.91
39	ส้มกบ	*Hymenodictyon excelsum*	RUBIACEAE	2.50	1.25	0.02	0.22	0.40	0.18	0.80
40	ต๋าว	*Arenga pinnata*	PALMAE	1.25	1.25	0.03	0.11	0.40	0.28	0.79
41	อะราง	*Peltophorum dasyrrhachis.*	FABACEAE	1.25	1.25	0.03	0.11	0.40	0.28	0.79

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Number	Common name	Scientific name	Family	D	F	Do	RD(%)	RF(%)	Rdo(%)	IVI
42	ตะแบกเปลือกบาง	*Lagerstroemia duperreana*	LYTHRACEAE	2.50	1.25	0.02	0.22	0.40	0.16	0.78
43	ประดู่	*Pterocarpus macrocarpus*	FABACEAE	3.75	1.25	0.00	0.33	0.40	0.04	0.77
44	เสี้ยวป่า	*Bauhinia saccocalyx*	FABACEAE	3.75	1.25	0.00	0.33	0.40	0.03	0.76
45	กร่าง	*Ficus altissima*	MORACEAE	2.50	1.25	0.00	0.22	0.40	0.04	0.66
46	มะม่วง	*Mangifera indica*	ANACARDIACEAE	2.50	1.25	0.00	0.22	0.40	0.03	0.65
47	แดง	*Xylia xylocarpa*	FABACEAE	1.25	1.25	0.01	0.11	0.40	0.10	0.61
48	หนามแท่ง	*Catunaregam spathulifolia*	RUBIACEAE	1.25	1.25	0.01	0.11	0.40	0.08	0.59
49	มะคังแดง	*Gardenia erythroclada*	RUBIACEAE	1.25	1.25	0.01	0.11	0.40	0.07	0.58
50	คูน	*Cassia fistula*	FABACEAE	1.25	1.25	0.01	0.11	0.40	0.07	0.58
51	หนังดำ	*Diospyros castanea*	EBENACEAE	1.25	1.25	0.00	0.11	0.40	0.05	0.56
52	ลำดวน	*Melodorum fruticosum*	ANNONACEAE	1.25	1.25	0.00	0.11	0.40	0.02	0.53
		Total		1142.50	310.00	9.70	100.00	100	100	300

ตารางผนวกที่ 4 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ใหญ่ (Tree) ในพื้นที่หย่อมป่า

Number	Common name	ABG (kg/rai)			BLG (kg/rai)	Total Biomass (t/rai)	Carbon (tC/rai)		Total Carbon (tC/rai)	Total CO_2 (tCO_2/rai)
		Ws	Wb	Wl			ABG	BLG		
1	สัก	17015.29	3675.24	557.42	5736.95	26.98	9.987	2.696	12.68	46.50
2	ประดู่	10225.29	2211.94	332.53	3447.84	16.22	6.002	1.620	7.62	27.95
3	รัง	3450.36	744.69	112.68	1163.09	5.47	2.025	0.547	2.57	9.43
4	แดง	3344.29	644.23	126.50	1111.05	5.23	1.934	0.522	2.46	9.01
5	ปอแก่นเทา	1894.63	392.83	66.73	635.63	2.99	1.106	0.299	1.41	5.15
6	ยมหิน	1430.84	296.01	50.39	479.86	2.26	0.835	0.226	1.06	3.89
7	ผ่าเสี้ยน	601.36	105.49	24.12	197.36	0.93	0.344	0.093	0.44	1.60
8	ตะคร้อ	499.39	96.37	18.54	165.86	0.78	0.289	0.078	0.37	1.34
9	มะซาง	408.47	91.66	12.35	138.37	0.65	0.241	0.065	0.31	1.12
10	มะกอกเกลื้อน	353.55	68.28	13.60	117.57	0.55	0.205	0.055	0.26	0.95
11	กระพี้เขาควาย	337.23	63.26	13.27	111.71	0.53	0.194	0.053	0.25	0.91
12	ขว้าว	322.56	66.93	11.26	108.20	0.51	0.188	0.051	0.24	0.88
13	กระพี้จั่น	242.41	41.80	9.78	79.38	0.37	0.138	0.037	0.18	0.64

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

Number	Common name	ABG (kg/rai)			BLG (kg/rai)	Total Biomass (t/rai)	Carbon (tC/rai)		Total Carbon (tC/rai)	Total CO_2 (tCO_2/rai)
		Ws	Wb	Wl			ABG	BLG		
14	กาสามปีก	218.52	44.01	7.95	73.03	0.34	0.127	0.034	0.16	0.59
15	กระถินยักษ์	171.25	31.71	6.79	56.63	0.27	0.099	0.027	0.13	0.46
16	เสี้ยวป่า	148.13	24.66	6.00	48.28	0.23	0.084	0.023	0.11	0.39
17	ปอเลียงมัน	71.27	13.40	2.81	23.62	0.11	0.041	0.011	0.05	0.19
18	เสี้ยวเครือ	64.42	10.31	2.62	20.89	0.10	0.036	0.010	0.05	0.17
19	กระท่อมหมู	54.08	8.85	2.21	17.59	0.08	0.031	0.008	0.04	0.14
20	ตะแบกเปลือกบาง	43.84	7.02	1.79	14.21	0.07	0.025	0.007	0.03	0.12
21	เพกา	27.58	3.85	1.12	8.79	0.04	0.015	0.004	0.02	0.07
22	เสี้ยวส้ม	26.14	3.98	1.07	8.42	0.04	0.015	0.004	0.02	0.07
23	กุ๊ก	19.91	3.29	0.81	6.48	0.03	0.011	0.003	0.01	0.05
24	หนามแท่ง	19.80	3.03	0.81	6.38	0.03	0.011	0.003	0.01	0.05
25	เต็งหนาม	13.06	2.07	0.53	4.23	0.02	0.007	0.002	0.01	0.03
26	เหมือดโลด	8.88	1.27	0.36	2.84	0.01	0.005	0.001	0.01	0.02

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

Number	Common name	ABG (kg/rai)			BLG (kg/rai)	Total Biomass (t/rai)	Carbon (tC/rai)		Total Carbon (tC/rai)	Total CO_2 (tCO_2/rai)
		Ws	Wb	Wl			ABG	BLG		
27	ติ้วเกลี้ยง	8.26	1.25	0.34	2.66	0.01	0.005	0.001	0.01	0.02
28	ขางหัวหมู	6.68	0.93	0.27	2.13	0.01	0.004	0.001	0.005	0.02
29	เก็ดแดง	4.64	0.66	0.19	1.48	0.01	0.003	0.001	0.003	0.01
30	ติ้วหนาม	3.67	0.51	0.15	1.17	0.01	0.002	0.001	0.003	0.01
31	งิ้ว	2.29	0.30	0.09	0.73	0.003	0.001	0.0003	0.002	0.01
32	ตะคร้ำ	1.52	0.19	0.06	0.48	0.002	0.001	0.0002	0.001	0.004
33	ยอป่า	1.39	0.18	0.06	0.44	0.002	0.001	0.0002	0.001	0.004
Total		41040.99	8660.20	1385.19	13793.32	64.88	24.01	6.48	30.49	111.81

ตารางผนวกที่ 5 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของลูกไม้ (Sapling) ในพื้นที่หย่อมป่า

Number	Common name	ABG (kg/rai)			BLG (kg/rai)	Total Biomass (t/rai)	Carbon (tC/rai)		Total Carbon (tC/rai)	Total CO_2 (tCO_2/rai)
		Ws	Wb	Wl			ABG	BLG		
1	แดง	2.6206	0.3013	0.1043	0.81709	0.0038	0.0014	0.0004	0.00181	0.007
2	ยมหิน	1.9142	0.2066	0.0757	0.5931	0.0028	0.0010	0.0003	0.0013	0.005
3	เพกา	1.3534	0.1514	0.0537	0.42080	0.0020	0.0007	0.0002	0.0009	0.003
4	ผ่าเสี้ยน	1.2101	0.1218	0.0476	0.3725	0.0018	0.0006	0.00018	0.0008	0.0030
5	มะเม่าสาย	0.9559	0.0976	0.0376	0.2946	0.0014	0.0005	0.00014	0.0007	0.0024
6	ผักหวานป่า	0.5479	0.0596	0.0217	0.1699	0.0008	0.0003	0.00008	0.0004	0.0014
7	งิ้ว	0.5383	0.0617	0.0214	0.1678	0.0008	0.0003	0.000079	0.00037	0.0014
8	ไผ่ไร่	0.4916	0.0559	0.0195	0.1531	0.0007	0.0003	0.000072	0.00034	0.0012
9	ตะคร้อ	0.4425	0.0450	0.0174	0.1363	0.0006	0.0002	0.000064	0.00030	0.0011
10	เสี้ยวป่า	0.3688	0.0407	0.0146	0.1145	0.0005	0.0002	0.000054	0.00025	0.0009
11	กระพี้จั่น	0.3432	0.0341	0.0135	0.1055	0.0005	0.0002	0.000050	0.00023	0.0009
12	ปีบ	0.2211	0.0216	0.0087	0.0679	0.0003	0.0001	0.000032	0.00015	0.0006

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

Number	Common name	ABG (kg/rai)			BLG (kg/rai)	Total Biomass (t/rai)	Carbon (tC/rai)		Total Carbon (tC/rai)	Total CO_2 (tCO_2/rai)
		Ws	Wb	Wl			ABG	BLG		
13	กาสามปีก	0.0838	0.0080	0.0033	0.0257	0.0001	0.00004	0.000012	0.00006	0.0002
14	กระถินยักษ์	0.0494	0.0044	0.0019	0.0150	0.00007	0.00003	0.000007	0.00003	0.0001
Total		11.14	1.21	0.44	3.4537	0.02	0.0060	0.0016	0.008	0.028

ตารางผนวกที่ 6 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ใหญ่ (Tree) ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู

Number	Common name	ABG (kg/rai)			BLG (kg/rai)	Total Biomass (t/rai)	Carbon (tC/rai)		Total Carbon (tC/rai)	Total CO_2 (tCO_2/rai)
		Ws	Wb	Wl			ABG	BLG		
1	ขี้เหล็ก	4461.35	793.37	178.53	1466.98	6.90	2.55	0.69	3.24	11.89
2	จามจุรี	2097.68	426.41	72.47	701.07	3.30	1.22	0.33	1.55	5.68
3	พฤกษ์	1738.33	355.35	62.02	582.04	2.74	1.01	0.27	1.29	4.72
4	สะตอ	1707.19	314.83	67.30	564.12	2.65	0.98	0.27	1.25	4.57
5	มะขามเทศ	1713.32	304.67	67.92	563.19	2.65	0.98	0.26	1.25	4.57
6	สัก	1311.49	226.88	52.81	429.62	2.02	0.75	0.20	0.95	3.48
7	ทิ้งถ่อน	1219.43	267.55	37.81	411.69	1.94	0.72	0.19	0.91	3.34
8	สะเดา	986.17	179.66	38.92	325.28	1.53	0.57	0.15	0.72	2.64
9	กระถินยักษ์	993.50	157.68	40.32	321.70	1.51	0.56	0.15	0.71	2.61
10	มะกล่ำต้น	933.00	172.16	36.68	308.29	1.45	0.54	0.14	0.68	2.50
11	สมอพิเภก	689.37	126.75	26.92	227.62	1.07	0.40	0.11	0.50	1.85
12	มะค่าโมง	588.32	97.23	23.81	191.53	0.90	0.33	0.09	0.42	1.55
13	นนทรี	495.95	86.39	20.04	162.64	0.77	0.28	0.08	0.36	1.32

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

Number	Common name	ABG (kg/rai)			BLG (kg/rai)	Total Biomass (t/rai)	Carbon (tC/rai)		Total Carbon (tC/rai)	Total CO_2 (tCO_2/rai)
		Ws	Wb	Wl			ABG	BLG		
14	มะคำดีควาย	449.17	72.35	18.27	145.74	0.69	0.25	0.07	0.32	1.18
15	หว้า	357.51	58.64	14.49	116.27	0.55	0.20	0.05	0.26	0.94
16	มะกอกป่า	281.35	51.48	11.12	92.87	0.44	0.16	0.04	0.21	0.75
17	มะขาม	267.14	40.48	10.87	85.99	0.40	0.15	0.04	0.19	0.70
18	ยมหิน	233.13	43.49	9.19	77.17	0.36	0.13	0.04	0.17	0.63
19	หางนกยูง	216.33	39.98	8.49	71.50	0.34	0.12	0.03	0.16	0.58
20	กระโดน	188.97	37.80	7.01	63.12	0.30	0.11	0.03	0.14	0.51
21	ปอแก่นเทา	168.94	30.94	6.72	55.78	0.26	0.10	0.03	0.12	0.45
22	แซะ	118.53	19.16	4.83	38.48	0.18	0.07	0.02	0.09	0.31
23	สมอไทย	110.35	21.69	4.22	36.79	0.17	0.06	0.02	0.08	0.30
24	กางขี้มอด	98.21	16.12	3.99	31.95	0.15	0.06	0.02	0.07	0.26
25	ฉนวน	68.12	11.94	2.75	22.36	0.11	0.04	0.01	0.05	0.18
26	ขางหัวหมู	60.73	10.39	2.45	19.86	0.09	0.03	0.01	0.04	0.16

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

Number	Common name	ABG (kg/rai)			BLG	Total Biomass	Carbon (tC/rai)		Total Carbon	Total CO_2
		Ws	Wb	Wl	(kg/rai)	(t/rai)	ABG	BLG	(tC/rai)	(tCO_2/rai)
27	ชะอม	50.44	6.81	2.04	16.01	0.08	0.028	0.0075	0.035	0.13
28	อะราง	45.30	8.14	1.82	14.92	0.07	0.026	0.0070	0.033	0.12
29	เก็ดแดง	41.01	5.72	1.66	13.07	0.06	0.023	0.0061	0.029	0.11
30	ตะแบกเลือด	35.72	5.27	1.45	11.46	0.054	0.020	0.0054	0.025	0.093
31	มะรุม	35.28	5.72	1.44	11.46	0.054	0.020	0.0054	0.025	0.093
32	กระพี้จั่น	34.24	4.86	1.39	10.93	0.051	0.019	0.0051	0.024	0.089
33	มะขามป้อม	29.36	4.34	1.19	9.42	0.044	0.016	0.0044	0.021	0.076
34	ส้มกบ	26.16	4.16	1.07	8.48	0.040	0.015	0.0040	0.019	0.069
35	ตาล	23.00	3.65	0.94	7.45	0.035	0.013	0.0035	0.016	0.060
36	ต๋าว	21.00	3.49	0.86	6.84	0.032	0.012	0.0032	0.015	0.055
37	ตะแบกเปลือกบาง	20.75	3.21	0.85	6.70	0.032	0.012	0.0031	0.015	0.054
38	ปีบ	19.64	2.87	0.80	6.29	0.030	0.011	0.0030	0.014	0.051
39	คูน	18.59	3.05	0.76	6.05	0.028	0.011	0.0028	0.013	0.049

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

Number	Common name	ABG (kg/rai)			BLG	Total Biomass	Carbon (tC/rai)		Total Carbon	Total CO_2
		Ws	Wb	Wl	(kg/rai)	(t/rai)	ABG	BLG	(tC/rai)	(tCO_2/rai)
40	ข่อย	16.93	2.30	0.68	5.38	0.025	0.0094	0.0025	0.012	0.044
41	แดง	15.06	2.42	0.61	4.89	0.023	0.0085	0.0023	0.011	0.040
42	หนามแท่ง	13.91	2.22	0.57	4.51	0.021	0.0078	0.0021	0.010	0.037
43	มะคังแดง	13.68	2.18	0.56	4.43	0.021	0.0077	0.0021	0.010	0.036
44	แคนา	11.14	1.55	0.45	3.55	0.017	0.0062	0.0017	0.008	0.029
45	ปอยาบ	8.41	1.21	0.34	2.69	0.013	0.0047	0.0013	0.006	0.022
46	ประดู่	8.47	1.15	0.34	2.69	0.013	0.0047	0.0013	0.006	0.022
47	เสี้ยวป่า	6.43	0.86	0.26	2.04	0.010	0.0035	0.0010	0.005	0.017
48	มะค่าแต้	5.95	0.83	0.24	1.89	0.009	0.0033	0.0009	0.004	0.015
49	กร่าง	4.95	0.67	0.20	1.57	0.007	0.0027	0.0007	0.003	0.013
50	ลำดวน	4.21	0.60	0.17	1.34	0.006	0.0023	0.0006	0.003	0.011
51	หนังดำ	4.16	0.59	0.17	1.33	0.006	0.0023	0.0006	0.003	0.011
52	มะม่วง	1.56	0.19	0.06	0.49	0.002	0.0009	0.0002	0.001	0.004
Total		114.85	16.75	4.66	36.79	0.17	0.06	0.02	0.08	0.30

ตารางผนวกที่ 7 รายชื่อชนิดพันธุ์ไม้ดั้งเดิม ต่างถิ่น และต่างถิ่นรุกรานที่พบในพื้นที่หย่อมป่า และป่าฟื้นฟู บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

Number	Common name	Land use		Species		
		RF	FLR	Indigenous	NIAS	IAS
1	กระเจียน		✓		✓	
2	กระโดน		✓		✓	
3	กระถินยักษ์	✓	✓			✓
4	กระท่อมหมู	✓		✓		
5	กระพี้เขาควาย	✓		✓		
6	กระพี้จั่น	✓	✓	✓		
7	กร่าง		✓		✓	
8	กางขี้มอด		✓		✓	
9	กาสามปีก	✓		✓		
10	กุ๊ก	✓		✓		
11	เก็ดแดง	✓	✓	✓		
12	ขว้าว	✓		✓		
13	ข่อย		✓		✓	
14	ขางหัวหมู	✓	✓	✓		
15	ขี้เหล็ก		✓		✓	
16	คูน		✓		✓	
17	แคนา		✓		✓	
18	งิ้ว	✓		✓		
19	จามจุรี		✓		✓	
20	จิกน้ำ		✓		✓	
21	ฉนวน		✓		✓	
22	ชะอม		✓		✓	
23	แซะ		✓		✓	

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

Number	Common name	Land use		Species		
		RF	FLR	Indigenous	NIAS	IAS
24	ดำดง (ลำบิด)		✓		✓	
25	แดง	✓	✓	✓		
26	ตะคร้อ	✓		✓		
27	ตะคร้ำ	✓		✓		
28	ตะแบกเปลือกบาง	✓	✓	✓		
29	ตะแบกเลือด		✓		✓	
30	ตาล		✓		✓	
31	ตำเสา		✓		✓	
32	ติ้วเกลี้ยง	✓		✓		
33	ติ้วหนาม	✓		✓		
34	เต็งหนาม	✓		✓		
35	ทิ้งถ่อน		✓		✓	
36	นนทรี		✓		✓	
37	ประดู่	✓	✓	✓		
38	ปอแก่นเทา	✓	✓	✓		
39	ปอยาบ		✓		✓	
40	ปอเลียงมัน	✓		✓		
41	ปีบ	✓	✓	✓		
42	ผักหวานป่า	✓		✓		
43	ผ่าเสี้ยน	✓		✓		
44	พฤกษ์		✓		✓	
45	เพกา	✓		✓		
46	มะกล่ำต้น		✓		✓	

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

Number	Common name	Land use		Species		
		RF	FLR	Indigenous	NIAS	IAS
47	มะกอกเกลื้อน	✓		✓		
48	มะกอกป่า		✓		✓	
49	มะขาม		✓		✓	
50	มะขามเทศ		✓		✓	
51	มะขามป้อม		✓		✓	
52	มะคังแดง		✓		✓	
53	มะค่าแต้		✓		✓	
54	มะค่าโมง		✓		✓	
55	มะคำดีควาย		✓		✓	
56	มะชาง	✓		✓		
57	มะม่วง		✓		✓	
58	มะเม่าสาย	✓		✓		
59	มะรุม		✓		✓	
60	ยมหิน	✓	✓	✓		
61	ยอป่า	✓		✓		
62	รัง	✓		✓		
63	ลำดวน		✓		✓	
64	ส้มกบ		✓		✓	
65	สมอไทย		✓		✓	
66	สมอพิเภก		✓		✓	
67	สะแกวัน	✓		✓		
68	สะเดา		✓		✓	
69	สะตอ		✓		✓	

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

Number	Common name	Land use		Species		
		RF	FLR	Indigenous	NIAS	IAS
70	สัก	✓	✓	✓		
71	เสี้ยวเครือ	✓		✓		
72	เสี้ยวป่า	✓	✓	✓		
73	เสี้ยวส้ม	✓		✓		
74	หนังดำ (ตะโกพนม)		✓		✓	
75	หนามแท่ง	✓	✓	✓		
76	หว้า		✓		✓	
77	หางนกยูง		✓		✓	
78	เหมือดโลด	✓		✓		
79	อะราง		✓		✓	

หมายเหตุ Indigenous คือ ชนิดพันธุ์พื้นเมือง

Non-invasive Alien Species (NIAS) คือ ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ไม่รุกราน

Invasive Alien Species (IAS) คือ ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกราน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวศิริรัตน์ สมประโคน	
เกิดเมื่อ	18 พฤษภาคม 2543	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2567	ปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	พ.ศ. 2564	ปริญญาตรี สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ