การเจริญทดแทนของไม้ต้นในแปลงปลูกป่าฟื้นฟูด้วยไม้เศรษฐกิจ บริเวณต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน

อนุสรณ์ สะสันติ

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการป่าไม้
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2564

การเจริญทดแทนของไม้ต้นในแปลงปลูกป่าฟื้นฟูด้วยไม้เศรษฐกิจ บริเวณต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน

อนุสรณ์ สะสันติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการป่าไม้
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การเจริญทดแทนของไม้ต้นในแปลงปลูกป่าฟื้นฟูด้วยไม้เศรษฐกิจ
บริเวณต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน

อนุสรณ์ สะสันติ

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการป่าไม้

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.แหลมไทย อาษานอก)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา พงษ์การัณยภาส)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(อาจารย์ ดร.มณฑล นอแสงศรี)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

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

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)
รองอธิการบดี ปฏิบัติการแทน
อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง การเจริญทดแทนของไม้ต้นในแปลงปลูกป่าฟื้นฟูด้วยไม้เศรษฐกิจ บริเวณต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน

ชื่อผู้เขียน นายอนุสรณ์ สะสันติ

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการป่าไม้

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.แหลมไทย อาษานอก

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยดินและองค์ประกอบชนิดไม้ต้นในพื้นที่แปลงปลูกป่าฟื้นฟูอายุ 40 ปีและป่าผสมผลัดใบตามธรรมชาติ บริเวณต้นน้ำแม่สาคร จังหวัดน่าน โดยการวางแปลงขนาด 20 เมตร x 20 เมตร จำนวน 5 แปลงในแต่ละพื้นที่ศึกษา ได้แก่ แปลงปลูกประดู่ แปลงปลูกสัก และ แปลงปลูกยูคาลิปตัส และป่าผสมผลัดใบ ทำการเก็บข้อมูลด้านองค์ประกอบของชนิดของไม้ต้นและปัจจัยดิน เพื่อวิเคราะห์หาค่าลักษณะทางสังคมพืชและหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดินและสังคมพืช พบว่า มีจำนวนชนิดไม้ต้นทั้งหมด 61 ชนิด 53 สกุล 27 วงศ์ จากไม้ทั้งหมด 476 ต้น โดยแปลงปลูกประดู่มีค่าดัชนีความหลากหลาย (H'= 3.30) และดัชนีความคล้ายคลึงกับป่าผสมผลัดใบ (ร้อยละ 63.64) สูงกว่าแปลงปลูกสักและแปลงปลูกยูคาลิปตัส แสดงให้เห็นว่าการใช้ชนิดประดู่ป่าเพื่อการฟื้นฟูมีศักยภาพสูงในการช่วยให้เกิดการตั้งตัวของชนิดไม้พื้นถิ่นในป่าผสมผลัดใบได้ดีกว่าการใช้สักและยูคาลิปตัส อินทรียวัตถุและอนุภาคดินเหนียวมีอิทธิพลต่อการปรากฏของชนิดไม้ในป่าผสมผลัดใบ ส่วนธาตุแมกนีเซียมมีผลต่อการปรากฏของชนิดไม้ในแปลงสัก ขณะที่ชนิดไม้เด่นในแปลงปลูกยูคาลิปตัสพบในพื้นที่มีธาตุอาหารต่ำ แสดงให้เห็นว่าสมบัติดินมีผลต่อการเจริญทดแทนคัดเลือกชนิดพืชเพื่อการฟื้นฟูเพื่อช่วยในการปรับเปลี่ยนปัจจัยแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการตั้งตัวของพรรณไม้พื้นถิ่น ดังนั้นนโยบายการฟื้นฟูป่าจึงควรเริ่มจากการคัดเลือกชนิดพืชที่มีความเหมาะสมต่อปัจจัยแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ รวมถึงศักยภาพในการช่วยปรับเปลี่ยนปัจจัยแวดล้อมและการตั้งตัวของพืชแต่ละชนิด

คำสำคัญ : การฟื้นฟูป่า, โครงสร้างสังคมพืช, ความหลากหลาย, ไม้พื้นถิ่น

Title	TREE SPECIES REGNERATION IN FOREST RESTORATION AREA BY ECONOMIC TREE AT NAN WATERSHED, NAN PROVINCE
Author	Mr. Anusorn Sasunti
Degree	Master of Science in Forest Management
Advisory Committee Chairperson	Associate Professor Dr. Lamthai Asanog

ABSTRACT

This study investigated the relationship of edaphic factors and tree composition were regenerated in 40-year old of restoration area and natural mixed deciduous forest at Mae Sa Kron head watershed, Nan province. Five of 20 m x 20 m sampling plots were established in each sites; *Pterocarpus macrocarpus* (PMP), *Tectona grandis* (TGP), and *Eucalyptus camaldulensis* (ECP) plantation and mixed deciduous forest (MDF). The species composition of trees and soil were collected for analyze plant community and relationship with soil factores. The results showed 61 species 53 genera and 27 family all of 476 tree. PMP showed diversity index ($H^{/}$= 3.30) and similarity index with MDF (63.64 %) higher than TGP and ECP. Suggestting that, *P. macrocarpus* had high ability for restoration, by induced native species establish in the area higher than *T. grandis* and *E. camaldulensis*. The dominant species of MDF influenced by organic matter and clay, TGP affected by magnesium, but ECP persented at poor soil area. Suggesting that, soil properties affected tree species regeneration and selected species for restoration, and changes environmental factors for native species establishment. Therefore, the forest restoration policy should begin with the selection of tree species that are suitable for environmental factors in each area, and potential to help adjust environmental factors and establishment ability of each species.

Keywords : Forest restoration, Vegetation structure, Diversity, Native species

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การเจริญทดแทนของไม้ยืนต้นในแปลงปลูกป่าฟื้นฟูด้วยไม้เศรษฐกิจ บริเวณต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน อยู่ภายใต้การบริหารจัดการพื้นที่ต้นน้ำในพื้นที่ สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ขอขอบคุณหัวหน้า และบุคลากรสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ที่อำนวยความสะดวก และอนุเคราะห์สถานที่สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ และรวมทั้งนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ และระดับปริญญาตรีสาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่เป็นกำลังสำคัญในการเก็บข้อมูลภาคสนามจนสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี สดท้ายขอขอบคุณสำนักบริหารจัดการพื้นที่อนุรักษ์ที่ 13 (แพร่) ที่ให้ความกรุณาอนุญาตให้มาเรียน จนสำเร็จการศึกษาด้วยดี

อนุสรณ์ สะสันติ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

ตารางที่ ..... ซ

ภาพที่ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

วัตถุประสงค์ 3

ขอบเขตการวิจัย 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร 4

1. ลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบชนิดพืช 4

2. ปัจจัยจำกัดด้านสิ่งแวดล้อมกับสังคมพืช 6

3. การจัดลำดับสังคมพืช 9

4. ป่าผสมผลัดใบ 10

5. การฟื้นฟูป่า 13

6. แนวการคัดเลือกชนิดไม้ที่เหมาะสมกับการฟื้นฟูป่า 15

7. การจัดการลุ่มน้ำ 21

8. สถานภาพต้นน้ำน่าน 24

9. สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน 24

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 30

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ 33
อุปกรณ์ 33
สถานที่ศึกษา 33
การวางแปลงตัวอย่างและเก็บข้อมูล 34
การวิเคราะห์ข้อมูล 35
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 38
1. ความหลากหลายและองค์ประกอบชนิดไม้ต้น 38
2. การจัดกลุ่มหมู่ไม้และดัชนีความคล้ายคลึง 47
3. สมบัติดิน 49
4. การจัดลำดับความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืชกับปัจจัยดิน 50
5. การนำไปใช้สำหรับการจัดการป่าไม้ 53
บรรณานุกรม 56
ภาคผนวก 67
ประวัติผู้วิจัย 71

ตารางที่

หน้า

ตารางที่ 1 ลักษณะทางภูมิกายภาพของลุ่มน้ำสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน 27

ตารางที่ 2 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และ ดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในป่าผสมผลัดใบ 38

ตารางที่ 3 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และ ดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในแปลงปลูกประดู่..... 41

ตารางที่ 4 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และ ดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในแปลงปลูกสัก..... 43

ตารางที่ 5 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และ ดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในแปลงปลูกยูคาลิปตัส 45

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบลักษณะทางสังคมพืช ได้แก่ ป่าผสมผลัดใบ (MDF) แปลงปลูกประดู่ (PMP) แปลงปลูกสัก (TGP) และแปลงปลูกยูคาลิปตัส (ECP) ในพื้นที่แปลงปลูกป่าฟื้นฟู บริเวณป่าต้นน้ำแม่สาคร 47

ตารางที่ 7 ดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างแปลงปลูกสัก (TGP) แปลงปลูกประดู่ (PMP) แปลงปลูกยูคาลิปตัส (ECP) และป่าผสมผลัดใบ (MDF) ในพื้นที่แปลงปลูกป่าฟื้นฟู บริเวณป่าต้นน้ำแม่สาคร 48

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมบัติดิน (Mean±SD) ได้แก่ อนุภาคดินทราย (sand, %) และอนุภาคดินทรายแป้ง (silt, %) และ อนุภาคดินเหนียว (clay, %) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM,%) ไนโตรเจน (N, %) ฟอสฟอรัส (P, mg/kg) โพแทสเซียม (K, mg/kg) แคลเซียม (Ca, mg/kg) แมกนีเซียม (Mg, mg/kg) ภายในพื้นที่ป่าผสมผลัดใบ (MDF) แปลงปลูกประดู่ (PMP) แปลงปลูกสัก (TGP) และแปลงปลูกยูคาลิปตัส (ECP) บริเวณป่าต้นน้ำแม่สาคร..... 50

ภาพที่

หน้า

ภาพที่ 1 ขอบเขตสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน 29

ภาพที่ 2 การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (cluster analysis) ได้แก่ ป่าผสมผลัดใบ (MDF) แปลงปลูกประดู่ (PMP) แปลงปลูกสัก (TGP) และแปลงปลูกยูคาลิปตัส (ECP) ในพื้นที่แปลงปลูกป่าฟื้นฟู บริเวณป่าต้นน้ำแม่สาคร 48

ภาพที่ 3 การจัดลำดับด้วยวิธี Non-Metric Multidimensional Scaling (NMS) ระหว่างสังคมพืช (ปลงปลูกสัก (TGP) แปลงปลูกประดู่ (PMP) แปลงปลูกยูคาลิปตัส (ECP) และป่าผสมผลัดใบ (MDF)) และ ปัจจัยดินที่มีผลต่อการกำหนดการปรากฏสังคมพืช (อนุภาคดินเหนียว (clay) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) และธาตุ แมกนีเซียม (Mg)) อักษรย่อแสดงชนิดไม้ในแต่ละสังคมแสดงในตาราง ภาคผนวก 52

บทที่ 1
บทนำ

ป่าเขตร้อน (tropical forest) นับว่าเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญมากเมื่อเปรียบเทียบกับป่าในเขตอื่น ๆ ของโลก ทั้งนี้เพราะป่าเขตร้อนนั้นมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง (high biodiversity) และยังรวมไปถึงความมากมายในจำนวนชนิดและสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยอีกด้วย ป่าเขตร้อนส่วนใหญ่มักพบอยู่ในประเทศกำลังพัฒนาซึ่งมีอัตราการเพิ่มประชากรสูงมากกว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว และประชากรส่วนใหญ่อาศัยการกสิกรรมเพื่อการดำรงชีพ และมีการพึ่งพาอาศัยป่าในด้านปัจจัยสี่ ดังนั้นแนวโน้มของการบุกรุกทำลายสภาพป่าธรรมชาติเพื่อเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรมจึงเพิ่มสูงขึ้นจากอดีตจนถึงปัจจุบัน จากการสำรวจพื้นที่ป่าไม้ โดยกรมป่าไม้ พบว่าในปี พ.ศ. 2504 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าประมาณ 171 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 53.33 ของประเทศ และในปี พ.ศ. 2531 ลดลงเหลือร้อยละ 25.28 (Charuphat, 2000) และในปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2546 กรมป่าไม้ร่วมกับกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช ได้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีรายละเอียดสูง เพื่อประเมินพื้นที่ป่าไม้ทั่วประเทศ พบว่า มีพื้นที่ป่าคงเหลือร้อยละ 33.40 และ 33.23 ตามลำดับ (กรมป่าไม้, 2562) เนื่องจากป่าเขตร้อนมีคุณค่าสูงในหลาย ๆ ด้าน จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาทางนิเวศวิทยาอย่างลึกซึ้ง โดยเฉพาะในเรื่องของโครงสร้างและหน้าที่ของป่าไม้ เช่นเดียวกับปัจ จัยการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยแวดล้อมที่มีส่วนสำคัญในการกำหนดการกระจาย (distribution) ของชนิดไม้ในสังคมพืช ดังนั้นหากพิจารณาถึงความสำคัญของป่าเขตร้อนทั้งระดับท้องถิ่น (locally) และระดับประเทศ (nationally) จึงควรที่จะต้องเร่งดำเนินการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในส่วนของบทบาทด้านนิเวศวิทยา (ecological roles) และการบำรุงรักษาระบบของปัจจัยแวดล้อมที่สำคัญในแต่ละส่วนของระบบนิเวศป่าไม้ ว่ามีความสำคัญมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการศึกษาที่ได้รับนอกจากจะมีประโยชน์ต่อการวางแผนสำหรับการอนุรักษ์ (conservation planning) แล้ว ยังเป็นการเพิ่มพูนความรอบรู้ในเรื่องความหลากหลายทางด้านทรัพยากรธรรมชาติ ทั้งต่อชุมชนและต่อมวลมนุษยชาติด้วย

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 มีตัวชี้วัดที่ชัดเจนในด้านการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ โดยการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้เพื่อการอนุรักษ์ และพื้นที่ปลูกป่าเพื่อการฟื้นฟูป่าต้นน้ำให้เพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) นอกจากนั้นแผนการปฏิรูปประเทศด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ยังกำหนดแนวทางการฟื้นฟูพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมและภูเขาหัวโล้น โดยกำหนดให้ดำเนินการในพื้นที่ต้นน้ำลำธารที่สำคัญก่อนเป็นอันดับแรก เพื่อเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ให้ได้ไม่น้อยกว่าขอบเขตพื้นที่ป่าเพื่อการอนุรักษ์ที่ได้ประกาศไว้แล้ว (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) ดังนั้นจึงต้องเร่ง

ดำเนินการฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำลำธารให้มีสภาพป่าสมบูรณ์ให้มากที่สุด ด้วยมาตรการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับกฎหมายสูงสุดและแผนของชาติดังกล่าว อย่างไรก็ตามการฟื้นฟูป่าจะสำเร็จได้นั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลทางนิเวศวิทยาป่าไม้และการศึกษาความสำเร็จของการตั้งตัวของชนิดไม้ต่าง ๆ ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู ซึ่งยังขาดข้อมูลอยู่เป็นอย่างมากโดยเฉพาะป่าต้นน้ำในทางภาคนเหนือของประเทศไทย

จังหวัดน่านถือได้ว่าเป็นป่าต้นน้ำที่สำคัญของประเทศ ประกอบไปด้วยลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสลับซับซ้อน ส่งผลต่อการมีความหลากหลายทางชีวภาพสูงทั้งด้านชนิดและระบบนิเวศ อย่างไรก็ตามประชากรส่วนใหญ่ยังทำอาชีพเกษตรกรรม โดยเฉพาะการทำการเกษตรเชิงเดี่ยวในพื้นที่สูง เช่น การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวไร่ เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้พื้นที่ป่าลดลงในปัจจุบัน โดยเฉพาะพื้นที่ต้นน้ำซึ่งมักปรากฏให้เห็นเป็นภูเขาหัวโล้นกระจายอยู่ทั่วไป (Trisurat et al., 2019) ดังนั้นภาครัฐโดยเฉพาะกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จึงได้มีภารกิจสำคัญในการฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำน่าน เห็นได้จากมีการจัดตั้งหน่วยจัดการต้นน้ำกระจายอยู่ทั่วทั้งพื้นที่ต้นน้ำของจังหวัด โดยภารกิจหลักคือการปลูกป่าเพื่อฟื้นฟูสภาพป่าเสื่อมโทรมและเริ่มดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการติดตามความสำเร็จในการตั้งตัวของพรรณพืชบริเวณพื้นที่ป่าที่ได้รับการฟื้นฟูอย่างจริงจัง จึงควรเร่งให้มีการศึกษาสภาพป่าและลักษณะปัจจัยแวดล้อมในพื้นที่เหล่านี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตรวจวัดความสำเร็จของการฟื้นฟูป่าในพื้นที่ต้นน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

ลุ่มน้ำแม่สาคร อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ถือเป็นป่าต้นน้ำที่สำคัญอีกพื้นที่หนึ่ง เป็นที่ตั้งของสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช เดิมมีสภาพเป็นป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบ ซึ่งในอดีตมีการบุกรุกเข้าทำกินของชุมชนในพื้นที่ หลังจากนั้นภาครัฐได้ตรวจยึดพื้นที่คืนและได้ดำเนินกิจกรรมปลูกป่าเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมดังกล่าว ในปี พ.ศ. 2522 จำนวนรวม 1,400 ไร่ โดยปลูกพืชแบบเชิงเดี่ยว (mono planting species) ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและจำแนกเป็นแปลงปลูกแยกแต่ละชนิด ได้แก่ แปลงปลูกประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) แปลงปลูกสัก (*Tectona grandis*) และแปลงปลูกยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*) อย่างไรก็ตามจนถึงปัจจุบันพื้นที่แห่งนี้ยังไม่มีการศึกษาถึงระบบนิเวศป่าไม้ในพื้นที่ปลูกป่าภายหลังการฟื้นฟูดังกล่าว โดยเฉพาะในด้านการเจริญทดแทน หรือการสืบต่อพันธุ์ (regeneration) ของชนิดไม้ต้นที่เกิดขึ้นในพื้นที่ฟื้นฟู ซึ่งถือเป็นข้อมูลสำคัญที่สามารถชี้วัดถึงความสำเร็จของการฟื้นฟูป่า ดังนั้น การดำเนินการวิจัยเพื่อติดตามและตรวจสอบการเจริญทดแทนของชนิดไม้ต้นในพื้นที่ปลูกป่าฟื้นฟูด้วยชนิดไม้เศรษฐกิจที่แตกต่างกัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาครจังหวัดน่าน จึงมีความจำเป็นที่ต้องเร่งศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานและเป็นแนวทางในการศึกษาป่าฟื้นฟูในพื้นที่ต้นน้ำเพื่อให้เกิดการจัดการป่าต้นน้ำอย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบถึงองค์ประกอบชนิดไม้ต้นในพื้นที่ป่าผสมผลัดใบธรรมชาติและพื้นที่แปลงปลูกป่าฟื้นฟูด้วยชนิดไม้เศรษฐกิจที่แตกต่างกัน ในบริเวณพื้นที่สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

2. เพื่อตรวจสอบอิทธิพลของปัจจัยดินที่มีผลต่อการตั้งตัวของไม้ต้น ในพื้นที่ป่าผสมผลัดใบธรรมชาติและพื้นที่แปลงปลูกป่าฟื้นฟูด้วยชนิดไม้เศรษฐกิจที่แตกต่างกัน ในบริเวณพื้นที่สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

3. เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้สำหรับการจัดการป่าฟื้นฟูในพื้นที่ต้นน้ำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเจริญทดแทนของชนิดไม้ต้นในพื้นที่ปลูกป่าฟื้นฟูด้วยชนิดไม้เศรษฐกิจ ได้แก่ ประดู่ สัก และ ยูคาลิปตัส บริเวณสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน โดยวางแปลงตัวอย่าง ขนาด 20 เมตร x 20 เมตร จำนวน 5 แปลง ต่อชนิดของสังคมพืช รวมทั้งสิ้น 20 แปลง เพื่อดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลชนิดไม้ต้นที่ปรากฏภายในแปลงตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาความหลากหลายของพรรณพืชและปัจจัยดินที่มีผลต่อการตั้งตัวของไม้ต้น ในป่าธรรมชาติ (ป่าผสมผลัดใบ) และแปลงปลูกป่าฟื้นฟู เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและเป็นแนวทางการศึกษาสังคมพืชในพื้นที่ฟื้นฟูป่าต้นน้ำต่อไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. บัญชีรายชื่อองค์ประกอบชนิดไม้ต้น ในพื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่แปลงปลูกป่าฟื้นฟูด้วยชนิดไม้เศรษฐกิจที่แตกต่างกัน ในบริเวณพื้นที่สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

2. ทราบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดินต่อการตั้งตัวของไม้ต้น ในพื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่แปลงปลูกป่าฟื้นฟูด้วยชนิดไม้ที่เศรษฐกิจที่แตกต่างกัน ในบริเวณพื้นที่สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

3. ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการเลือกชนิดไม้สำหรับการฟื้นฟูป่าต้นน้ำอย่างเหมาะสม ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปใช้สำหรับการฟื้นฟูป่าต้นน้ำที่ประสบปัญหาคล้ายกับพื้นที่ศึกษา อันจะนำไปสู่ความสำเร็จในการฟื้นฟูป่าอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

1. ลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบชนิดพืช

สังคมพืช (plant community) หมายถึง พรรณพืชที่ขึ้นอยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อนเป็นเพราะพรรณพืชต่าง ๆ แต่ละต้นฝังรากแน่นอยู่กับพื้นดินเป็นส่วนใหญ่ แล้วทำการสืบลูกหลานหรือสืบต่อพันธุ์ (regeneration) โดยสร้างส่วนสืบพันธุ์อย่างมากมายให้กระจายออกไป อาจเป็นในรูปของการโปรยเมล็ด สปอร์ การแตกหน่อจากตอ จากตา จากราก หรือจากหัวชนิดต่าง ๆ ตามหลักการนี้จึงมักจะพบพรรณพืชชนิดเดียวกันขึ้นอยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อนสามารถแยกออกเป็นหน่วยที่เด่นชัด (Tansley, 1939) ต่อมาคำว่า “สังคม” หมายถึง กลุ่มของสิ่งมีชีวิต (living organism) ที่อาศัยอยู่ด้วยกัน โดยมีความผูกพันต่อกันและยังรวมทั้งความผูกพันระหว่างสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นกับปัจจัยแวดล้อม (Oosting, 1956) ส่วนคำว่า “ลักษณะโครงสร้าง (structural characteristics)” หมายถึง ลักษณะที่เกี่ยวกับการกระจายในพื้นที่ของมวลชีวภาพ โครงสร้างของสังคมพืชสามารถพิจารณาได้ใน 3 ด้านด้วยกัน คือ 1) โครงสร้างทางด้านตั้ง (vertical structure) หมายถึง การเรียงตัวของชนิดพืชที่แบ่งได้เป็นชั้น ๆ ตามความสูงเรียกว่า layer หรือ strata 2) โครงสร้างทางด้านราบ (horizontal structure) หมายถึง แบบแผนของการกระจาย (distribution pattern) ของพรรณไม้แต่ละต้นแต่ละชนิด หรือของพรรณไม้ทั้งหมดในสังคม และ 3) ความมากมาย (abundance) ของแต่ละชนิดซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการนับในเชิงปริมาณ เช่น ความหนาแน่น (density) ลักษณะการปกคลุม (cover) มวลชีวภาพ และปริมาณพื้นที่หน้าตัด (basal area) เป็นต้น (Richards, 1957) การศึกษาลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชโดยทั่ว ๆ ไปแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) ลักษณะในเชิงวิเคราะห์ (analytical characteristics) หมายถึง ลักษณะเฉพาะอย่างที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์สังคม และ 2) ลักษณะในเชิงสังเคราะห์ (synthetical characteristics) หมายถึง ลักษณะที่วัดหรือแสดงออกถึงการกระทำร่วมกันของสังคมพืชในแต่ละสังคม นอกจากนี้ทั้งสองลักษณะยังสามารถแยกย่อยออกได้เป็น ลักษณะในเชิงปริมาณ (quantitative characteristics) และลักษณะในเชิงคุณภาพ (qualitative characteristics) โดยที่ลักษณะในเชิงปริมาณนั้น หมายถึง ลักษณะที่สามารถตรวจวัดออกมาได้เป็นตัวเลขแน่นอน เช่น การปกคลุม ความหนาแน่นของประชากร (population density) ส่วนลักษณะในเชิงคุณภาพ หมายถึง ลักษณะของสังคมพืชที่ไม่สามารถจะตรวจวัดออกมาเป็นค่าที่แน่นอนได้ จึงมักจะเป็นการบรรยายถึงในลักษณะนั้น ๆ แต่ในบางครั้งสังคมพืชต่าง ๆ ที่ปรากฏต่อสายตานั้นดูเหมือนว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบลักษณะในเชิงปริมาณแล้วสามารถ

มองเห็นความแตกต่างได้อย่างเด่นชัดขึ้นเนื่องจากการขึ้นร่วมกันระหว่างชนิดไม้มีการจัดวางตัวออกเป็นกลุ่มหรือหมู่ไม้ที่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มค่อนข้างชัดเจน (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552)

ในปัจจุบันการศึกษาโครงสร้างสังคมพืชมักมุ่งเน้นลักษณะโครงสร้าง 2 ประการ ได้แก่ โครงสร้างในแนวตั้ง และโครงสร้างในแนวนอน (Hitimana et al., 2004) โดยโครงสร้างทางด้านตั้งแสดงออกทางด้านความสูงของชั้นเรือนยอดที่แตกต่างกันตั้งแต่ระดับพื้นดินจนถึงชั้นเรือนยอดสูงสุด (Bourgeron, 1983) รวมถึงชนิดที่เป็นไม้เด่นในแต่ละชั้นเรือนยอดด้วย (Whittaker, 1975) ในป่าเขตร้อนสามารถแบ่งชนิดที่ปรากฏตามชั้นเรือนยอดต่าง ๆ ได้แก่ ชนิดเหนือชั้นเรือนยอด (emergent species) ชนิดเรือนยอดชั้นบน (upper canopy species) ชนิดเรือนยอดชั้นล่าง (lower canopy species) และ ชนิดไม้พื้นล่าง (understory species) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกลุ่มไม้พุ่ม (shrub) และไม้ล้มลุก (herb) เป็นต้น ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของโครงสร้างทางด้านตั้งคือการเติบโตด้านความสูงของไม้ในแต่ละชั้นเรือนยอดนั่นเอง (Richards, 1981; Whitmore, 1998) ส่วนโครงสร้างในแนวราบ ได้แก่ ความหนาแน่นและการกระจายทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้แต่ละชนิดภายในสังคมพืชซึ่งแสดงออกในรูปพื้นที่หน้าตัด (Davis and Johnson, 1987; Hitimana et al., 2004) นอกจากนั้นความหนาแน่นและขนาดของต้นไม้ยังมีอิทธิพลต่อความหลากหลายทางชนิด ซึ่งทั้งสองค่ามักแปรผกผันกัน กล่าวคือเมื่อสังคมพืชมีความหนาแน่นมาก มักจะประกอบไปด้วยต้นไม้ที่มีขนาดเล็ก ในขณะที่สังคมพืชที่ประกอบด้วยต้นไม้ขนาดใหญ่มักมีความหนาแน่นต่ำ ซึ่งลักษณะดังกล่าวย่อมเอื้อให้เกิดความหลากชนิดที่แตกต่างกัน (White, 1983; Veblen, 1992; Denslow, 1995) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ (Whitmore, 1998; Huston, 1999; Waide et al., 1999) โดยลักษณะเชิงปริมาณที่นิยมตรวจวัดคือ ค่าความหนาแน่น ความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด และความถี่ของการปรากฏของไม้แต่ละชนิดในสังคม และเพื่อให้เห็นความสำคัญทางนิเวศวิทยา (ecological importance) ของไม้แต่ละชนิดในสังคม จึงรวมลักษณะเชิงปริมาณอย่างน้อยสองลักษณะของไม้แต่ละชนิดเข้าด้วยกัน และเพื่อให้การเปรียบเทียบความสำคัญของพรรณไม้ในสังคมได้ง่ายและเด่นชัดยิ่งขึ้น จึงแปลงลักษณะเชิงปริมาณเป็นค่าความสัมพัทธ์ (relative) เช่น ความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density) และความเด่นสัมพัทธ์ (relative dominance) ผลรวมของค่าทั้งสามนี้เรียกว่า ค่าดัชนีความสำคัญ (Importance value index, IVI) (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552) ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของโครงสร้างในแนวราบคือการเพิ่มจำนวนและความโตของต้นไม้แต่ละต้นในสังคม (Matos et al., 1999) เนื่องจากความหนาแน่น และพื้นที่หน้าตัดแปรผกผันกัน จึงส่งผลให้การกระจายตัวตามขนาดชั้นเส้นผ่านศูนย์กลางของหมู่ไม้เป็นไปในรูปชี้กำลังเชิงลบ (exponential form หรือ reversed – J shaped) ซึ่งรูปแบบการกระจายของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสามารถบ่งบอกถึงการถูกรบกวนและการใช้ประโยชน์ (Denslow, 1995) รวมถึงสามารถทำนายถึงรูปแบบการเจริญทดแทน (regeneration) ตามธรรมชาติได้ (Poorter et

al., 1996) เช่น การปรากฏไม้ขนาดเล็กและขนาดกลางอยู่น้อยแสดงถึงหมู่ไม้ดังกล่าวถูกรบกวนและมีการเจริญทดแทนที่ผิดปกติ (Davis and Johnson, 1987) อีกทั้งยังใช้ในการกำหนดชั้นอายุและเปรียบเทียบการเจริญเติบโตระหว่างหมู่ไม้ (Kigomo et al., 1990; Kiyiapi, 1994) เป็นต้น ปัจจุบันการศึกษาถึงความหนาแน่นของหมู่ไม้และขนาดพื้นที่หน้าตัดจึงเป็นที่นิยมในประเทศไทย เช่น Asanok et al. (2017) ที่ศึกษาองค์ประกอบชนิดพรรณไม้ บริเวณพื้นที่ริมแม่น้ำเจ้าพระยา และ Marod et al. (2019) ที่ศึกษาองค์ประกอบชนิดและการกระจายเชิงพื้นที่ของต้นไม้ ในป่าดิบเขาอุทยานแห่งชาติสุเทพ - ปุย จังหวัดเชียงใหม่ เป็นต้น

2. ปัจจัยจำกัดด้านสิ่งแวดล้อมกับสังคมพืช

ความแตกต่างของสังคมพืชปกคลุมดินในส่วนต่าง ๆ ของโลก เกิดขึ้นจากสาเหตุสำคัญคือความแปรผันของปัจจัยแวดล้อมของพื้นที่นั้น ๆ และอีกส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับโอกาสของการกระจายเข้ายึดครองพื้นที่ของพืชเอง พืชชนิดใดชนิดหนึ่งจะขึ้นอยู่ได้ในท้องที่ใดนั้นปัจจัยแวดล้อมในพื้นที่ต้องอยู่ในช่วงความจำกัดเชิงนิเวศ (ecological amplitude) ของมันเป็นอันดับแรก ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยแวดล้อมมีบทบาทสำคัญต่อการกระจายพันธุ์ การพัฒนา การเจริญเติบโต และการเจริญทดแทนต่อไปในพื้นที่ ปัจจัยแวดล้อมนอกจากเป็นแหล่งสำคัญในการป้อนวัตถุดิบ และพลังงานที่จำเป็นให้แก่ขบวนการทางชีววิทยาของพืชแล้ว ยังมีบทบาทสำคัญในการสร้างสภาพถิ่นที่อยู่ (habitat) ที่มีความเหมาะสมกับความต้องการของพรรณพืช ในสภาพแวดล้อมที่คล้ายกันสังคมพืชคลุมดินก็จะคล้ายกันทั้งในด้านโครงสร้างและรูปชีวิตของพรรณพืชที่ปรากฏ ด้วยเหตุนี้ปัจจัยแวดล้อมจึงมีบทบาทสำคัญในการจำแนกสังคมพืช และความสมบูรณ์ของสังคม ไม่ว่าในด้านความหลากหลายของชนิด และความมากมายของต้นไม้ในแต่ละชนิด รวมถึงการกระจายของสังคมพืชล้วนแต่ถูกควบคุมด้วยปัจจัยแวดล้อมทั้งสิ้น (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552)

การจำแนกปัจจัยแวดล้อมในทางนิเวศวิทยา มักแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ คือ ปัจจัยแวดล้อมที่เป็นสิ่งมีชีวิต (biotic factors) ซึ่งได้แก่ มนุษย์ สัตว์ และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อสังคมพืช และปัจจัยแวดล้อมที่เป็นสิ่งไม่มีชีวิต (abiotic factors) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของถิ่นที่อยู่อาศัย นอกจากนั้นปัจจัยแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตสามารถแบ่งย่อยได้อีกหลายประการดังนี้

1. ปัจจัยดิน (edaphic factors) ดินเป็นเทหวัตถุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติปกคลุมผิวโลกอยู่บาง ๆ เกิดจากการแปรสภาพหรือผุสลายของหิน แร่ และอินทรีย์วัตถุ ผสมคลุกเคล้ากัน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2536) ดินเป็นแหล่งยึดเหนี่ยวของพืชส่วนใหญ่ ความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงมักถือเป็นสิ่งวัดความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งต่าง ๆ ได้ นอกจากความอุดมสมบูรณ์ของดินแล้ว ความชื้นของดินก็มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อพืชในเขตร้อนที่มีฤดูแล้ง และฤดูฝนสลับกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อฤดูแล้งเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นจุดวิกฤติสำหรับการรอดตายของพืช (Sakurai et al., 1991) สอดคล้องกับรายงานของ Marod et al. (2002) ที่พบว่ากล้าไม้สำคัญในป่าผสมผลัดใบส่วนใหญ่มีอัตราการรอดตายลดต่ำลงมากเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูแล้ง โดยทั่วไปพรรณไม้ส่วนใหญ่มีการพักตัวในฤดูแล้งด้วยการผลัดใบ และจัดสภาพทางสรีระวิทยาเพื่อการเจริญเติบโตเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน อย่างไรก็ตาม การออกดอกออกผลของไม้ป่าหลายชนิดเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง ทั้งนี้เพื่อการโปรยเมล็ดในจังหวะที่พอเหมาะกับการมีความชื้นที่ผิวดินเพื่อการงอกและเจริญเติบโตของกล้าไม้ (Marod et al., 2002) ปริมาณน้ำในดินยังเป็นปัจจัยสำคัญในการจำกัดการพัฒนาของรากพืชตามธรรมชาติ รวมถึงยังเป็นปัจจัยควบคุมชนิดและการกระจายของพันธุ์พืช (Wang, 2008) และยังจำเป็นต่อกระบวนการต่าง ๆ ของพืช กล่าวคือ น้ำ เป็นวัตถุดิบในกระบวนการสังเคราะห์แสง(photosynthesis) ทำให้เซลล์เต่ง และเป็นตัวกลางในการเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร อีกทั้งยังเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิภายในเซลล์พืชอีกด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2536)

2. ปัจจัยภูมิประเทศ (topographic factor) สภาพภูมิประเทศนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลทางอ้อมต่อสังคมพืช โดยเฉพาะมีผลต่อความแปรผันของปัจจัยอื่น ๆ เช่น สภาพภูมิอากาศ ดิน และพลังงานที่ได้รับ การกระจายของสังคมพืช และพรรณพืชบางชนิดสัมพันธ์กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องอยู่กับภูมิประเทศ ในขณะที่ ดอกรัก และ อุทิศ (2552) ได้อธิบายลักษณะภูมิประเทศในรูปแบบต่าง ๆ ไว้ดังนี้

2.1 ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (elevation หรือ altitude) สภาพภูมิอากาศบางพื้นที่มีความผันแปรอย่างใกล้ชิดกับระดับความสูง ทั้งนี้เนื่องจากบรรยากาศในระดับต่ำของโลกคือในชั้น troposphere มีอุณหภูมิลดลงตามความสูง โดยในสภาพอากาศที่แห้งอุณหภูมิจะลดลงประมาณ 1 องศาเซลเซียส ต่อ 100 เมตร นอกจากนั้นอิทธิพลของความสูงที่มีผลต่อปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกระจาย และการเจริญเติบโตของพรรณพืชโดยตรง แสดงให้เห็นทั้งในระดับกว้างและระดับแคบเฉพาะท้องถิ่น ในระดับกว้างแสดงให้เห็นได้ชัดจากการกระจายของสังคมพืชต่าง ๆ ภายในประเทศ โดยเฉพาะการเรียงตัวของป่าชนิดต่าง ๆ ส่วนในระดับแคบแสดงให้เห็นการจาก

กระจายของสังคมพืชชนิดต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับเชิงเขาจนถึงยอดเขา เช่น Marod et al. (2014) ได้รายงานว่าไม้ก่อในพื้นที่ดอยปุยมีการกระจายตามระดับความสูง โดยก่อเดือย (*Castanopsis acuminatissima*) จะกระจายในพื้นที่บริเวณสันเขาที่สูงกว่าก่อหรั่ง (*Castanopsis diversifolia*) เป็นต้น

2.2 ความลาดชัน (slope) ความลาดเอียงของพื้นที่ มีผลโดยตรงต่อสังคมพืชน้อย แต่มีผลต่อปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโต และโอกาสของการปรากฏของไม้แต่ละชนิด และต่อโครงสร้างสังคมพืชส่วนรวม ระบบการระบายน้ำทั้งในผิวดินและส่วนลึกของดินขึ้นอยู่กับความลาดชันของพื้นที่ น้ำที่ไหลตามผิวดินมีความเร็วสูงเมื่อมีความลาดชันสูง ฉะนั้นโอกาสการซึมลงส่วนลึกของดินมีน้อย ในที่ลาดชันมากความชื้นค่อนข้างต่ำ ดินตื้นเนื่องจากการกัดชะของน้ำผิวดิน สังคมพืชคลุมดินจึงเป็นสังคมที่ต้องปรับตัวกับความแห้งแล้งได้ดี การจำแนกความลาดชันของพื้นที่ทางด้านป่าไม้นิยมแบ่งเป็นสี่ระดับคือ 1) ระดับความลาดชันน้อย 5 – 10 องศา 2) ความลาดชันปานกลาง 11 – 20 องศา 3) ความลาดชันมาก 21 – 30 องศา และ 4) ที่ลาดชันมาก ๆ 31 – 45 องศา (นิพนธ์, 2545) เช่นการศึกษาของ ชัชชัย และคณะ (2021) ที่ระบุว่าสังคมป่าดิบแล้งบริเวณสถานีฝึกวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา มีการเจริญทดแทนได้น้อยในที่ลาดชันสูง

2.3 ทิศด้านลาด (aspect) มีผลต่อการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ ปริมาณฝนที่ตก และลมที่พัดเอาความแห้งแล้งเข้ามาในพื้นที่ โดยปกติทิศด้านลาดที่หันไปทางทิศตะวันออก และตะวันตกย่อมได้รับพลังงานมากกว่าทางทิศเหนือและทิศใต้ แต่เนื่องจากแกนโลกเอียงฉะนั้นในทางซีกโลกเหนือด้านลาดที่หันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้จะได้รับพลังงานสูงสุด ในขณะที่ด้านที่หันไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือจะได้รับพลังงานน้อยที่สุด ในประเทศไทยทิศด้านลาดของภูเขามีผลอย่างยิ่งต่อการได้รับปริมาณน้ำฝน ซึ่งจะส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของสังคมพืชด้วย และยังส่งผลต่อการปรากฏของชนิดพืชด้วย เช่น การปรากฏไม้ยางนา และไม้ตะเคียนในพื้นที่ลุ่มต่ำเจ้าพระยา (Asanok et al., 2020; Kamyo and Asanok., 2020) เป็นต้น

3. ปัจจัยที่ภูมิอากาศ (climatic factors) ซึ่งได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ลม อุณหภูมิ ความชื้นของอากาศ ความกดดันของบรรยากาศ และช่วงฤดูกาล นับว่ามีอิทธิพลต่อสังคมพืชเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีบทบาทต่อการกระจายของชนิดพืชและสังคมพืชที่ปกคลุมดินในแต่ละแห่ง นอกจากนั้นยังมีผลต่อความสมบูรณ์ การเจริญเติบโตของชนิดพืช และความมั่นคงของสังคมพืชคลุมดิน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลง และรูปแบบของลักษณะพรรณพืช ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำข้อมูลภูมิอากาศมาใช้

ประเมินการกระจายของสังคมพืชในระดับภูมิทัศน์ขนาดใหญ่ เช่น (Ágnes and Hufnagel, 2013; Kirschbaum, 2000; Short et al., 2016)

4. ไฟป่า (forest fire) จัดเป็นปัจจัยจำกัดในการกำหนดลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชกลุ่มป่าผลัดใบ (deciduous forests) ของประเทศไทย ที่สำคัญคือ ป่าผสมผลัดใบ ป่าเต็งรัง และทุ่งหญ้า (Mueller – Dombois and Goldammer, 1981; Tyler, 1995; Marod et al., 1999; Wanthongchai et al., 2011) เนื่องจากพรรณไม้ส่วนใหญ่ในป่าดังกล่าวมีการปรับตัวเพื่อให้ตอบสนองต่อการรอดตายภายหลังไฟป่าได้ เช่น มีเปลือกหนาป้องกันเนื้อเยื่อเจริญหรือมีการแตกหน่อใหม่ (resprouting หรือ coppicing) ภายหลังจากเกิดไฟป่า (Heinselman, 1980; Bunyavejchewin, 1983; Marod et al., 2002) ไฟป่าที่เกิดขึ้นในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นไฟผิวดิน (surface fire) ที่มีอัตราการลุกลามรวดเร็วทำให้ความรุนแรงของไฟลดลง ดังนั้นไฟป่าจึงมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมพืช

3. การจัดลำดับสังคมพืช

ดอกรัก และอุทิศ (2552) กล่าวว่า การจัดลำดับสังคมพืช (plant community ordination) เป็นแนวทางหนึ่งในการศึกษาสังคมพืชตามแนวคิดเกี่ยวกับสังคมพืชในด้านชีวภูมิแปรผันต่อเนื่อง (continuum concept) การก่อตัวของแนวทางในการจัดลำดับหมู่ไม้ (stand) หรือสังคมพืช เริ่มมาจากแนวคิดของ Shelford (1911) เกี่ยวกับช่วงความทนทานทางนิเวศวิทยาของชนิดพืช และได้พัฒนาต่อเนื่องจนเกิดแนวคิดความเป็นตัวของตัวเอง (individualistic concept) ของ Gleason (1926) และท้ายที่สุดคือแนวคิดด้านชีวภูมิแปรผันต่อเนื่อง กล่าวคือพืชแต่ละชนิดมีช่วงความสำเร็จในการเข้ายึดครองพื้นที่ และก่อความสมบูรณ์ได้ในปัจจัยสิ่งแวดล้อมช่วงใดช่วงหนึ่งและมีความสมบูรณ์สุดที่ระดับปัจจัยสิ่งแวดล้อมใดแวดล้อมหนึ่ง ในสภาพอื่น ๆ จะมีความสมบูรณ์ลดหลั่นกันไปจนถึงสภาพหนึ่งจะหายไป ด้วยเหตุนี้การขึ้นร่วมกันของพรรณพืชในท้องที่หนึ่งท้องที่ใดเป็นเพียงช่วงหนึ่งของการแปรผันที่ต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งไม่สามารถแยกเป็นหน่วยที่แตกต่างกันอย่างเด็ดขาดได้ (discrete entities) ดังนั้นตัวอย่างหรือกลุ่มหมู่ไม้ในแต่ละท้องที่สามารถที่จะนำมาจัดลำดับตามแนวของการแปรผันได้ การเรียงลำดับของกลุ่มพืชตามลักษณะที่ค่อย ๆ เปลี่ยนไปนี้เรียกการจัดลำดับ (ordination) ซึ่งก็คือการแปรผันที่ต่อเนื่องในด้านองค์ประกอบของสังคมพืชแม้ว่าอาจจะไม่รับกับความเป็นจริงในพื้นที่ที่ปรากฏทั้งนี้เนื่องจากการแปรผันของปัจจัยสิ่งแวดล้อมขาดเป็นตอน ๆ แต่เมื่อนำตัวอย่างมาจัดเรียงใหม่ก็จะเห็นความแปรผันที่ต่อเนื่องอย่างเด่นชัด การจัดลำดับโดยแท้จริงแล้วเป็นการจัดวางตัวอย่างไม่ว่าชนิด แปลงตัวอย่าง หมู่ไม้ หรือสังคม ลงบนแนวแกนซึ่งแทนลักษณะของสังคมหรือปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ลดหลั่นกันไป การจัดวางตัวอย่างอาจกระทำได้ในหลาย ๆ แนวแกน

และมีหลายเทคนิคด้วยกัน เช่น เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal components analysis, PCA) คือ เทคนิคการหมุนเมทริกซ์ (Metrix) ข้อมูลเดิมอย่างเข้มงวดและสามารถกำหนดเสมือนการฉายภาพตัวอย่างไปยังชุดแกนใหม่ได้ เช่น ความแปรปรวนสูงสุดจะถูกคาดการณ์หรือ "แยก" ตามแกนแรก (Axis 1) และรูปแบบสูงสุดที่ไม่เกี่ยวข้องกับแกน 1 จะฉายต่อบนแกนที่สอง (Axis 2) และการเปลี่ยนแปลงสูงสุดที่ไม่เกี่ยวข้องกับแกนแรกและแกนที่สองจะถูกคาดการณ์ฉายไว้ที่แกนที่สาม (Axis 3) และเทคนิค Canonical Correspondence Analysis (CCA) การจัดลำดับสังคมด้วยวิธีนี้อาศัยความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างสังคมพืชกับปัจจัยแวดล้อม หลักการโดยทั่วไปของวิธีการนี้คือ การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (multiple regression) เพื่อการเลือกเอาผลรวมเชิงเส้น (linear combination) ของปัจจัยแวดล้อมที่อธิบายความแปรผันของค่าคะแนนชนิด (species score) ในแต่ละแกน วิธีการนี้จึงสามารถจัดลำดับสังคมพืชและชนิดไม้ภายในสังคมไปตามปัจจัยแวดล้อมได้ในเวลาเดียวกัน เป็นต้น

4. ป่าผสมผลัดใบ

ดอกรัก และ อุทิศ (2552) กล่าวว่า ป่าผสมผลัดใบ (mixed deciduous forest) อาจเป็นที่รู้จักกันในอีกชื่อหนึ่งว่า ป่าเบญจพรรณ ซึ่งมีที่มาจากการเรียกในอดีตที่เรียกชื่อตามพรรณไม้เด่นนำในเชิงเศรษฐกิจหลัก ๆ 5 ชนิด คือ สัก (*Tectona grandis*) แดง (*Xylia xylocarpa*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) มะค่าโมง (*Afzelia xylocarpa*) และชิงชัน (*Dalbergia oliveri*) เป็นต้น ลักษณะที่ใช้ในการจำแนกขั้นต้นคือการที่ต้นไม้เกือบทั้งหมดภายในป่ามีการผลัดใบทิ้งในช่วงฤดูแล้ง โดยเฉพาะตั้งแต่ปลายเดือนมกราคมไปจนถึงเมษายน เรือนยอดป่าคงเหลือแต่กิ่งก้านคล้ายไม้ตายแห้งหมดทั้งป่า ลักษณะในขั้นถัดไปที่ใช้จำแนกสังคมพืชนี้จากสังคมพืชผลัดใบอื่น ๆ คือ ไม้ดัชนีของสังคมและโครงสร้างทางด้านตั้งเป็นหลัก โดยเฉพาะการใช้ไม้สัก เป็นไม้ดัชนียังสามารถใช้ในการจำแนกสังคมในระดับสังคมย่อยได้ 3 สังคมย่อย คือ

1) ป่าผสมผลัดใบระดับสูงชื้น (moist upper mixed deciduous forest) มีไม้สัก (*Tectona grandis*) เป็นไม้ดัชนีหลักในสังคมนี้

2) ป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้ง (dry upper mixed deciduous forest) ลักษณะทั่วไปเหมือนกันกับป่าผสมผลัดใบในระดับสูงชื้นแต่ไม่มีไม้สักปรากฏอยู่ อีกทั้งขนาดเรือนยอดชั้นบนสุดค่อนข้างเตี้ย ไม้ส่วนใหญ่ค่อนข้างแคระแกร็น

3) ป่าผสมผลัดใบระดับต่ำ (lower mixed deciduous forest) ไม้ดัชนีในชั้นเรือนยอดเป็นไม้ผลัดใบแต่ขึ้นในระดับต่ำไม่มีไม้สักปรากฏอยู่ ลักษณะโครงสร้างทางด้านตั้งแสดงถึงความสมบูรณ์คือมีความสูงของชั้นเรือนยอดใกล้เคียงกับป่าผสมผลัดใบระดับสูงชื้น

ไม้ดัชนีในชั้นเรือนยอดแตกต่างไปตามสังคมย่อยคือ ป่าผสมผลัดใบในระดับสูงชื้น ได้แก่ ไม้สัก ดังที่กล่าวแล้ว นอกจากนั้นไม้ที่ประกอบในเรือนยอดชั้นบนได้แก่ รกฟ้า (*Terminalia alata*) ตะเคียนหนู (*Anogeissus acuminata*) แดง ประดู่ และตะแบกแดง (*Lagerstroemia calyculata*) เป็นต้น ส่วนป่าผสมผลัดใบในระดับสูงแล้ง มักขึ้นอยู่ในที่แห้งแล้ง ดินตื้น เก็บความชื้นได้ไม่ดี เรือนยอดชั้นบนจึงต่ำกว่าป่าผสมผลัดใบระดับสูงชื้นแต่ไม่มีไม้สักเป็นองค์ประกอบ ความสูงเรือนยอดของไม้ชั้นบนสูงประมาณ 20 เมตร ส่วนป่าผสมผลัดใบในระดับต่ำเป็นสังคมย่อยที่ปรากฏในที่ราบหรือในเขตเส้นละติจูดที่ต่ำ ๆ ไม้เด่นในชั้นเรือนยอด ได้แก่ ตะแบกแดง มะค่าโมง (*Afzelia xylocarpa*) สมอภิเพก (*Terminalia bellirica*) และ ซ้อ (*Gmelina arborea*) เป็นต้น

ป่าผสมผลัดใบส่วนใหญ่มักมีไม้ไผ่ที่ผลัดใบในช่วงฤดูแล้งขึ้นผสมอยู่กับไม้ระดับรองอื่น ๆ (Marod et al., 1999) ชนิดสำคัญที่ใช้เป็นไม้ดัชนีได้ส่วนหนึ่งคือ ไผ่ไร่ (*Gigantochloa albociliata*) ไผ่บง (*Bambusa nutans*) ไผ่บงดำ (*Bambusa tulda*) ซางดอย (*Dendrocalamus membranaceus*) ไผ่ซางนวล (*Dendrocalamus strictus*) ไผ่หก (*Dendrocalamus hamiltonii*) และไผ่รวก (*Thyrsostachys siamensis*) เป็นต้น

4.1 ถิ่นกระจาย

ขอบเขตของการกระจายของป่าชนิดนี้ในประเทศไทย ปรากฏตามธรรมชาติในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคอีสาน ครอบคลุมต่ำลงไปถึงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ตอนบน มีปรากฏที่ระดับความสูงตั้งแต่ 50 เมตร จนถึง 800 เมตร จากระดับน้ำทะเล หรือมากกว่านี้ในบางพื้นที่ มีปริมาณน้ำฝนประมาณ 1,600 มิลลิเมตรต่อปี หรือต่ำกว่านี้ ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 1,200-1,400 มิลลิเมตรต่อปี การกระจายในแต่ละท้องที่ขึ้นอยู่กับการแปรผันของปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น บนลาดเขาทางทิศตะวันตกของประเทศในภาคเหนือ มักพบที่ระดับความสูงต่ำกว่า 700 เมตรจากระดับน้ำทะเล แต่ด้านลาดทางทิศตะวันออกมักขึ้นไปสูงกว่านี้ บริเวณริมลำห้วยในบางพื้นที่ที่มีสภาพชื้นมากอาจพบป่าไม่ผลัดใบเป็นแถบเล็ก ๆ และเหนือขึ้นไปเป็นป่าผสมผลัดใบที่มีไม้ไผ่ผสมอยู่ สูงขึ้นไปอีกอาจเป็นป่าเต็งรังหรือป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้งแล้วแต่สภาพพื้นที่

ในบริเวณที่มีดินพัฒนามาจากหินปูน มีความลึกมาก ปริมาณหินบนผิวดินน้อย มักปกคลุมด้วยป่าผสมผลัดใบที่มีไม้สักเป็นไม้เด่นในชั้นเรือนยอด โดยเฉพาะในทางภาคเหนือของประเทศ หากเป็นภาคกลางหรือภาคตะวันออกมักเป็นสังคมป่าผสมผลัดใบระดับต่ำซึ่งไม่มีไม้สักปรากฏอยู่ โดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่า สังคมป่าผสมผลัดใบที่มีไม้สักเป็นไม้เด่นมีพบกระจายตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ขึ้นไปจนสุดภาคเหนือและไม่ปรากฏในภาคตะวันออก

4.2 ปัจจัยกำหนดของป่าผสมผลัดใบ

ปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดสังคมพืชชนิดนี้ขึ้นในประเทศไทยคือการเปลี่ยนแปลงปัจจัยแวดล้อมในแต่ละฤดูกาล ป่าผสมผลัดใบพบในพื้นที่ที่มีช่วงที่ขาดฝนเกินกว่า 4 เดือนเป็นอย่างต่ำ และปริมาณน้ำฝนค่อนข้างน้อย ความชื้นในดินขาดแคลนสำหรับการรักษาใบให้คงอยู่ในช่วงแห้งแล้งการผลัดใบที่เกิดขึ้นเนื่องจากความชื้นในดินที่ต่ำมากในช่วงฤดูแล้ง พืชส่วนใหญ่จึงต้องหยุดพักการเจริญเติบโตและผลัดใบเพื่อลดการเสียน้ำจากลำต้น ไฟป่าอาจเป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้สังคมป่าชนิดนี้ดำรงอยู่ได้ โดยปกติป่าชนิดนี้มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำในช่วงฤดูแล้ง พรรณไม้ส่วนใหญ่ในสังคมมีการปรับตัวในหลายรูปแบบเพื่อให้ดำรงอยู่ได้ภายใต้อิทธิพลของไฟ ปกติมักพบป่าชนิดนี้ไม่กว้างใหญ่มาก มักสลับกันอยู่กับป่าชนิดอื่นโดยเฉพาะป่าเต็งรัง ทั้งนี้เนื่องจากความแปรผันของปัจจัยแวดล้อม

4.3 โครงสร้างและองค์ประกอบพรรณไม้ในป่าผสมผลัดใบ

ป่าผสมผลัดใบชั้นในระดับสูงมักมีเรือนยอดแยกได้เป็น 4 ชั้น รวมทั้งชั้นคลุมดินคือ ชั้นบนสุดเรียกว่า 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 ความหนาแน่นของไม้ชั้นนี้ขึ้นอยู่กับความทึบของเรือนยอดชั้นบนและ ชั้นพื้นป่า (forest floor) เป็นชั้นของพืชคลุมดินหรือไม้ชั้นล่าง (undergrowth) ซึ่งแปรผันไปตามความหนาแน่นของไม้ชั้นที่อยู่เหนือขึ้นไป ถ้าหากไม้ชั้นบนมีความหนาแน่นมาก พื้นป่ามักโล่งหรือประกอบด้วยเถาวัลย์และพืชล้มลุกที่ทนร่มผสมกับกล้าไม้ แต่ถ้าเรือนยอดชั้นบนค่อนข้างโล่งอาจพบหญ้าขึ้นปกคลุมผิวดินอยู่อย่างหนาแน่น

ป่าผสมผลัดใบในระดับสูงชื้นมีกระจายอยู่ทางภาคเหนือของประเทศ ไม้เด่นในชั้นเรือนยอดบนสุดเป็นไม้ไม้สัก จึงนิยมเรียกกันว่า “ป่าสัก” ส่วนไม้อื่น ๆ ที่ประกอบอยู่ในเรือนยอดชั้นนี้ได้แก่ เสลา (*Lagerstroemia tomentosa*) แดง รกฟ้า ขี้อ้าย (*Terminalia triptera*) สมอภิเพก (*Terminalia bellirica*) กระพี้เขาควาย (*Dalbergia cultrata*) และ ตะเคียนหนู เป็นต้น เรือนยอดชั้นบนมักไม่แน่นทึบจนเกินไป จึงมีไม้ชั้นรองที่สามารถขึ้นในช่องว่างสอดแทรกอยู่ทั่วไปและอาจก่อปัญหาในการแยกชั้นได้ถ้าหากไม่มีความชำนาญ

เรือนยอดชั้นรองประกอบด้วยไม้ที่มีความโตขนาดกลางหลายชนิด ในบางพื้นที่อาจพบไม้ไผ่ผสมอยู่ในชั้นนี้ด้วย พรรณไม้สำคัญเช่น ส้าน (*Dillenia obovata*) ฉนวน (*Dalbergia nigrescens*) กระพี้ (*Dalbergia ovata*) กาสามปีก (*Vitex peduncularis*) สวอง (*Vitex limonifolia*) กระโดน (*Careya sphaerica*) กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana*) อินทนิลบก (*Lagerstroemia*

macrocarpa) มะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum*) มะเกลือ (*Diospyros mollis*) คูน (*Cassia fistula*) และหว้า (*Syzygium* spp.) เป็นต้น

ในชั้นไม้พุ่มและไม้ขนาดเล็กที่พบเห็นได้ทั่วไปมีความสูงประมาณ 2-5 เมตร ประกอบด้วยที่สำคัญ เช่น คำแสด (*Mallotus philippensis*) ผ่าด้าม (*Gardenia coronaria*) กระมอบ (*Gardenia obtusifolia*) ในป่าผสมผลัดใบมักมีไม้ไผ่ขึ้นผสมอยู่ในหลายพื้นที่ ส่วนใหญ่ก่อให้เกิดการเชื่อมต่อระหว่างไม้ชั้นรองกับไม้พุ่ม ชนิดที่พบบ่อยครั้งได้แก่ ไผ่ซางดอย (*Bambusa membranacea*) ไผ่ซางนวล (*Dendrocalamus strictus*) ไผ่บง (*Bambusa nutans*) ไผ่บงดำ (*Bambusa tulda*) ไผ่ป่า (*Bambusa bambos*) ไผ่ไร่ (*Gigantochloa albociliata*) และไผ่รวก (*Thyrsostachys siamensis*) เป็นต้น

5. การฟื้นฟูป่า

การฟื้นฟูป่า (forest restoration) คือ การฟื้นตัวของระบบนิเวศป่าไม้หลังจากได้รับการรบกวนอย่างรุนแรงจนเกิดความเสียหาย เมื่อเกิดการฟื้นตัวแล้วป่าจะกลับมาทำหน้าที่และมีเสถียรภาพดังเดิม (Gilmour et al., 2000) การฟื้นฟูส่วนใหญ่มักจะมีกระบวนการคล้ายคลึงกับกระบวนทดแทนตามธรรมชาติแบบทุติยภูมิ โดยมีลักษณะของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่เสื่อมโทรมเป็นปัจจัยจำกัด (Moral et al., 2007) ดังนั้นชนิดไม้ที่จะสามารถตั้งตัวได้ในพื้นที่พื้นฟูต้องสามารถทนทานต่อปัจจัยแวดล้อมที่รุนแรงของพื้นที่เสื่อมโทรมได้ เช่น ทนต่อความแปรปรวนของปัจจัยทางด้านภูมิอากาศ ความเข้มแสง และดินที่มีคุณภาพต่ำ เป็นต้น ซึ่งความทนทานเหล่านี้เป็นเสมือนตัวกรองที่บ่งชี้ถึงความทนทานทางนิเวศของไม้แต่ละชนิดที่จะนำไปใช้ในการฟื้นฟูป่า

เทคนิคการฟื้นฟูป่า

1. การใช้แม่ไม้ที่เหลืออยู่ (remnant adult trees) พื้นที่เกษตรจำนวนมากยังมีต้นไม้ใหญ่ขึ้นปกคลุมอาจเป็นต้นเดี่ยว ๆ เป็นแนวรั้ว หรือเป็นกลุ่ม บางส่วนของไม้เหล่านี้เหลือมาจากป่าดั้งเดิมที่ไม่ถูกตัดออกหรือหย่อมป่า (forest patches) หรือบางส่วนอาจถูกปลูกโดยเกษตรกรเอง จึงควรมีการส่งเสริมให้เกิดเจริญทดแทนของไม้เหล่านี้ นอกจากนั้นไม้เหล่านี้ยังใช้เป็นแหล่งไม้ฟืน ให้ร่มเงา และเป็นแหล่งเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินได้ด้วย (Herrera and García, 2009)

2. การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง (direct seed planting) วิธีนี้เป็นการแก้ปัญหาอัตราการกระจายเมล็ดต่ำ โดยการนำเมล็ดไปปลูกโดยตรงอาจจะใช้การหว่าน ชนิดที่สามารถปลูกจากเมล็ดโดยตรงในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม ชนิดไม้ที่ถูกคัดเลือกควรมีลักษณะที่สำคัญ คือ การผลิตเมล็ดได้มาก โตเร็วในระยะแรก มีเมล็ดขนาดใหญ่ มีรากแก้วที่ยาวในระยะแรก และเมล็ดมีอัตราการงอกสูง วิธีการนี้ควรปลูกในฤดูฝนมีการกำจัดวัชพืชและใช้เทคนิคต่าง ๆ เร่งให้เกิดการงอกเพื่อความสามารถในการแก่งแย่งกับชนิดอื่น ๆ (Woods and Elliott, 2004)

3. การปลูกเป็นหย่อม (patched planting) ในการเร่งการทดแทนเพื่อเพิ่มลักษณะโครงสร้างของป่า การปลูกไม้เป็นหย่อมเล็ก ๆ ช่วยให้เกิดการเกาะกลุ่มของหมู่ไม้ เมื่อไม้ยืนต้นโตสัตว์ต่าง ๆ เช่น นก จะช่วยในการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติ ทำให้เกิดกล้าไม้บริเวณรอบ ๆ ในวงกว้าง ดังนั้นไม้ที่นำมาปลูกควรเป็นพืชอาหารสัตว์ เช่น ไทร (*Ficus* spp.) พืชตระกูลถั่ว (Fabaceae) หรือ ไม้ก่อ (Fagaceae) เป็นต้น (Torre et al., 2015)

4. การปลูกเป็นผืนโดยใช้ไม้หลายชนิด (mixed species planting) การปลูกไม้แบบนี้ต้องมีการปลูกอย่างประณีต โดยปลูกหลากหลายชนิดทั้งไม้ยืนต้นและไม้พื้นล่าง เพื่อเร่งการฟื้นฟูการทำงานของระบบนิเวศ โดยเฉพาะพื้นที่อยู่รอบ ๆ ป่าอนุรักษ์ เพราะจะช่วยเป็นแนวเชื่อมต่อระหว่างหย่อมป่า ควรเลือกชนิดไม้โตเร็วที่สามารถช่วยควบคุมวัชพืชได้ เป็นไม้ที่มีความสัมพันธ์กับสัตว์ป่า เช่น เป็นพืชอาหารสัตว์ป่า นอกจากนั้นควรพิจารณาปลูกไม้ในสังคมดังเดิมมากกว่าไม้ต่างถิ่น อย่างไรก็ตามไม้เบิกนำก็ช่วยเพิ่มการปกคลุมเรือนยอดและการเจริญทดแทนตามธรรมชาติได้ด้วย ดังนั้นการปลูกป่าเป็นผืนโดยใช้ไม้หลายชนิดจึงช่วยให้ระบบนิเวศฟื้นตัวได้เร็วขึ้น (Tigabu et al., 2012)

5. การช่วยเหลือการเจริญทดแทนตามธรรมชาติ ในกรณีที่ชนิดไม้มีการแก่งแย่งกันสูงในการเจริญทดแทนธรรมชาติ อาจใช้เทคนิคทางวนวัฒนวิธีสนับสนุนให้มีการช่วยกระจายพันธุ์โดยสัตว์ป่าหรือบางครั้งอาจปลูกป่าเสริมเข้าไป เพื่อกระตุ้นให้หมู่ไม้สามารถฟื้นตัวได้เร็วขึ้น ซึ่งการสนับสนุนการเจริญทดแทน มีองค์ประกอบ 4 ส่วน คือ (Crouzeilles et al., 2017)

5.1 การกำหนดตำแหน่งพื้นที่สนับสนุนให้มีการเจริญทดแทน โดยเฉพาะบริเวณที่มีพืชหรือกล้าไม้ถูกบดบังโดยกลุ่มของหญ้า ซึ่งในพื้นที่ตรงนี้เราจำเป็นต้องทำการกำจัดหญ้าออก

5.2 การบำรุงรักษา อาจใช้วิธีการทางวนวัฒนเข้ามาช่วย เช่น การกำจัดวัชพืชเป็นวงแหวน และเพิ่มธาตุอาหารในดินโดยใช้วัชพืชคลุมดิน

5.3 การปลูกไม้เสริม ในกรณีที่มีพื้นที่ว่างขนาดใหญ่ระหว่างต้นไม้ตามธรรมชาติ เราควรปลูกไม้เสริมเข้าไป อาจปลูกเป็นกลุ่ม หรือเป็นแถบ ตามลักษณะพื้นที่

5.4 การป้องกัน คือ ทำแนวกันไฟ ไม่นำสัตว์เลี้ยงเข้าไปรบกวน

6. การปลูกสร้างสวนป่า (forest plantation) เป็นกลยุทธ์ทางวนวัฒนวิธีเพื่อฟื้นฟูป่าเสื่อมโทรม ซึ่งต้องมีการวางแผนที่ดีเกี่ยวกับการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม มีคุณสมบัติของดินที่เหมาะสม ต้องมีเมล็ดที่เพียงพอ มีการออกแบบการปลูกและการจัดการที่ดี โดยเฉพาะสวนป่าที่อยู่ใกล้กับป่าผืนใหญ่อาจมีการสนับสนุนให้มีสัตว์ป่าเข้ามาใช้ประโยชน์ หรือมีการควบคุมดูแลไม้พื้นล่างหรือไม้พุ่มที่มีโอกาสเจริญเติบโตขึ้นมาได้ในอนาคต ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าทางนิเวศวิทยาและเศรษฐกิจสังคมให้แก่ชุมชน มีกลยุทธ์ดังนี้ (Ghazoul et al., 2019)

6.1 การปลูกป่าเชิงเดี่ยว (mono species planting) คือ การปลูกไม้ชนิดเดียวส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มพูนโครงสร้าง มวลชีวภาพ ผลผลิตเนื้อไม้ โดยส่วนใหญ่เป็นไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจ บางครั้งอาจใช้ไม้ต่างถิ่นมากกว่าไม้ในท้องถิ่นและเป็นที่ต้องการของชุมชน ตัวอย่างการปลูกไม้เชิงเดี่ยวที่เป็นไม้ต่างถิ่นและโตเร็ว เช่น กระถินเทพา (*Acacia mangium*) ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus* sp.) เป็นต้น โดยชนิดไม้โตเร็วนั้นต้องมีความทนทานต่อสภาพของพื้นที่ด้วย อย่างไรก็ตามการปลูกไม้ประพื้นถิ่น (native species) ยังมีความจำเป็นสำหรับการพื้นฟูระบบนิเวศและชีววิทยาในระยะยาว การปลูกพืชเชิงเดี่ยวไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ แต่อาจขยายผลเพื่อให้เกิดความสำเร็จในระยะยาว เช่น ใช้เป็นแนวเชื่อมต่อเพื่อช่วยการกระจายเมล็ดไม้ดั้งเดิมจากที่อื่นเข้ามาสู่สวนป่า ทำให้เกิดความหลากหลายในพื้นที่ได้ ดังนั้นการเลือกชนิดไม้มาปลูกควรเป็นทั้งไม้ประจำถิ่นและไม้ต่างถิ่นตามความเหมาะสมของพื้นที่

6.2 การปลูกป่าผสมผสาน (mixed species planting) คือ การปลูกไม้หลายชนิด ในการปลูกไม้ผสมผสานหลายชนิดจะดีกว่าการปลูกไม้ชนิดเดียวแต่มักมีปัญหาในการแก่งแย่งกัน ดังนั้นเราต้องมีความเข้าใจในการเลือกชนิดพันธุ์ที่จะนำมาปลูก เช่น ปลูกผสมกันระหว่างไม้อายุยาวและอายุสั้น เมื่อป่าฟื้นตัวแล้วเราสามารถตัดไม้โตเร็วมาใช้ประโยชน์ได้ก่อนทำให้เกิดรายได้แก่ชุมชน อย่างไรก็ตามการจัดการป้องกันพื้นที่ไม่ให้ถูกรบกวนก็ยังเป็นเรื่องที่สำคัญที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ

6. แนวการคัดเลือกชนิดไม้ที่เหมาะสมกับการฟื้นฟูป่า

6.1 การใช้ลักษณะทางวนวัฒนวิทยา

คณาจารย์ภาควิชาวนวัฒนวิทยา (2556) ได้กำหนดลักษณะทางวนวัฒที่มีผลต่อความสามารถในการตั้งตัวของชนิดไม้ ซึ่งเป็นลักษณะที่ช่วยประกอบการคัดเลือกชนิดไม้สำหรับการฟื้นฟู ดังนี้

1) การเกิด หมายถึง การเจริญทดแทน (regeneration) ซึ่งจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภท คือ การเจริญทดแทนตามธรรมชาติ (natural regeneration) เป็นการเจริญทดแทนของหมู่ไม้ซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยแม่ไม้โปรยเมล็ดลงสู่พื้นดินเองตามอายุขัย แล้วงอกเป็นต้นกล้าและหมู่ไม้รุ่นใหม่ขึ้นมา การเจริญทดแทนโดยการปลูก (artificial regeneration) เป็นการเจริญทดแทนของหมู่ไม้โดยการกระทำของมนุษย์ โดยการนำเมล็ดหรือกล้าไม้ที่ต้องการไปปลูกลงในพื้นที่ที่กำหนด เรียกว่า “การปลูกสร้างสวนป่า” และเรียกป่าที่ได้ว่า “ป่าปลูก” หรือ “สวนป่า” (forest plantation หรือ man-made forests หรือ forestation) การเจริญทดแทนแบบผสมผสาน (mixed regeneration) คือพื้นที่ที่ประกอบด้วยหมู่ไม้ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและการปลูกสร้างของมนุษย์

2) การเติบโต (growth) คือการที่ต้นไม้มีขนาด ปริมาตร หรือมวลเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาที่เพิ่มขึ้น อันเป็นผลมาจากลักษณะทางพันธุกรรมและอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม อันได้แก่ ปัจจัยที่เกี่ยวกับภูมิประเทศ (topographic) ภูมิอากาศ (climatic) ดิน (edaphic) ไฟ (pyric) สิ่งมีชีวิต (biotic) และมนุษย์ (anthropic) โดยความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ มีอิทธิพลทั้งทางตรง และทางอ้อมต่อการรอดตายและการเจริญเติบโตของต้นไม้ ซึ่งเรียกความสัมพันธ์ในระบบสิ่งแวดล้อมนี้ว่า “holocenotic environment”

3) องค์ประกอบ (composition) ของสังคมพืชในป่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบันเป็นผลมาจากการเติบโตของหมู่ไม้ การทดแทนของสังคมพืช (plant community succession) และอิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอกที่เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น หากมีการป้องกันไฟป่าอย่างจริงจังให้กับป่าเต็งรังเป็นเวลาต่อเนื่องยาวนานแล้ว องค์ประกอบในสังคมพืชป่าเต็งรังจะเปลี่ยนแปลงไป เป็นต้น

4) คุณภาพ (quality) ของต้นไม้ไม่ว่าในป่าธรรมชาติหรือสวนป่า หากจะจัดการเพื่อต้องการผลผลิตหรือเนื้อไม้เป็นเป้าหมายหลักแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงคุณภาพของเนื้อไม้ ซึ่งรวมถึงรูปทรงของลำต้น ตำหนิ และคุณสมบัติของไม้ด้วย ซึ่งคุณภาพของเนื้อไม้จะแตกต่างกันไปตามชนิด สายต้น ถิ่นที่ปลูกหรือขึ้นอยู่กับมาตรการในการบำรุงรักษา

6.2 การใช้เกณฑ์ด้านการเจริญเติบโตของชนิดไม้

การเจริญเติบโตของต้นไม้ คือ ขบวนการสะสมและเพิ่มพูนเซลล์ใหม่ๆขึ้นมาแบบเดียวกับสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ทั้งหลาย ซึ่งการเจริญเติบโตจะมีความหมายอยู่ 2 ประการ คือการเพิ่มพูนขนาดและการสร้างส่วนใหม่ๆขึ้นมา คือจะเกี่ยวข้องทั้งด้านการเติบโต (growth) และการพัฒนา (development) การเติบโตเป็นการเปลี่ยนแปลงด้านปริมาณ ซึ่งย้อนกลับไม่ได้ ส่วนการพัฒนาเป็นการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพ รูปร่าง และลักษณะ ซึ่งไม่สามารถวัดออกมาในเชิงปริมาณได้ทุกกรณีไป การเติบโตของต้นไม้เป็นผลที่สืบเนื่องมาจากปัจจัย 2 ประการ คือ ปัจจัยสิ่งแวดล้อม กับ ปัจจัยภายในหรือลักษณะทางพันธุกรรมของต้นไม้แต่ละชนิด ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้วัดการเจริญเติบโตของชนิดไม้มีดังต่อไปนี้ (มณฑล, 2538)

1) ไม้โตเร็วมาก (very faster growing species) คือ ต้นไม้ที่มีอัตราการเจริญเติบโตทางเส้นรอบวงมากกว่าปีละ 5 เซนติเมตร หรือต้นไม้ที่มีขนาดเส้นรอบวงที่ระดับความสูงเหนือพื้นดิน 1.30 เมตร (Girth at Breath High; GBH) มากกว่า 100 เซนติเมตร ภายในระยะเวลา 10 ปี

2) ไม้โตเร็ว (fast growing species) คือ ต้นไม้ที่มีอัตราการเจริญเติบโตทางเส้นรอบวงปีละประมาณ 4-5 เซนติเมตร หรือต้นไม้ที่มีขนาดเส้นรอบวงที่ระดับความสูงเหนือพื้นดิน 1.30 เมตร มากกว่า 100 เซนติเมตร ภายในระยะเวลา 15 ปี

3) ไม้โตปกติ (normal growing species) คือ ต้นไม้ที่มีอัตราการเจริญเติบโตทางเส้นรอบวงปีละประมาณ 2.5-4 เซนติเมตร หรือต้นไม้ที่มีขนาดเส้นรอบวงที่ระดับความสูงเหนือพื้นดิน 1.30 เมตร มากกว่า 100 เซนติเมตร ภายในระยะเวลา 20 ปี

4) ไม้โตช้า (slow growing species) คือ ต้นไม้ที่มีอัตราการเจริญเติบโตทางเส้นรอบวงปีละประมาณ 1-2.5 เซนติเมตร หรือต้นไม้ที่มีขนาดเส้นรอบวงที่ระดับความสูงเหนือพื้นดิน 1.30 เมตร มากกว่า 100 เซนติเมตร ภายในระยะเวลา 30 ปี

5) ไม้โตช้ามาก (very slow growing species) คือ ต้นไม้ที่มีอัตราการเจริญเติบโตทางเส้นรอบวงน้อยกว่าปีละ 1 เซนติเมตร หรือต้นไม้ที่มีขนาดเส้นรอบวงที่ระดับความสูงเหนือพื้นดิน 1.30 เมตร มากกว่า 100 เซนติเมตร ภายในระยะเวลามากกว่า 30 ปี ขึ้นไป

6.3 การพิจารณาใช้ไม้ท้องถิ่น หรือ ไม้พื้นเมือง

ไม้ท้องถิ่น หรือ ไม้พื้นเมือง (native species) หมายถึง พรรณไม้ที่มีถิ่นกำเนิดหรือมีถิ่นอาศัยตามธรรมชาติอยู่ในประเทศไทย การเลือกไม้ท้องถิ่นที่ขึ้นใกล้พื้นที่ปลูกป่าด้วยแล้ว ย่อมเป็นการยืนยันได้ว่าจะสามารถขึ้นและเจริญเติบโตได้ดี เนื่องจากมีระบบนิเวศใกล้เคียงกัน และยังเป็นการช่วยอนุรักษ์พันธุกรรมของไม้พื้นเมืองด้วย ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงโดยเฉพาะความหลากหลายของพรรณพืชที่สามารถปรับตัวได้เหมาะสมกับสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ แม้แต่ในป่า เสื่อมโทรมก็มีการฟื้นฟูตัวเองได้ดีไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสัตว์ป่าในภายหลัง ดังเช่นในกรณีของไม้ต่างถิ่น (alien species) หลายชนิดที่กลายมาเป็นไม้ต่างถิ่นรุกราน (invasive alien species) และมีผลกระทบต่อระบบนิเวศดั้งเดิมอย่างรุนแรง

6.4 การใช้ไม้อเนกประสงค์

ไม้อเนกประสงค์ (multi-purpose species) หมายถึง ไม้ที่ใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น เนื้อไม้ ใช้สอย สมุนไพร สีย้อม พืชกินได้ เป็นต้น การปลูกป่าเป็นการเพิ่มคุณค่าทางเศรษฐกิจ ให้แก่ชุมชนใกล้ป่า สามารถเข้ามาใช้ประโยชน์ได้ เป็นการสร้างความมีส่วนร่วมในการดูแลรักษา รู้สึกหวงแหนต่อป่าที่กำลังจะกลับมาสมบูรณ์ดังเดิม นอกจากนี้ยังเลือกไม้ป่าที่มีระบบรากสามารถป้องกันการพังทลายของหน้าดิน หรือดินถล่มได้ดีโดยเฉพาะไม้โตช้าที่มีระบบรากแผ่กว้าง หยั่งลึก หนาแน่น และแข็งแรง

6.5 การใช้ไม้ป่าที่สัตว์ป่าสามารถเข้ามาใช้ประโยชน์ได้

โดยส่วนใหญ่มักมองในสองลักษณะ ได้แก่ ไม้ที่สัตว์ป่าใช้เป็นแหล่งอาศัย (habitat tree) ไม้ป่าที่สัตว์ป่าสามารถเข้ามาใช้ประโยชน์ได้ โดยส่วนใหญ่มักมองในสองลักษณะ ได้แก่ ไม้ที่สัตว์ป่าใช้เป็นแหล่งอาศัย (habitat tree) คือ ไม้ที่มีลำต้นสูงใหญ่ ใบแผ่ปกคลุมหนา สัตว์ป่าสามารถใช้หลบภัยได้ นอกจากนั้นยังควรพิจารณาถึงไม้ที่มีโพรงโดยเฉพาะที่ยืนต้นอยู่โดดเดี่ยวภายในพื้นที่เสื่อมโทรม เนื่องจากไม้เหล่านี้จะช่วยชักนำให้สัตว์ป่าเข้ามาใช้เป็นถิ่นอาศัยเป็นอย่างดี ส่วนลักษณะที่สอง คือ ไม้

ทีเป็นพืชอาหารของสัตว์ป่า การปลูกไม้เหล่านี้เข้าไปในพื้นที่พื้นฟูสามารถช่วยดึงดูดให้สัตว์ป่าเข้ามาใช้ประโยชน์และช่วยกระจายพันธุ์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากสัตว์ป่าเป็นองค์ประกอบหนึ่งของระบบนิเวศป่าไม้ที่สมบูรณ์รวมถึงมนุษย์ต่างมีวิวัฒนาการร่วมกันมามีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกัน ดังนั้นป่าปลูกที่ผสมผสานไม้หลายชนิดสัตว์ป่ามักจะเข้ามาดำรงชีวิตและอาจนำพาเมล็ดไม้จากป่าที่สมบูรณ์ใกล้เคียงเข้ามาในแปลงปลูกป่า หรืออาจนำเมล็ดไม้ภายในแปลงกระจายไปสู่แปลงปลูกใกล้เคียงกัน กระบวนการดังกล่าวยิ่งเป็นการเพิ่มความหลากหลาย ทางชีวภาพของชนิดไม้ในแปลงปลูกและเร่งกระบวนการฟื้นฟูทดแทนตามธรรมชาติของป่าได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมมักมีสัตว์ป่าเข้ามาน้อย ส่วนใหญ่จะเป็นสัตว์ป่าขนาดเล็ก เช่น นก ค้างคาว กระรอก เป็นต้น ชนิดไม้ที่สัตว์ป่าเหล่านี้ชื่นชอบจึงควรได้รับการพิจารณาด้วย FORRU (2006) ได้ร่วมกับชาวบ้าน หมู่บ้านแม่สาใหม่ทดลองปลูกป่าโดยวิธีพรรณไม้โครงสร้างในพื้นที่ป่าดิบเขา สูงกว่าระดับน้ำทะเล 1,300 เมตร พบว่า ภายในเวลา 3 ปี ชนิดไม้ เช่น ตองแตบ (*Macaranga denticulata*) มะมือ (*Choerospondias axillaris*) มะไฟ (*Baccaurea ramiflora*) ก่อเดือย (*Castanopsis acuminatissima*) และ นางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides*) เริ่มจะออกผล และมีนกมาทำรังบนต้นไม้หลายชนิด ซึ่งมีดอกที่เป็นแหล่งอาศัยของแมลง ดึงดูดให้นกกินแมลงทั้งหลายเข้ามาในพื้นที่

6.6 การใช้พรรณไม้โครงสร้าง

วิธีพรรณไม้โครงสร้าง (framework species) คือ ไม้ป่าพื้นเมือง ซึ่งเมื่อนำมาปลูกแล้วสามารถส่งเสริมการฟื้นตัวของป่า และเร่งให้ความหลากหลายทางชีวภาพกลับมาได้เร็วขึ้น ทำให้เกิดโครงสร้างที่สลับซับซ้อน โดยไม้โครงสร้างเมื่อนำมาปลูกในพื้นที่ต้องสามารถเติบโตได้อย่างรวดเร็ว บดบังแสงทำให้วัชพืชไม่สามารถขึ้นได้ ทำให้เกิดโครงสร้างป่าที่มีหลายชั้นเรือนยอดเกิดขึ้น และต้นไม้เหล่านี้ต้องสามารถฟื้นฟูระบบนิเวศได้ด้วย เช่น ช่วยให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหาร นอกจากนี้ยังสามารถสืบต่อพันธุ์ได้ตามธรรมชาติ โดยอาศัยสิ่งมีชีวิตอื่นช่วยในการกระจายพันธุ์ เช่น นก ค้างคาว หรือแม้แต่สัตว์ป่าขนาดใหญ่อื่น ๆ (FORRU, 2006)

6.7 การใช้ไม้พี่เลี้ยง

การฟื้นฟูป่าโดยการใช้ไม้พี่เลี้ยง (nurse trees) คือ พืชที่ปลูกขึ้นก่อนไม้ประธานเพื่อให้มีหน้าที่ช่วยในการบังร่ม บังลม ช่วยสร้างธาตุอาหาร หาอาหาร และรักษาความชื้นให้กับไม้ประธานในช่วงที่พืชประธานมีขนาดเล็กอยู่ การปลูกพืชพี่เลี้ยงนอกจากจะช่วยสร้างปุ๋ยให้กับพืชประธานซึ่งเป็นการลงทุนที่ต่ำมากแล้ว ยังเป็นการสร้างระบบนิเวศและสุขลักษณะที่ดีให้กับพื้นที่ฟื้นฟูอีกด้วย

6.8 การฟื้นฟูป่าแบบผสมผสาน

ดอกรัก (2555) ได้เสนอแนวทางการฟื้นฟูแบบผสมผสานระหว่างชนิดไม้เบิกนำ และ ชนิดไม้ดั้งเดิม ไว้ว่า การปลูกป่าแบบผสมผสานระหว่างพืชเบิกนำ (pioneer species) หรือไม้โตเร็ว (fast growing species) ร่วมกับพันธุ์พืชดั้งเดิมของพื้นที่ โดยหลักการคือ ในระยะแรกเริ่มปลูกพืชเบิกนำที่

เหมาะสมต่อพื้นที่ ในขั้นตอนนี้ไม้เบิกนำยืนต้นบางชนิดอาจขึ้นได้เองเนื่องจากมีลักษณะของชนิดที่สามารถทนทานปัจจัยแวดล้อมของพื้นที่เสื่อมโทรม เพียงแต่ช่วยส่งเสริมการตั้งตัวโดยการป้องกันพื้นที่ไม่ให้ถูกรบกวน (Asanok et al., 2013) และระยะที่สองเมื่อปัจจัยแวดล้อมมีความเหมาะสมจึงเริ่มลงมือปลูกไม้ดั้งเดิมเสริมเข้าไป ซึ่งการทำเช่นนี้จะช่วยให้อัตราการรอดตายของไม้ดั้งเดิมเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ป่าฟื้นฟูนั้นมีโครงสร้างและองค์ประกอบของชนิดพรรณพืชสมบูรณ์มากขึ้น และสามารถเจริญทดแทนกลับคืนสู่ป่าธรรมชาติดั้งเดิมได้อย่างรวดเร็วพรรณพืชเบิกนำถือว่าเป็นพืชกลุ่มแรกที่เป็นตัวช่วยชักนำไม้ดั้งเดิม ให้กลับเข้ามาเจริญทดแทนตามธรรมชาติ เนื่องจากพืชเบิกนำส่วนใหญ่มีความต้องการทางนิเวศวิทยา (ecological niche) ที่เหมาะสมต่อพื้นที่ป่าถูกทำลายและป่าเสื่อมโทรม เช่น เป็นพันธุ์พืชที่มีความต้องการแสงสว่างในการตั้งตัวสูง (light demanding species) สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วและส่วนใหญ่เป็นกลุ่มไม้เนื้ออ่อน และเป็นกลุ่มพืชที่มีช่วงอายุสั้นจึงมักปรากฏเป็นหมู่ไม้ที่มีชั้นอายุเดียวในพื้นที่ พันธุ์พืชเบิกนำพบได้ตั้งแต่กลุ่มพืชล้มลุกเช่น สาบเสือ (*Chromolaena odorata*) หญ้าคา (*Imperata cylindrica*) และหญ้าพง (*Sorghum propinquum*) เป็นต้น หรือไม้พุ่ม และไม้ต้นขนาดใหญ่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ตามช่วงการจำกัดทางนิเวศวิทยา (ecological amplitude) ของมัน

ดังนั้นการคัดเลือกชนิดพืชเบิกนำจึงต้องคำนึงถึงพื้นที่ปลูกป่าฟื้นฟูว่ามีความเหมาะสมต่อชนิดพันธุ์ไม้เบิกนำเพียงใด จากรายงานวิจัย พบว่า ไม้เบิกนำที่ควรนำมาปลูกในพื้นที่สูงและมีความชื้นในดินมาก เช่น บริเวณป่าต้นน้ำลำธารทางภาคเหนือนั้น เช่น ทะโล้ (*Schima wallichii*) ลำพูป่า (*Duabanga grandiflora*) ก่อแป้น (*Castanopsis diversifolia*) และ กระทุ่มน้ำ (*Nauclea orientalis*) เป็นต้น เมื่อปลูกพรรณพืชเหล่านี้อายุได้ประมาณ 2-3 ปี พื้นที่ป่าฟื้นฟูจะเริ่มมีร่มเงาเพิ่มมากขึ้น ลำดับถัดมาก็ปลูกไม้ดั้งเดิมที่มีความทนร่มสูง (shade tolerance) เข้าไป เช่น ก่อเดือย (*Castanopsis acuminatissima*) จำปีป่า (*Magnolia baillonii*) กำยาน (*Styrax tonkinensis*) และ กำลังเสือโคร่ง (*Strychnos axillaris*) เป็นต้น ส่วนในพื้นที่ที่มีความแห้งแล้งสูง พันธุ์ไม้เบิกนำที่ควรปลูก คือ ซ้อ (*Gmelina arborea*) เปล้าหลวง (*Croton persimilis*) ทองหลางป่า (*Erythrina subumbrans*) กางหลวง (*Albizia chinensis*) และ มะกอกป่า (*Spondias pinnata*) เป็นต้น ส่วนไม้ดั้งเดิมที่ปลูกตามภายหลังได้แก่ สัก (*Tectona grandis*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) มะค่าโมง (*Afzelia xylocarpa*) แดง (*Xylia xylocarpa*) ชิงชัน (*Dalbergia oliveri*) และ พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis*) เป็นต้น สำหรับพื้นที่ทางภาคใต้และภาคตะวันออก ในพื้นที่ราบระดับต่ำและมีความชื้นสูงไม้เบิกนำที่ควรปลูก คือ เต้าหลวง (*Macaranga gigantea*) กระทุ่มน้ำ สมพง (*Tetrameles nudiflora*) ตีนเป็ด (*Alstonia scholaris*) และ ลำพูป่า เป็นต้น จากนั้นจึงปลูกไม้ดั้งเดิมของพื้นที่โดยเฉพาะไม้วงศ์ยาง (Dipterocarparceae) เช่น ยางปาย (*Dipterocarpus costatus*) ตะเคียนทอง (*Hopea odorata*)

และไข่เขียว (*Parashorea stellate*) เป็นต้น ภายหลังจากที่ทำการปลูกป่าฟื้นฟูด้วยวิธีการผสมผสานระหว่างไม้เบิกนำและไม้ดั้งเดิมแล้ว จะทำให้พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมดังกล่าวกลับมามีโครงสร้างและองค์ประกอบชนิดพรรณพืชที่ค่อนข้างซับซ้อนยิ่งขึ้น มีระบบเรือนรากที่แผ่ซ้อนทับกันมากขึ้นทั้งในกลุ่มพืชที่มีรากตื้นและลึกซึ่งเป็นโครงสร้างที่เหมาะสมในการช่วยยึดเหนี่ยวดินช่วยป้องกันการกัดกร่อนของดินทำให้ไม่เกิดการเลื่อนถล่มของดิน (landslide) จนส่งผลกระทบต่อชุมชนโดยรอบดังที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน นอกจากนี้เศษซากพืชที่ร่วงหล่นบนพื้นป่ายังช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินทำให้ดินร่วนซุยขึ้น ก่อให้เกิดน้ำซึมผ่านผิวดินมากขึ้นและไหลซึมลงดินอย่างช้า ๆ เท่ากับเป็นการเพิ่มน้ำสู่แหล่งน้ำในช่วงฤดูแล้งได้ด้วย จึงถือได้ว่านอกจากการส่งเสริมการปลูกป่าฟื้นฟูจะได้พื้นที่ป่าที่สมบูรณ์กลับมาแล้ว ป่าฟื้นฟูดังกล่าวยังช่วยอนุรักษ์ดินและน้ำที่ได้ผลมากขึ้น และเมื่อพิจารณาถึงการนำไม้เบิกนำที่มีอายุสั้นดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ด้านเนื้อไม้ก็จะยังคงเหลือไม้ดั้งเดิมที่มีอายุขัยยาวนานกว่าหลงเหลืออยู่ในพื้นที่และเป็นแม่พันธุ์โปรยเมล็ดลงสู่พื้นล่างป่า ส่งผลให้การเจริญสืบต่อพันธุ์ของไม้ดั้งเดิมเกิดได้ดีมากยิ่งขึ้น และยังได้นำไม้เบิกนำดังกล่าวมาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นไม้ อาหารและพลังงานอีกด้วย

อย่างไรก็ตามการพิจารณานำพืชโตเร็วที่เป็นไม้ต่างถิ่น (alien species) เข้ามาปลูกป่าเพื่อการฟื้นฟูนั้นต้องคำนึงพฤติกรรมของมันด้วยว่า เป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกราน (invasive alien species) หรือไม่ เพราะหากเป็นพืชต่างถิ่นรุกรานแล้ว การฟื้นฟูป่าเพื่อการอนุรักษ์และคืนสภาพป่าดั้งเดิมให้กับพื้นที่นอกจากจะไม่ประสบความสำเร็จแล้ว ยังส่งผลยับยั้งการเจริญทดแทนของไม้ดั้งเดิมในป่าธรรมชาติอีกด้วย เช่น เช่น การเลือกปลูก กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocephala*) แม้ว่าจะเป็นพืชโตเร็วที่ช่วยในการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ดี แต่จัดเป็นพืชต่างถิ่นรุกรานที่ศักยภาพสูงมากในการรุกเข้าไปยึดครองและตั้งตัวในพื้นที่ป่าถูกทำลายจนยากต่อการจัดการเพื่อฟื้นฟูสู่สภาพป่าดั้งเดิมของพื้นที่ได้ (Marod et al., 2012)

6.9 การเร่งการฟื้นตัวตามธรรมชาติ

การฟื้นฟูป่าโดยการเร่งการฟื้นตัวตามธรรมชาติ (accelerated natural regeneration; ANR) หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ทำขึ้นเพื่อเพิ่มหรือเร่งกระบวนการฟื้นตัวตามธรรมชาติของป่า ได้แก่ การส่งเสริมการเจริญเติบโตของกล้าไม้ที่มีอยู่และทำให้มีกล้าไม้ในพื้นที่มากขึ้น ในขณะเดียวกันก็ช่วยปกป้องลูกไม้ที่มีอยู่เดิมไม่ให้ได้รับอันตรายจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น การแข่งขันกับวัชพืช สัตว์ป่าหรือไฟป่า เป็นต้น

เนื่องจากการเร่งให้เกิดการฟื้นตัวตามธรรมชาตินั้นต้องอาศัยกระบวนการที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จึงใช้แรงงานน้อยกว่าการปลูกป่าและเป็นวิธีการฟื้นฟูป่าที่ใช้ทุนน้อยด้วย อย่างไรก็ตามวิธีการทั้ง 2 ไม่ถือเป็นการฟื้นฟูป่าที่แยกจากกันอย่างเด็ดขาดเพราะการฟื้นฟูป่าที่มีประสิทธิภาพนั้นต้องอาศัยวิธีการทั้งสองแบบร่วมกัน คือ ทั้งปลูกและเร่งการตั้งตัวตามธรรมชาติ ในบางพื้นที่การใช้

การเร่งให้เกิดการฟื้นตัวตามธรรมชาติเพียงอย่างเดียว อาจเพียงพอที่จะทำให้ระบบนิเวศฟื้นตัวได้ แต่การปลูกต้นไม้เพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศนั้นควรใช้วิธีการเร่งให้เกิดการฟื้นตัวตามธรรมชาติที่เหมาะสมร่วมด้วยเสมอ (FORRU, 2006) พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการเร่งการฟื้นตัวตามธรรมชาติ คือ พื้นที่ที่มีกระบวนการฟื้นตัวของป่าเองตามธรรมชาติอยู่แล้ว ดังนั้นการประเมินสภาพเบื้องต้นของพื้นที่จึงจำเป็น ที่จะช่วยในการประกอบการตัดสินใจว่าการเร่งการฟื้นตัวตามธรรมชาติอย่างเดียวเพียงพอสำหรับจะทำให้ป่าฟื้นตัวได้ด้วยตนเองหรือไม่ และวิธีการแบบใดจะเร่งทำให้เกิดกระบวนการดังกล่าวได้ดีที่สุด การประเมินสภาพพื้นที่ ประกอบด้วย ประเมินศักยภาพของพื้นที่ในการฟื้นตัวตามธรรมชาติของป่า และวิเคราะห์ว่าปัจจัยที่อาจยับยั้งไม่ให้ป่าเกิดการฟื้นตัวตามธรรมชาติ

วิธีการเร่งให้เกิดการฟื้นตัวตามธรรมชาติ ได้แก่ เร่งให้ตอไม้แตกยอดใหม่ ต้นไม้ที่แตกยอดจากตอไม้นั้นจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นไม้ที่ปลูกใหม่ และยังมีความทนทานต่อความแห้งแล้ง สามารถแข่งขันกับวัชพืชได้ดี ควรมีการกำจัดวัชพืชเพื่อลดการแข่งขันของหญ้ากับต้นไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝน การกำจัดวัชพืชทำให้กล้าไม้และลูกไม้ขนาดเล็กมีโอกาสเติบโตได้ดีขึ้น แต่ในฤดูแล้งการมีวัชพืชอยู่ด้วยอาจให้ผลดีแก่ต้นกล้าไม้เหล่านั้นในแง่ของการให้ร่มเงาและป้องกันไม่ให้ต้นกล้าแห้งตาย อย่างไรก็ตามการมีวัชพืชอยู่ในพื้นที่จะทำให้ความเสี่ยงของการเกิดไฟป่าสูงขึ้นจึงต้องมีการชั่งน้ำหนักระหว่างข้อดีและข้อเสียดังกล่าวด้วย ที่สำคัญที่สุด คือ การป้องกันไฟจากพื้นที่ ไฟนับว่าเป็นตัวการสำคัญที่ยับยั้งการฟื้นตัวของป่าในเขตร้อนที่มีความชื้นต่ำ โดยในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการเกิดไฟสูง เมื่อต้องการเร่งการฟื้นตัวตามธรรมชาติการป้องกันไฟป่า จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ต้องถางแนวกันไฟรอบ ๆ พื้นที่ตั้งแต่ในช่วงต้นฤดูแล้งต้องมีการระวังไฟและเตรียมพร้อมสำหรับดับไฟจนกว่าจะเข้าฤดูฝน

นอกจากวิธีการเร่งการฟื้นตัวตามธรรมชาติแล้ว ยังมีอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยในเรื่องของการฟื้นตัวความหลากหลายทางชีวภาพได้ คือ การปลูกกล้าไม้เสริมในพื้นที่เพื่อสร้างโครงสร้างของเรือนยอดป่าพร้อม ๆ กับการเร่งการฟื้นตัวตามธรรมชาติ วิธีนี้เรียกว่า “การปลูกต้นไม้เพื่อเร่งการฟื้นตัว” ต้นไม้ที่ปลูกลงในพื้นที่จะช่วยทำให้การฟื้นตัวของป่าเกิดขึ้นได้เร็วขึ้น โดยจะปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมของบริเวณนั้นให้ดึงดูดนกช่วยกระจายเมล็ดพันธุ์เข้ามามากขึ้น (FORRU, 2006)

7. การจัดการลุ่มน้ำ

เกษม (2551) กล่าวว่า พื้นที่ลุ่มน้ำ (watershed area) คือ หน่วยของพื้นที่หนึ่ง ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำโดยเฉพาะ มีขนาดตามความต้องการของแต่ละบุคคลและประเภทของการศึกษา จากคำจำกัดความข้างต้น พื้นที่ทั้งประเทศของประเทศไทยจัดได้ว่าเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำ ๆ หนึ่ง ซึ่งจำเป็นจะต้องดำเนินการจัดการอย่างถูกต้อง เป้าหมายสำคัญของการจัดการลุ่มน้ำ คือ การผสมผสานหลักการทางวิชาการ และการมีส่วนร่วมของประชาชนเพื่อดำเนินการที่จะให้พื้นที่ลุ่มน้ำในประเทศ

ไทย มีทรัพยากรน้ำใช้อย่างยั่งยืน ซึ่งครอบคลุมทั้งในส่วนของปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อการใช้ มีระยะเวลาการไหลของน้ำที่เหมาะสมสม่ำเสมอ คุณภาพของน้ำที่ดีเหมาะสมต่อการอุปโภค/บริโภค การควบคุมการพังทลายของดิน การลดความเสียหายจากอุทกภัย รวมถึงการใช้ทรัพยากรในลุ่มน้ำอย่างถูกต้องตามหลักการอนุรักษ์ ได้แก่ การใช้ การเก็บกัก การซ่อมแซม การฟื้นฟู การพัฒนา การป้องกัน การสงวน และการแบ่งเขต ดังนั้นในการจัดการลุ่มน้ำจึงต้องมีการดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน โดยเริ่มจากการวางแผนการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม การสร้างมาตรการการใช้ทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีประสิทธิภาพ และการควบคุมมลพิษ ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการจัดการลุ่มน้ำต่อไป หน่วยงานต่าง ๆ ทั้งของภาครัฐ และเอกชน ต่างมุ่งที่จะแสวงหาและใช้ประโยชน์ จากทรัพยากรภายในลุ่มน้ำกันอย่างเต็มที่ และส่งผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่รุนแรงอย่างเป็นลูกโซ่จากการดำเนินงานในกิจกรรมต่าง ๆ

7.1 การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

เกษม (2551) กล่าวว่า การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ เป็นการแบ่งเขตพื้นที่ลุ่มน้ำโดยมุ่งเน้นที่คุณสมบัติของพื้นที่ต่อการพังทลายของดิน และความเปราะบางทางสิ่งแวดล้อมเป็นหลักปฏิบัติในการกำหนดขอบเขต พื้นที่ใดที่มีดินและสิ่งแวดล้อมเปราะบางง่ายต่อการชะล้างพังทลายจะต้องเก็บรักษาไว้เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ส่วนพื้นที่ใดมีความคงทนต่อการพังทลายของดินก็สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ ที่เหมาะสมตามลำดับต่อไป การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำกระทำโดยการใช้ความสัมพันธ์ของตัวแปรทางกายภาพต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการชะล้างพังทลายของพื้นที่ เป็นตัวแปรที่เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ยาก และเป็นอิสระซึ่งกันและกัน ซึ่งได้ทั้งหมด 5 ตัวแปร คือ ความลาดชัน (SLOPE) ความสูงของพื้นที่ (ELEV) ลักษณะแผ่นดิน (LANDF) ลักษณะทางธรณีวิทยา (GEOL) และชนิดดิน (SOIL) ซึ่งตัวแปรทั้งหมดจะนำมามาสร้างความสัมพันธ์กับค่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (WSC) ในรูปแบบของสมการสหสัมพันธ์มาตรฐาน เพื่อการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำของประเทศไทยดังนี้

WSC = a + b(SLOPE) + c(ELEV) + d(LANDF) + e(GEOL) + f(SOIL) + FOR + MIN

เมื่อ WSC คือ ค่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

SLOPE คือ ความลาดชันเฉลี่ย (ค่าที่อ่านได้ใน 1 ตารางกิโลเมตร หรือใน 1 กริด)

ELEV คือ ความสูง (ค่าเฉลี่ยความสูงจากระดับน้ำทะเล/10 ใน 1 ตารางกิโลเมตร)

LANDF คือ ลักษณะแผ่นดิน (ค่าคะแนนของลักษณะแผ่นดิน ใน 1 ตารางกิโลเมตร)

GEOL คือ ลักษณะทางธรณีวิทยา (ค่าคะแนนทางธรณีวิทยาใน 1 ตารางกิโลเมตร)

SOIL คือ ชนิดดิน (ค่าคะแนนสมบัติของชนิดดินใน 1 ตารางกิโลเมตร)

a, b, c, d, e และ f คือ ค่าคงที่ของตัวแปร

นอกจากนี้ยังได้นำตัวแปรที่มาผนวกเพื่อแสดงถึงสถานภาพและศักยภาพของพื้นที่ FOR คือ สถานภาพปกคลุมของพื้นที่ป่าไม้ MIN คือ ศักยภาพการทำเหมืองแร่ การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำของประเทศไทย ได้จัดแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ออกเป็น 4 ชั้น โดยมีลักษณะสังเขปดังนี้

1) พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่หนึ่ง เป็นพื้นที่สูงอยู่ตอนบนของลุ่มน้ำ ภูเขาสูงชัน หุบเขา หน้าผา ความลาดชันสูง (มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) มีลักษณะและสมบัติที่อาจมีผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลง การใช้ที่ดินได้ง่ายและรุนแรง ควรจะต้องสงวนรักษาไว้เพื่อเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธาร

2) พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สอง เป็นพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเป็นต้นน้ำลำธารรองลงมา มักเป็นภูเขาสูง สันเขามน ไหล่เขาที่มีแนวลาดเทปานกลาง ความลาดชันอยู่ระหว่าง 30-50 เปอร์เซ็นต์ ดินง่ายต่อการชะล้างพังทลาย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อกิจการที่สำคัญ เช่น การทำไม้ และเหมืองแร่ได้ แต่ต้องปฏิบัติตามมาตรการควบคุมอย่างเข้มงวดรัดกุม

3) พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สาม มักมีลักษณะเป็นที่ลาดเขา ตีนเขา ที่ราบขั้นบันไดสลับเนินเขา และพื้นที่ริมร่องน้ำ มีความลาดชันอยู่ระหว่าง 25-35 เปอร์เซ็นต์ ดินพังทลายง่ายถึงปานกลาง สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการกสิกรรมประเภทไม้ยืนต้นได้ แต่ต้องใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เข้มงวด เช่น การทำขั้นบันไดดิน เป็นต้น

4) พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สี่ เป็นพื้นที่เชิงเขา เนินเขาเตี้ย ที่ราบขั้นบันได พื้นที่สองฝั่งลำน้ำ มีความลาดชันอยู่ระหว่าง 6-25 เปอร์เซ็นต์ ดินค่อนข้างลึก ความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง และมีสมรรถนะการพังทลายต่ำ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในกิจการพืชไร่ ที่ต้องมีมาตรการอนุรักรักษ์ดินและน้ำพอสมควร

7.2 พื้นที่ต้นน้ำ

นิพนธ์ (2538) กล่าวว่า ต้นน้ำ (head watershed) หมายถึง ส่วนหนึ่งของพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีความลาดชัน และ/หรือ อยู่บนพื้นที่สูง ส่วนคำว่า ลุ่มน้ำ หรือ watershed หมายถึง พื้นที่ที่อยู่เหนือจุด ๆ หนึ่งบนลำธาร ที่ทำหน้าที่รองรับน้ำฝน และนำน้ำในส่วนเกินจากน้ำ 3 ส่วน คือ 1) การนำขึ้นไปใช้ในการคายน้ำของต้นไม้ 2) การดูดยึดไว้ของดิน และ 3) การรั่วซึมผ่านชั้นหินที่อยู่ใต้ชั้นดินออกนอกลุ่มน้ำไป โดยจะนำน้ำในส่วนที่เกินจากน้ำทั้งสามส่วนนี้ลำเลียงให้กับลำธารทั้งทางผิวดินและใต้ดินแล้วจึงระบายให้กับพื้นที่ท้ายน้ำโดยไหลผ่านจุดที่กำหนดให้นั้นต่อไป พื้นที่ต้นน้ำ หรือ ระบบนิเวศต้นน้ำ มีองค์ประกอบใหญ่ ๆ อยู่ 3 ส่วน ได้แก่

1) โครงสร้าง (structure) ของระบบนิเวศ ได้แก่ ปัจจัยต่าง ๆ ในพื้นที่ต้นน้ำ เช่น ดิน น้ำ ต้นไม้หรือป่าไม้ สัตว์ป่า และอากาศ เป็นต้น

2) การทำงานตามหน้าที่ (function) ของระบบนิเวศ คือ กระบวนการ (process) ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาโต้ตอบซึ่งกันและกัน ระหว่างปัจจัยแต่ละตัวที่เป็นองค์ประกอบของโครงสร้าง

ระบบนิเวศ ได้แก่ กระบวนการสร้างดิน กระบวนการหมุนเวียนของน้ำกับธาตุอาหารและกระบวนการหมุนเวียนของพลังงาน ทั้งสามกระบวนการจะมีการเชื่อมโยงกัน

3) การให้บริการ (services) ของระบบนิเวศที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ ประกอบไปด้วยการให้ผลผลิตที่เป็นเนื้อไม้ ของป่า และอาหารจากสัตว์ป่า การควบคุมการดูดซับน้ำฝนของดิน และการระบายน้ำจากชั้นดินลงสู่ลำธาร การควบคุมการกัดชะพังทลายของดิน การบรรเทาความรุนแรงของอากาศ การเป็นแหล่งเรียนรู้ทางธรรมชาติ และการเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ

8. สถานภาพต้นน้ำน่าน

จังหวัดน่านอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านที่มีระดับความรุนแรงสูงสุดของการทำลายพื้นที่ป่าต้นน้ำและเป็นพื้นที่นำร่องในการดำเนินการให้เป็นไปตาม มติคณะรัฐมนตรี วันที่ 7 กรกฎาคม 2558 เรื่อง การจัดการป่าต้นน้ำเสื่อมสภาพบนพื้นที่สูงชัน (เขาหัวโล้น) พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดน่าน ประกอบด้วยภูเขาและป่าไม้ ซึ่งมีพื้นที่ป่าต้นน้ำร้อยละ 72.48 ของพื้นที่จังหวัด แต่ในปัจจุบันพื้นที่ ป่าไม้ของจังหวัดน่านถูกบุกรุกอย่างรุนแรง อันเนื่องมาจากการทำไร่เลื่อนลอย การบุกรุกแผ้วถางป่าหรือถูกบุกเบิกเพื่อปลูกพืชเกษตรเชิงเดี่ยวเพิ่มมากขึ้นในพื้นที่สูงชันที่เป็นป่าต้นน้ำ (จรัณธร และ กัญจน์ชญา, 2560) ข้อมูลสถิติป่าไม้ พบว่าพื้นที่ป่าไม้ ในช่วงปี 2547 - 2559 ลดลงถึงร้อยละ 12.62 ของพื้นที่จังหวัด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าต้นน้ำที่สำคัญยังคงถูกทำลาย (ทิพย์กมล และคณะ, 2561)

สภาพพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่น้ำน่าน ณ ปัจจุบัน ถูกทำลายลงอย่างรวดเร็ว กำลังเข้าสู่ห้วงวิกฤติ มีสภาพภูเขาหัวโล้น เนื่องด้วยปัญหาตัวแปรประชากรที่หนาแน่นขึ้น ตลาดทุนนิยมที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการรุกพื้นที่ป่าเพื่อปลูกพืชเศรษฐกิจ ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ป่าต้นน้ำน่าน ซึ่งเป็นหนึ่งในต้นน้ำสำคัญของแม่น้ำเจ้าพระยา จากข้อมูลภูมิประเทศของจังหวัดน่านมีพื้นที่ทั้งหมด 7,601,880.49 ไร่ หรือ 12,163.04 ตร.กม. โดยร้อยละ 87.2 ของพื้นที่เป็นภูเขา และร้อยละ 12.8 เป็นพื้นที่ราบ ทั้งนี้เป็นพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติทั้งหมด 6,496,231.62 ไร่ ขณะที่มีการปลูกพืชไร่รุกล้ำเข้าไปในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ 1,180,859.49 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 25.41 ของพื้นที่ป่าในจังหวัดทั้งหมด ทำให้จังหวัดน่าน เหลือพื้นที่ป่าเพียง 4,892,272.80 ไร่ โดยจากการสำรวจตัวเลขสถิติพื้นที่ป่า พบว่า ลดลงเฉลี่ยปีละ 70,000-100,000 ไร่ (สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน, 2560)

9. สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน

สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน ตั้งอยู่บริเวณบ้านปางมอญ หมู่ที่ 7 ตำบลอ่ายนาไลย อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ตำแหน่งพิกัดระบบ WGS 1984 UTM zone 47Q 658818 E และ 2044737 N อยู่ในลุ่มน้ำหลักลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำย่อยแม่น้ำน่านส่วนที่ 3 อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าน้ำสา และป่าแม่สาครฝั่งซ้าย ติดถนนทางหลวงแผ่นดินตามถนนยันตรกิจโกศล หมายเลข 101 หลักกิโลเมตรที่ 196

ห่างจากอำเภอเมือง จังหวัดน่าน ระยะทางประมาณ 55 กิโลเมตร ส่วนการคมนาคมเข้า-ออกหน่วยงานห่างจากถนนยันตรกิจโกศลระยะทางประมาณ 500 เมตร (สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน, 2560)

9.1 ลักษณะทั่วไป

ลักษณะภูมิประเทศ มีสภาพทั่วไปเป็นเนินเขาและภูเขาสูงทอดตัวตามแนวทิศเหนือ - ใต้ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางระหว่าง 380 - 852 เมตร มีความลาดชันของลุ่มน้ำเฉลี่ยร้อยละ 38 บริเวณสันเขามีหินโผล่เป็นแนวตามสันเขาและมีความลาดชันตามแนวการเอียงตัวของชั้นหิน มีที่ราบริมน้ำเป็นร่องแคบ ๆ

ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างส่วนใหญ่ในบริเวณนี้เป็นรอยเลื่อน (fault) รอยแยก (fracture) และชั้นหินคดโค้ง (fold) แนวรอยเลื่อนและรอยแยกในบริเวณนี้ส่วนใหญ่อยู่ในแนวเดียวกันกับแนวรอยเลื่อนของภูมิภาคภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ และแนวตะวันออกเฉียงเหนือ - ตะวันตกเฉียงใต้ แนวรอยเลื่อนที่อยู่ในพื้นที่ศึกษานี้เป็นแนวของเขตรอยเลื่อน แพร่-เถิน ซึ่งอยู่ในพื้นที่ตอนใต้ของลุ่มน้ำ เป็นแนวรอยเลื่อนที่ทอดยาวเป็นแนวจากบริเวณด้านใต้ของห้วยเอียด ร้องกวาง จนถึงด้านใต้พื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษาลักษณะเป็นรอยเลื่อนในแนวระดับ (strike slip fault) มีการเคลื่อนที่ผ่านกันในทิศทวนเข็มนาฬิกา (sinistral movement) เรียกว่า รอยเลื่อนห้วยกี้ (Huai Ki fault) นอกจากแนวรอยเลื่อนที่มีส่วนทำให้ลักษณะของห้วยอยู่ในแนวของรอยเลื่อนแล้ว ยังพบว่ามีรอยคดโค้งของชั้นหินที่ทำให้พื้นที่มีการเอียงเท และเป็นแนวในทิศทางต่าง ๆ ทำให้ลำน้ำไหลตามแนวเหล่านี้ รอยคดโค้งของชั้นหิน ประกอบด้วย ชั้นหินคดโค้งตลบทับ (overturned fold) ชั้นหินคดโค้งสมมาตร (symmetrical fold) และชั้นหินคดโค้งเปิด (open fold) ในบริเวณพื้นที่ ชั้นหินมีแนวการวางตัวแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ และเอียงเทไปในทิศตะวันออก การคดโค้งเป็นลักษณะชั้นหินโค้งรูปประทุนหงาย (syncline)

ชนิดของหิน ที่ปรากฏในพื้นที่ประกอบด้วย หินตะกอน และหินแปร ได้แก่ หินทราย (sandstone) หินทรายแป้ง (siltstone) หินโคลน (mud stone) หินดินดาน (shale) หินกรวดมน (conglomerate) หินทรายสีแดง หินเถ้าภูเขาไฟ หินไพโรคลาสทิค (pyroclastic) และหินอัคนี ได้แก่ หินแกรนิต หินแกรโนไดโอไลต์ และหินฮอร์นเบลนด์ไดโอไลต์ หินตะกอนที่มีสีแดงจนถึงสีแดงเข้มเป็นชุดหินสีแดงพบแผ่กระจายอยู่เป็นบริเวณกว้างในภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะทางด้านฝั่งตะวันออกของทางภูมิภาคภาคเหนือ และพบว่ามีการกระจายและวางตัวอยู่เป็นชั้นต่อเนื่องกับหินชุดลำปาง (Lampang group) ที่มีช่วงอายุยุค Triassic-Jurassic ดังนั้น หินสีแดงชุดนี้จึงน่าจะมีอายุในยุค Jurassic มักจะพบรอยคดโค้งและรอยแตกในชั้นหินและหินถูกแรงบีบอัดจนชั้นหินวางตัวในแนวตั้ง เป็นหมวดหินที่มีการตกตะกอนของลำน้ำและสภาพของการตกตะกอนค่อนข้างแห้งแล้ง ดังนั้น หินในหมวดหินนี้จึงพบเป็นลักษณะหินสีแดง (red bed)

ลักษณะปฐพีวิทยา พื้นที่ลุ่มน้ำบริเวณสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน ดินส่วนใหญ่มีสภาพเป็นที่ลาดชันเชิงซ้อน (slope complex) ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะดินจัดอยู่ในหมู่ดิน red yellow podzolic soil ตามระบบการจำแนกดินแบบใหม่ของสหรัฐ (USDA soil taxonomy) ชุดดินเป็นดินหน่วยสัมพันธ์ของชุดดินท่ายาง/ลาดหญ้า (Tha Yang / Lat Ya series association) ประกอบด้วยหินแปรและหินชนวน ได้แก่ sandstone slate และ shale เป็นส่วนใหญ่ มีเนื้อดินหยาบปานกลาง (medium texture) เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นพวก sandy loam และ sandy clay loam และมักมีกรวดหินปะปนทั่วไปในเนื้อดิน สีของดินค่อนทางสีแดงหรือสีน้ำตาลเข้มเป็นส่วนใหญ่ โครงสร้างของดินเป็นแบบ block และ granular structure ซึ่งมักจะจับตัวกันแน่นทึบ ทำให้น้ำซึมผ่านได้ยาก มีโอกาสน้ำ ไหลบ่าหน้าดินได้ง่าย ดินระบายน้ำได้ดีปานกลาง แต่มีความสามารถในการเก็บกักน้ำไว้ได้ค่อนข้างต่ำ ชั้นของดินไม่ลึกมากนักปริมาณความชื้นที่สะสมไว้ในดินมีน้อย น้ำฝนที่ตกสู่พื้นที่ส่วนใหญ่จะถูกระบายออกสู่ลำธารอย่างรวดเร็ว

ลักษณะภูมิอากาศลักษณะอากาศทั่วไปบริเวณสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน อยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างเย็นและชุ่มชื้นปานกลาง ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นประจำและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เล็กน้อย ลักษณะภูมิอากาศแบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม และฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม ลักษณะท้องฟ้ามีเมฆมากในฤดูฝนช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน และมีเมฆน้อยในเดือนมกราคมถึงมีนาคม

ลักษณะทางอุทกวิทยา สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน มีลุ่มน้ำทดลองขนาด 9.25 ตารางกิโลเมตร หรือ 5,781 ไร่ เป็นภูเขาสูง มีทิวเขาทอดตัวตามแนวทิศเหนือ-ใต้ สูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 572.468 เมตร ซึ่งประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อยคือ ลุ่มน้ำวังปอ ลุ่มน้ำวังถ้ำ ลุ่มน้ำเลียงตาย ลุ่มน้ำต้นเปื๋อย - วังไฮ รวมกันเป็นลุ่มน้ำทดลองห้วยนาตอง ความลาดชันของลุ่มน้ำนาตองจะน้อยกว่าพื้นที่ลุ่มน้ำวังปอ และลุ่มน้ำเลียงตาย ความเร็วของน้ำในลุ่มน้ำห้วยวังปอและห้วยเลียงตายจึงสูงกว่า แต่ปริมาณน้ำน้อยกว่าลุ่มน้ำห้วยนาตอง รูปร่างของลุ่มน้ำเป็นแบบพัด (fan-shaped basin) ซึ่งมีแนวแกน (axis) อยู่ในแนวทิศตะวันออกเฉียงใต้ มีทิศทางลาดทั้งลุ่มน้ำทิศตะวันออกเฉียงใต้ ค่าสัมประสิทธิ์ของการแน่นตัว (compactness coefficient) ของลุ่มน้ำมีค่า 1.2917 ความลาดชันของลุ่มน้ำเฉลี่ยประมาณ 38.43 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะการระบายน้ำของลุ่มน้ำเป็นแบบ dendritic pattern มีความหนาแน่นของการระบายน้ำ (drainage density) ได้ 3.138 กิโลเมตร/ตารางกิโลเมตร ความลาดเอียงของลำธาร (stream profile) ประมาณ 6.4 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนความต่างระดับของลุ่มน้ำ 111.059 เมตร/ตารางกิโลเมตร ความหนาแน่นของลำธาร (stream density) 5.96 ลำธาร/ตารางกิโลเมตร

ตารางที่ 1 ลักษณะทางภูมิกายภาพของลุ่มน้ำสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

ลักษณะทางกายภาพ		หน่วย
1. พื้นที่	9.25	ตารางกิโลเมตร
2. ความยาวเส้นขอบเขตลุ่มน้ำ	15.25	กิโลเมตร
3. ความยาวลำน้ำทั้งหมด	34.20	กิโลเมตร
4. ระดับสูงสุด	852.0	เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง
5. ระดับต่ำสุด	380.0	เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง
6. ระดับ outlet	380.0	เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง
7. สัมประสิทธิ์ความกระชับของพื้นที่ลุ่มน้ำ	1.2917	
8. รูปร่างลุ่มน้ำ	0.603	
9. อัตราส่วนความต่างระดับของลุ่มน้ำ	111.059	เมตรต่อตารางกิโลเมตร
10. ความลาดชันเฉลี่ย	38.43	เปอร์เซ็นต์
11. ความสูงเฉลี่ย	572.468	เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง
12. ความหนาแน่นการระบายน้ำ	3.138	กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร
13. ความหนาแน่นลำธาร	5.96	จำนวนลำธารต่อตารางกิโลเมตร

9.2 ลักษณะพืชพรรณและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

พื้นที่ลุ่มน้ำทดลองของสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน สามารถจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

1) พื้นที่ป่าไม้ สภาพป่าในพื้นที่ประกอบด้วย ป่าเต็งรัง ป่าผสมผลัดใบ และป่าดิบแล้ง โดยส่วนใหญ่เป็นป่าผสมผลัดใบจะพบในที่ราบหรือตามเชิงเขา มีไม้ไผ่ขึ้นปะปนอยู่มีการบุกรุกแผ้วถางเพื่อเป็นพื้นที่ทำการเกษตร มีเนื้อที่ประมาณ 98.44 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ แบ่งออกเป็น

1.1) ป่าเต็งรัง (deciduous dipterocarp forest) พบในที่สูงขึ้นอยู่ทั่วไปตามสันเขา ดินไม่ลึกมากนักมีสีค่อนข้างแดง และมักมีหินโผล่ ลักษณะของป่าชนิดนี้เป็นป่าโปร่ง ต้นไม้มีขนาดเล็ก แคระแกรนและคดงอ เปอร์เซ็นต์การปกคลุมของเรือนยอดต่ำ พื้นป่าโปร่งไม่รกทึบ มีหญ้าชนิดต่าง ๆ ขึ้นอยู่ทั่วไป โดยเฉพาะ หญ้าเพ็ก พันธุ์ไม้เด่น ๆ ที่สำรวจพบในป่าชนิดนี้ได้แก่ ไม้เต็ง รัง เหียง และยาง เป็นต้น

1.2) ป่าผสมผลัดใบ (mixed deciduous forest) พบในที่ราบหรือตาม เชิงเขา ความลึกและความชื้นในดินมีมากกว่าป่าเต็งรัง เป็นป่าโปร่งประกอบด้วยต้นไม้ขนาดกลางเป็นส่วนใหญ่

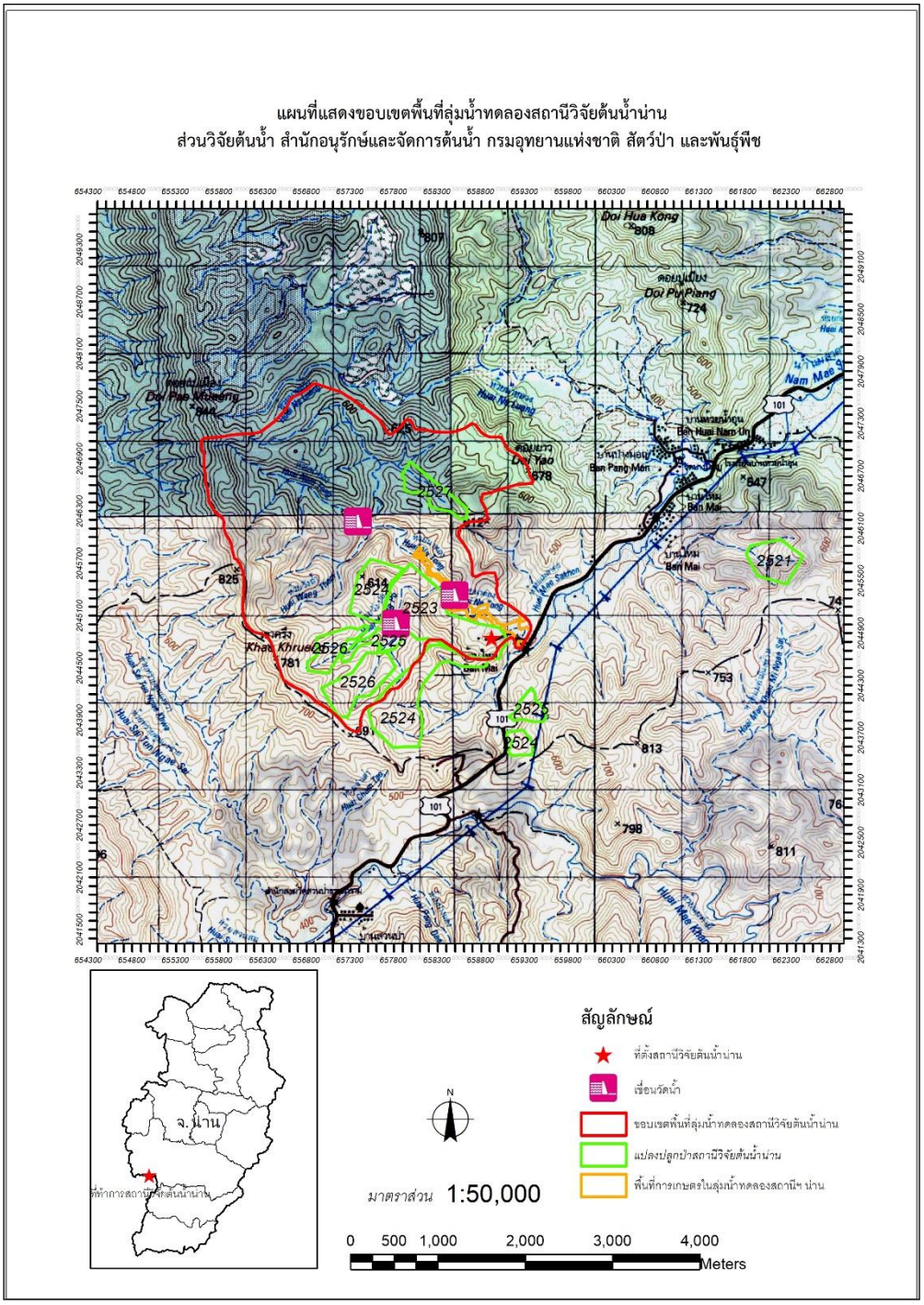
พื้นที่ป่าไม่รกทึบมีไม้ไผ่ชนิดต่าง ๆ ขึ้นปะปนอยู่ด้วยมาก ในฤดูแล้งพรรณไม้ต่าง ๆ จะผลัดใบทำให้มีไฟป่าเกิดขึ้นทุกปี มีพรรณไม้ต่าง ๆ หลากหลายชนิดเช่น ประดู่ มะค่าโมง ชิงชัน ตะแบก งิ้วป่า มะกอก สมอพิเภก พืชชั้นล่างมีพวกหญ้าและไม้ไผ่ชนิดต่าง ๆ เช่น ไผ่ป่า ไผ่บง ไผ่รวก ไผ่ไร่ เป็นต้น

1.3) ป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest) พบป่าชนิดนี้เพียงเล็กน้อยเท่านั้นซึ่งจะขึ้นอยู่ตามที่ราบริมห้วย พันธุ์ไม้ต่าง ๆ ที่พบ ได้แก่ ยางแดง ยางนา มะค่าโมง ปออีเก้ง เป็นต้น ส่วนพืชชั้นล่างก็มีพวก กล้วยป่า ขิง ข่า เฟิร์น เป็นต้น

1.4) สวนป่า (forest plantation) การปลูกสร้างสวนป่าฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำ เมื่อพื้นที่นี้ถูกกำหดให้เป็นลุ่มน้ำทดลองก็ได้ปลูกป่าในบริเวณไร่เลื่อนลอย โดยสถานีวิจัยต้นน้ำน่านดำเนินการปลูกสวนป่าเป็นแปลงแยกตามชนิดไม้ ได้แก่ แปลงปลูกยูคาลิปตัส แปลงปลูกสัก และแปลงปลูกประดู่ ดำเนินการปี พ.ศ. 2522 รวมจำนวนพื้นที่ทั้งสิ้น 1,400 ไร่ เพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม

2) พื้นที่การเกษตร (agriculture areas) การทำการเกษตรของชาวบ้านส่วนใหญ่จะทำไร่ข้าวโพด และมีบางส่วนทำสวนปาล์มน้ำมัน สวนยางพารา สวนไม้ผล เช่น ลำไย มะม่วง มะขาม เป็นต้น แต่มีน้อยราย จะพบตามเนินเขาเตี้ยๆ และที่ราบสองฝั่งลำห้วยกระจายตามลำห้วยนาตอง การทำนา จะพบบริเวณลำห้วยนาตอง ในปัจจุบันหันมาใช้ที่นาปลูกข้าวโพดแทน เนื่องจากมีน้ำไม่เพียงพอต่อการทำนา การใช้พื้นที่ในการเกษตรกรรมมีน้อย เพราะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเขาสูงชันไม่เหมาะในการเข้าไปทำการเกษตร โดยมีพื้นที่ประมาณ 1.19 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่

3) พื้นที่อยู่อาศัย/สำนักงานสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน มีพื้นที่ประมาณ 0.37 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่



ภาพที่ 1 ขอบเขตสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุธีระ และคณะ (2562) ได้ศึกษาการเจริญทดแทนตามธรรมชาติของพรรณไม้ท้องถิ่นภายหลังการฟื้นฟูด้วยการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัส บริเวณสวนป่าขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ พบว่า การฟื้นฟูพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมหรือพื้นที่เปิดโล่งให้กลับมาเป็นป่าด้วยพรรณไม้ต่างถิ่นโตเร็วที่มีประสิทธิภาพการเจริญทดแทนไม่ดี เช่น ยูคาลิปตัส (*Eucalytus camaldulensis*) และปล่อยให้มีการทดแทนตามธรรมชาติของพรรณไม้ท้องถิ่นจึงเป็นการย่นระยะเวลาในการฟื้นฟูระบบนิเวศสู่ป่าธรรมชาติได้รวดเร็วขึ้น ซึ่งพื้นที่ศึกษามีการปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 30 ปี และสามารถนำองค์ความรู้และชนิดพันธุ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบการฟื้นฟูที่เสื่อมโทรมที่มีปัจจัยสิ่งแวดล้อมใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษา

จันทร์จิรา และคณะ (2561) ได้ศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมไม้ป่าและการทดแทนกล้าไม้ในแปลงปลูกป่าฟื้นฟู ณ สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา พบว่า ในแปลงปลูกป่าฟื้นฟูเมื่อพิจารณาจากค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ ไม้รุ่น และกล้าไม้ ซึ่งแสดงให้เห็นทั้งมิติของความเด่น ความถี่ และความหนาแน่นของชนิดไม้ เพื่อปลูกเสริมให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการฟื้นฟู ควรเลือกชนิดกล้าไม้ที่มีช่วงความทนทานทางนิเวศวิทยา (ecological amplitude) ค่อนข้างสูง เช่น มะกอกเกลื้อน ขันทองพยาบาท เขลง แดง คอแลน แคหัวหมู เป็นต้น เมื่อเวลาผ่านไปสังคมของสังคมพืชในป่านั้นอาจกลับมาเป็นสังคมพืชป่าดิบแล้ง หรือ ไม่ได้กลับกลายเป็นป่าดิบแล้งเช่นเดิม แต่สามารถแปรเปลี่ยนสังคมพืชอื่นที่มีความเหมาะกับพื้นที่มากขึ้น และการฟื้นฟูป่าสามารถสำเร็จได้ต้องมีการศึกษาและเก็บข้อมูลในระยะยาว เพื่อปรับวิธีการศึกษาและเก็บข้อมูลในระยะยาวเพื่อให้ได้ผลสูงสุดของการฟื้นฟูป่า

ทิพย์กมล และคณะ (2561) ได้ศึกษาการกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกของป่าต้นน้ำ ที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน พบว่า การบุกรุกของป่าต้นน้ำที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ส่วนใหญ่เกิดจากประชาชนในพื้นที่ใช้พื้นที่ป่าในการทำเกษตรกรรม ไร่เลื่อนลอย ซึ่งเป็นสาเหตุที่ซับซ้อนยากต่อการคาดการณ์ นอกจากนี้ยังมีอีกหลายปัจจัยที่มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การบังคับใช้กฎหมาย จำนวนเจ้าหน้าที่ดูแลพื้นที่อาชีพของประชาชน เศรษฐกิจ ของชุมชน เป็นต้น เป็นปัจจัยที่จะต้องนำมาพิจารณาประกอบด้วยต่อไป

จรัส และคณะ (2545) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหลากชนิดของพรรณพืชและคุณสมบัติของดินในแปลงสักอายุต่างกัน ของสวนป่าแม่แฮด อำเภอหนองม่วงไข่ จังหวัดแพร่ โดยทำการศึกษาแปลงสัก อายุ 13, 18, 23, และ 43 ปี ของสวนป่า เปรียบเทียบกับป่าผสมผลัดใบที่มีไม้สัก พบว่า ไม้ยืนต้นที่มีดัชนีค่าความสำคัญ (IVI) สูงสุดในแปลงสักโดยมีค่า IVI ไม่น้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนป่าผสมผลัดใบที่มีไม้สักนั้นไม้ที่มีค่า IVI เท่ากับ 53.08 เปอร์เซ็นต์ อันดับสอง คือ ไม้สักมีค่า IVI 47.54 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณอินทรีวัตถุและไนโตรเจนดินบนของแปลงสักทุกอายุมี

ปริมาณมากกว่าป่าผสมผลัดใบ และปริมาณอินทรียวัตถุและไนโตรเจนในดินของแปลงสักมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อแปลงสักอายุมากขึ้น แปลงสักทุกอายุมีความคล้ายคลึงของพรรณพืชน้อยกว่าป่าผสมผลัดใบ ยิ่งแปลงสักอายุมากขึ้นความคล้ายคลึงของพรรณพืชในแปลงสักยิ่งน้อยกว่าในป่าผสมผลัดใบมากยิ่งขึ้น

ดอกรัก และคณะ (2546) ได้ศึกษาการรุกล้ำของพันธุ์ไม้ถาวรในป่าดงดิบแล้ง เข้าสู่สวนป่าปลูก ในป่าดงดิบแล้ง สวนป่ากระถินณรงค์ และยูคาลิปตัส พบว่า พันธุ์ไม้ถาวรในป่าดิบแล้งสามารถรุกเข้ามายึดครองพื้นที่สวนป่าได้ดีโครงสร้างของป่าดงดิบแล้งมีการเปลี่ยนน้อยมาก ซึ่งต่างกับสวนป่ากระถินณรงค์และยูคาลิปตัส มีความแตกต่างระหว่างอัตราการตายและเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีสูงมาก ดังนั้นการพิจารณาคัดเลือกชนิดพรรณพืชเพื่อใช้ในการปลูกสร้างสวนป่านั้น ต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือ 1) การเลือกชนิดที่ใช้ปลูกนั้นเพื่อเอื้อประโยชน์ในการพัฒนาสภาพพื้นที่เพื่อมุ่งถึงการทดแทนไปสู่ป่าดังเดิมของพื้นที่ตามธรรมชาติได้สูง หรือ 2) ต้องการชนิดที่ให้กำลังผลิตด้านเนื้อไม้เพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจ การตัดสินใจเลือกชนิดไม้ต่องานปลูกสร้างสวนป่า โดยหลักการที่ควรใช้ในการพิจารณาคือ (1) ความสามารถในการเจริญทดแทนตามธรรมชาติของชนิดไม้ที่ภายใต้เรือนยอดของตัวมันเองว่ามีความเป็นไปได้สูงหรือต่ำเมื่อเทียบกับพรรณพืชดั้งเดิมของถิ่น (2) ลักษณะรูปทรงของเรือนยอดซึ่งมีผลต่อการส่องผ่านของแสงสว่างลงสู่พื้นที่ (3) ลักษณะของพื้นที่ภายหลังการถูกบุกรุกทำลายว่าง่ายหรือยากต่อการฟื้นฟูสภาพป่า และ (4) ความยากง่ายต่อการย่อยสลายของซากพืชเพื่อประโยชน์ในการหมุนเวียนธาตุอาหารในดิน (nutrient cycling)

พงษ์ศักดิ์ (2542) ได้ศึกษาถึงความผันแปรของความหลากหลายชนิดของไม้ยืนต้นในป่าเต็งรังที่สะแกราช อันเนื่องมากจากความอุดมสมบูรณ์ของดิน ได้ใช้ข้อมูลการวิเคราะห์ความสำพันธ์ระหว่างดินกับพืชในป่าเต็งรังโดยใช้วิธี discriminant analysis ที่พบว่าความอุดมสมบูรณ์ของดินซึ่งวัดด้วยปริมาณอินทรีวัตถุและธาตุอาหารหลักที่สะสมอยู่ในดินลึกถึง 50 เซนติเมตร นั้นมีประสิทธิภาพต่อการวัดความคล้ายคลึงกันของหมู่ที่ได้รับ 2 กลุ่ม โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีปริมาณอินทรีวัตถุที่สะสมอยู่ในดินน้อย แต่มีแคลเซียมสะสมอยู่มากจะมีจำนวนชนิดของพรรณไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับสูงเพียงอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป มีความหลากชนิดของไม้ยืนต้น ความสม่ำเสมอของชนิด ความร่ำรวยของชนิด และความหนาแน่นของต้นไม้เพิ่มขึ้น ยกเว้นความเข้มข้นของความเด่นมากกว่าในกลุ่มที่มีปริมาณอินทรีวัตถุที่สะสมอยู่ในดินมากแต่มีแคลเซียมสะสมอยู่น้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่วัดด้วยปริมาณดังกล่าวนี้ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางด้านการเติบโตของต้นไม้ที่วัดด้วยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับสูงเพียงอกเฉลี่ย พื้นที่หน้าตัดรวมทั้งแปลงเฉลี่ย และปริมาณมวนชีวภาพเหนือพื้นดินรวมทั้งแปลงเฉลี่ยแต่อย่างใด

รัชนู และคณะ (2558) ได้ศึกษาการทดลองการพอกเมล็ดไม้ 4 ชนิด เพื่อใช้ในการฟื้นฟูป่า พบว่าการทดลองการพอกเมล็ดไม้ 4 ชนิดคือ พฤกษ์ (*Albizia lebbeck*) ถ่อน (*Albizia procera*) นนทรีป่า (*Peltophorum dasyrrhachis*) และประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) ในเรือนเพาะชำ พบว่า ถ่อน และพฤกษ์ เป็นชนิดไม้ที่มีความเป็นไปได้ในการใช้เทคนิคการพอกเมล็ดวิธีการนี้ก่อนนำไปปลูกฟื้นฟูระบบนิเวศป่าไม้ ในขณะที่นนทรีป่านั้นไม้เหมาะสมกับการพอกเมล็ดวิธีนี้ส่วนประดู่ป่าไม่เหมาะสมกับการพอกเมล็ดวิธีการนี้และการปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง อย่างไรก็ตามการพอกเมล็ดยังมีผลต่อการเพิ่มปริมาณการงอกของเมล็ดและการเติบโตภายหลังการงอกไม่ชัดเจนในบางชนิด ดังนั้นจึงต้องการการศึกษาเพิ่มเติมให้มากขึ้นในอนาคต

สุพล และคณะ (2556) ได้ศึกษาการทดแทนของสังคมพืชบริเวณป่าปลูก และป่าดิบแล้งทุติยภูมิ ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ ป่าหมวกเหล็ก-ทับกวาง จังหวัดสระบุรี พบว่า ป่าปลูกมีจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ยืนต้น 22 ชนิด ป่าดิบแล้งทุติยภูมิ 11 ชนิด และ ป่าดิบแล้ง 37 ชนิด ความหนาแน่นของไม้ยืนต้น ลูกไม้ และกล้าไม้ ของป่าปลูกมีค่า 493, 3,587 และ 51,667 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ป่าดิบแล้งทุติยภูมิ เท่ากับ 293, 2,200 และ 20,000 ต้นต่อแฮกแตร์ ตามลำดับ และ ป่าดิบแล้ง เท่ากับ 523, 5,040 และ 44,333 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่หน้าตัดป่าปลูกมีค่ามากที่สุด 19.63 ตารางแฮกแตร์ รองลงมาคือป่าดิบแล้ง และป่าดิบแล้งทุติยภูมิ ซึ่งมีแนวโน้มเหมือนกับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและปริมาตรที่ป่าปลูกค่ามากที่สุด คือ 103.75 ตันต่อเฮกแตร์ รองลงมา ได้แก่ ป่าดิบแล้งและป่าดิบทุติยภูมิ สำหรับความหลากหลายของชนิด (*H'*) จะพบว่าป่าดิบแล้งมีค่ามากที่สุด 3.91 และรองลงมาคือป่าปลูก และป่าดิบแล้งทุติยภูมิมีค่าเท่ากับ 2.44 และ 1.68 ตาลำดับ และเมื่อพิจารณาความคล้ายคลึงของสังคมพืชในภารวมพบว่าป่าปลูกมีความคล้ายคลึงกันกับป่าดิบแล้งมากกว่าป่าดิบแล้งทุติยภูมิ ดังนั้นควรให้มีการปลูกป่าเพื่อทำให้การเติบโตและผลผลิตที่เร็วขึ้นและยังสามารถเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นป่าเสื่อมโทรมได้อีกด้วย

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7
2. เข็มทิศ (hand compass)
3. เทปวัดระยะ (measuring tape)
4. เทปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter tape)
5. เครื่องมือวัดความสูงต้นไม้ (range finder)
6. เครื่องมือวัดระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (altimeter)
7. เครื่องมือระบุพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (global positioning system: GPS)
8. ชุดเก็บตัวอย่างดิน (soil core)
9. แผงอัดพรรณไม้ กระดาษฟาง และอุปกรณ์เก็บตัวอย่างพืช

สถานที่ศึกษา

ลุ่มน้ำแม่สาคร ตั้งอยู่บริเวณตำบลอ่ายนาไลย อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ตำแหน่งพิกัด UTM 47Q 658818 E และ 2044737 N อยู่ในลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำย่อยแม่น้ำน่านส่วนที่ 3 อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าน้ำสา และป่าแม่สาครฝั่งซ้าย มีพื้นที่ 10.899 ตารางกิโลเมตร ความลาดชันของลุ่มน้ำเฉลี่ยประมาณ 38.43 เปอร์เซ็นต์ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางระหว่าง 500 - 800 เมตร อุณหภูมิเฉลี่ยต่อปี 26.43 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1200 มิลลิเมตร (สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน, 2560) พื้นที่ป่าไม้ ส่วนใหญ่เป็นป่าผสมผลัดใบจะพบในที่ราบหรือตามเชิงเขามีไม้ไผ่ขึ้นปะปนกระจายตามความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 500 เมตร จึงมีการบุกรุกแผ้วถางเป็นที่ทำกินแล้วปล่อยทิ้งไว้เป็นไร่เลื่อนลอยมากกว่าชนิดอื่น ๆ ซึ่งปัจจุบันป่าชนิดนี้ยังเหลืออยู่ประมาณ 98.44 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ นอกจากนั้นในพื้นที่ที่ถูกบุกรุกบางส่วนได้มีการปลูกป่าฟื้นฟูจำนวนรวมพื้นที่ 1,400 ไร่ ในปีงบประมาณปี พ.ศ. 2522 โดยปลูกพืชหลายชนิดและได้แบ่งเป็นแปลงลักษณะการปลูกสร้างสวนป่า ได้แก่ แปลงปลูกประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) ประมาณ 500 ไร่ แปลงปลูกสัก (*Tectona grandis*) ประมาณ 600 ไร่ และ แปลงปลูกยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*) ประมาณ 300 ไร่ (สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน, 2560)

การวางแปลงตัวอย่างและเก็บข้อมูล

ทำการศึกษาการเจริญทดแทนของชนิดไม้ต้นในพื้นที่ปลูกป่าฟื้นฟูด้วยชนิดไม้เศรษฐกิจแตกต่างกัน บริเวณป่าต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน โดยการจำแนกพื้นที่แปลงปลูกป่าด้วยแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 และแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมประกอบ โดยแปลงปลูกป่าฟื้นฟูประกอบด้วย 1) แปลงปลูกประดู่ 2) แปลงปลูกสัก 3) แปลงปลูกยูคาลิปตัส และ 4) ป่าผสมผลัดใบตามธรรมชาติ (สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน, 2560) แล้วทำการวางแปลงตัวอย่าง ดังนี้

1. คัดเลือกบริเวณที่เป็นตัวแทนที่ดีของแต่ละสังคมพืชแล้วทำการวางแปลงตัวอย่าง แบบสุ่มเจาะจง (purposive sampling) ขนาด 20 เมตร x 20 เมตร จำนวน 5 แปลง ในแต่ละแปลงปลูกป่าและป่าผสมผลัดใบ รวมทั้งสิ้น 20 แปลง

2. เก็บข้อมูลด้านองค์ประกอบของชนิดพรรณพืชของไม้ต้นทุก ๆ แปลง โดยการบันทึกข้อมูลไม้ต้นทุกต้น ที่มีขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่ 1.30 เมตร (diameter at breast height, DBH) มากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร ภายในแปลงขนาด 20 เมตร x 20 เมตร

3. ทำการจำแนกชนิดโดยให้ระบุชนิดตาม สำนักหอพรรณไม้ (2557) สำหรับพรรณไม้ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้จะเก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง (specimens) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับตัวอย่างพรรณไม้แห้งมาตรฐานที่หอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (Bangkok forest herbarium: BKF)

4. เก็บข้อมูลดินโดยสุ่มขุดตัวอย่างดินภายในแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ทุกแปลง จำนวน 5 จุด ได้แก่ ตรงจุดศูนย์กลาง และมุมทั้ง 4 โดยเก็บแบบทำลายโครงสร้างดินแล้วทำการคลุกเคล้าตัวอย่างดินทั้ง 5 จุดให้เข้ากัน เพื่อวิเคราะห์หาอนุภาคดิน ได้แก่ อนุภาคดินทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) และธาตุอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ณ ห้องปฏิบัติการคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบชนิดพรรณพืช

ทำการวิเคราะห์ค่าเชิงปริมาณทางสังคมของไม้ใหญ่ โดยวิเคราะห์ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (importance value index, IVI) ตามวิธีการของ ดอกรัก และ อุทิศ (2552) โดยการคำนวณหาค่าความหนาแน่น ความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด และความถี่ พร้อมกับหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และความถี่สัมพัทธ์ โดยใช้สูตรดังนี้

1.1 ความหนาแน่น (density, D) คือ จำนวนต้นไม้ทั้งหมดของชนิดที่กำหนดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่างต่อหน่วยพื้นที่ที่ทำการสำรวจ

$$D_A = \frac{\text{จำนวนต้นทั้งหมดของชนิด A ที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง}}{\text{หน่วยพื้นที่ทั้งหมดของแปลงตัวอย่างที่สำรวจ}}$$

1.2 ความเด่น (dominance, Do) ใช้ค่าความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด (basal area, BA) คือ พื้นที่หน้าตัดของลำต้นไม้ชนิดที่กำหนด ที่ได้จากการวัดที่ระดับความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดินต่อหน่วยพื้นที่ที่ทำการสำรวจ

$$Do_A = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของไม้ชนิด A}}{\text{หน่วยพื้นที่ทั้งหมดของแปลงตัวอย่างที่สำรวจ}}$$

1.3 ความถี่ (frequency, F) คือ อัตราร้อยละของจำนวนแปลงตัวอย่างที่ปรากฏพันธุ์ไม้ชนิดที่กำหนดต่อจำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการสำรวจ

$$F_A = \frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่ไม้ชนิด A ปรากฏ}}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่สำรวจ}} \times 100$$

1.4 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชนิดไม้ (relative density, RD) คือ สัดส่วนของความหนาแน่นของชนิดไม้ที่ต้องการต่อค่าความหนาแน่นทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคม คิดเป็นค่าร้อยละ

$$RD_A = \frac{\text{ความหนาแน่นของไม้ชนิด A}}{\text{ความหนาแน่นของไม้ทุกชนิดในสังคม}} \times 100$$

1.5 ความเด่นสัมพัทธ์ของชนิดไม้ (relative dominance, RD) คือ ค่าสัดส่วนของความเด่นของชนิดไม้ที่ต้องการต่อค่าความเด่นทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคม คิดเป็นค่าร้อยละ

$$RDo_A = \frac{\text{ความเด่นของไม้ชนิด A}}{\text{ความเด่นของไม้ทุกชนิดในสังคม}} \times 100$$

1.6 ความถี่สัมพัทธ์ของชนิดไม้ (relative frequency, RF) คือ สัดส่วนของความถี่ของชนิดไม้ที่ต้องการต่อค่าความถี่ทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคม คิดเป็นค่าร้อยละ

$$RF_A = \frac{\text{ความถี่ของไม้ชนิด A}}{\text{ความถี่ของไม้ทุกชนิดในสังคม}} \times 100$$

1.7 ดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (importance value index, IVI) คือ ผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และความถี่สัมพัทธ์ ของชนิดไม้นั้นในสังคม ซึ่งหาได้จากสูตร

$$IVI_A = RD_A + RDo_A + RF_A$$

2. หาค่าดัชนีความหลากชนิด (species diversity index) โดยประยุกต์ใช้สมการของ Shannon – Wiener ดังนี้

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} (Pi \ln Pi)$$

เมื่อ H' = ค่าดัชนีความหลากชนิดของ Shannon – Wiener

S = จำนวนชนิดพืชพรรณ

Pi = สัดส่วนของจำนวนชนิดที่ i ต่อผลรวมของจำนวนทั้งหมดทุกชนิดในสังคม

3. หาค่าดัชนีความคล้ายคลึง (similarity index, IS_s) ของแต่ละสังคม โดยใช้สมการของ Sorrensen (1948) ดังนี้

$$IS_s = \frac{2W}{A + B} \times 100$$

เมื่อ IS_s = ดัชนีความคล้ายคลึง

W = ชนิดที่ปรากฏทั้งในสังคม A และ B

A = จำนวนชนิดที่ปรากฏทั้งหมดในสังคม A

B = จำนวนชนิดที่ปรากฏทั้งหมดในสังคม B

4. การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (stand clustering) เพื่อหาสังคมย่อยของแปลงฟื้นฟู โดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (IVI) ในแต่ละแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร มาใช้จำแนกสังคม (community classification) โดยประยุกต์ใช้หลักความคล้ายคลึงของ Sorensen (1948) ในการหาค่าความแตกต่างของสังคมพืช (dissimilarity) และใช้หลักการรวมกลุ่มตามวิธีของ Ward (Kent and Coker, 1994) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม PC-ORD Version 6 (McCune and Mefford, 2011)

5. การจัดลำดับ (ordination) วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบชนิดไม้กับปัจจัยดิน โดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญของไม้แต่ละชนิดในแต่ละแปลงขนาด 20 เมตร x 20 เมตร เป็นเมทริกหลัก (main matrix) และคุณสมบัติดิน ได้แก่ อนุภาคดินทราย อนุภาคดินทรายแป้ง อนุภาคดินเหนียว ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เป็นเมทริกรอง (second matrix) แล้วทำการจัดลำดับสังคมพืชตามแนวการลดหลั่นของปัจจัยแวดล้อม ด้วยวิธี Non-Metric Multidimensional Scaling (NMS) เนื่องจากข้อมูลเป็นแบบ Non-parametric วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม PC - ORD Version 6 (McCune and Mefford, 2011)

6. ทดสอบความแปรปรวนของคุณสมบัติดิน ได้แก่ อนุภาคดินทราย อนุภาคดินทรายแป้ง อนุภาคดินเหนียว ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม ในแต่ละหมู่ไม้ ด้วย ANOVA test ด้วยโปรแกรม SPSS version 14.0

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. ความหลากหลายและองค์ประกอบชนิดไม้ต้น

1.1 ป่าผสมผลัดใบ

พบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด 36 ชนิด 30 สกุล 19 วงศ์ ความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon-Weiner เท่ากับ 3.30 มีความหนาแน่น เท่ากับ 415 ต้นต่อเฮกแตร์ พรรณไม้ที่มีความหนาแน่นสูงสุด 10 ชนิดแรก ได้แก่ เปล้าหลวง (*Croton persimilis*) รัง (*Shorea siamensis*) เหมือดโลด (*Aporosa villosa*) เต็ง (*Shorea obtusa*) กาสามปีก (*Vitex peduncularis*) มะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum*) แดง (*Xylia xylocarpa*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) เพกา (*Oroxylum indicum*) และ แคหัวหมู (*Markhamia stipulata*) มีค่าเท่ากับ 40, 40, 35, 30, 20, 20, 15, 15, 15 และ 15 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ และมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 15.14 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ พรรณไม้ที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดสูงสุด 10 ชนิดแรก ได้แก่ แดง ตะแบกแดง (*Lagerstroemia calyculata*) กาสามปีก ประดู่ เต็ง เปล้าหลวง รัง เพกา แคหัวหมู และ มะกอกเกลื้อน มีค่าเท่ากับ 2.18, 1.50, 1.28, 1.24, 1.15, 1.05, 0.78, 0.73, 0.62 และ 0.55 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ พรรณไม้เด่นที่พิจารณาจากค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ เปล้าหลวง แดง ประดู่ กาสามปีก เต็ง รัง เหมือดโลด มะกอกเกลื้อน เพกา และ ตะแบกแดง มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 23.12, 21.30, 20.00, 19.85, 19.77, 18.08, 16.88, 13.40, 13.38 และ 12.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนชนิดอื่น ๆ ที่พบในสังคมมีลำดับค่าดัชนีความสำคัญลดหลั่นกันไป (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และ ดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในป่าผสมผลัดใบ

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
1	เปล้าหลวง	40	1.05	9.64	6.92	6.56	23.12
2	แดง	15	2.18	3.61	14.40	3.28	21.30
3	ประดู่	15	1.24	3.61	8.19	8.20	20.00
4	กาสามปีก	20	1.28	4.82	8.47	6.56	19.85
5	เต็ง	30	1.15	7.23	7.62	4.92	19.77
6	รัง	40	0.78	9.64	5.17	3.28	18.08

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
7	เหมือดโลด	35	0.53	8.43	3.53	4.92	16.88
8	มะกอกเกลื้อน	20	0.55	4.82	3.66	4.92	13.40
9	เพกา	15	0.73	3.61	4.84	4.92	13.38
10	ตะแบกแดง	5	1.50	1.20	9.89	1.64	12.74
11	แคหัวหมู	15	0.62	3.61	4.10	3.28	10.99
12	หมีเหม็น	10	0.14	2.41	0.92	3.28	6.61
13	เสลา	10	0.11	2.41	0.74	3.28	6.42
14	ก่อแพะ	5	0.50	1.20	3.32	1.64	6.17
15	กางขี้มอด	10	0.07	2.41	0.46	3.28	6.15
16	ปอเลียงมัน	10	0.05	2.41	0.33	3.28	6.02
17	มะกอก	5	0.44	1.20	2.90	1.64	5.75
18	โมกมัน	10	0.24	2.41	1.60	1.64	5.65
19	โมกหลวง	10	0.24	2.41	1.57	1.64	5.61
20	เก็ดดำ	5	0.27	1.20	1.76	1.64	4.60
21	คำหมอกหลวง	5	0.26	1.20	1.73	1.64	4.57
22	ตะแบกเปลือกบาง	10	0.07	2.41	0.49	1.64	4.54
23	เก็ดแดง	5	0.25	1.20	1.63	1.64	4.47
24	ปอเกล็ดแรด	10	0.02	2.41	0.12	1.64	4.17
25	พระเจ้าร้อยท่า	5	0.19	1.20	1.26	1.64	4.10
26	ตะคร้อ	5	0.17	1.20	1.13	1.64	3.97
27	ผาเสี้ยน	5	0.14	1.20	0.93	1.64	3.77
28	ช้างนาว	5	0.08	1.20	0.51	1.64	3.36
29	ฉนวน	5	0.07	1.20	0.43	1.64	3.28
30	ติ้วขน	5	0.06	1.20	0.39	1.64	3.23
31	ปอยาบ	5	0.04	1.20	0.24	1.64	3.09
32	มะขามป้อม	5	0.03	1.20	0.21	1.64	3.05

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
33	เสลาดำ	5	0.02	1.20	0.16	1.64	3.00
34	กระโดน	5	0.02	1.20	0.16	1.64	3.00
35	เต็งหนาม	5	0.02	1.20	0.12	1.64	2.97
36	จิก	5	0.02	1.20	0.11	1.64	2.95
	รวม	**415**	**15.14**	**100**	**100**	**100**	**300**

1.2 แปลงปลูกประดู่

พบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด 31 ชนิด 29 สกุล 20 วงศ์ ความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon-Weiner เท่ากับ 2.78 มีความหนาแน่น เท่ากับ 650 ต้นต่อเฮกแตร์ พรรณไม้ที่มีความหนาแน่นสูงสุด 10 ชนิดแรก ได้แก่ ประดู่ รัง เต็ง เพกา เก็ดดำ (*Dalbergia cultrata*) มะกอกเกลื้อน ก่อแพะ (*Quercus kerrii*) ซ้อ (*Gmelina arborea*) ฉนวน (*Dalbergia nigrescens*) และกาสามปีก มีค่าเท่ากับ 185, 60, 45, 40, 40, 40, 25, 15, 15 และ 15 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ และมีพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 23.43 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ พรรณไม้ที่มีพื้นที่หน้าตัดสูงสุด 10 ชนิดแรก ได้แก่ ประดู่ เต็ง กระบก (*Irvingia malayana*) มะกอก (*Spondias pinnata*) มะกอกเกลื้อน เพกา รัง รักใหญ่ (*Gluta usitata*) ฉนวน และ เม่าไข่ปลา (*Antidesma ghaesembilla*) มีค่าเท่ากับ 10.23, 2.27, 1.56, 1.03, 0.96, 0.89, 0.87, 0.77, 0.75 และ 0.57 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ พรรณไม้เด่นที่พิจารณาจากค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ ประดู่ เต็ง เพกา รัง เก็ดดำ มะกอกเกลื้อน ซ้อ ฉนวน กระบก และ กาสามปีก มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 82.14, 18.62, 15.97, 14.97, 14.49, 14.24, 9.80, 9.51, 9.44 และ 8.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนชนิดอื่น ๆ ที่พบในสังคมมีลำดับค่าดัชนีความสำคัญลดหลั่นกันไป (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และ ดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในแปลงปลูกประดู่

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
1	ประดู่	185	10.23	28.46	43.68	10	82.14
2	เต็ง	45	2.27	6.92	9.70	2	18.62
3	เพกา	40	0.89	6.15	3.81	6	15.97
4	รัง	60	0.87	9.23	3.73	2	14.97
5	เก็ดดำ	40	0.55	6.15	2.34	6	14.49
6	มะกอกเกลื้อน	40	0.96	6.15	4.09	4	14.24
7	ซ้อ	15	0.35	2.31	1.50	6	9.80
8	ฉนวน	15	0.75	2.31	3.20	4	9.51
9	กระบก	5	1.56	0.77	6.67	2	9.44
10	กาสามปีก	15	0.50	2.31	2.12	4	8.43
11	กระพี้จั่น	10	0.18	1.54	0.78	6	8.32
12	ปอยาบ	15	0.25	2.31	1.05	4	7.35
13	ก่อแพะ	25	0.34	3.85	1.45	2	7.29
14	มะกอก	5	1.03	0.77	4.41	2	7.18
15	พลับพลา	15	0.20	2.31	0.85	4	7.16
16	กางขี้มอด	15	0.19	2.31	0.83	4	7.14
17	รักใหญ่	5	0.77	0.77	3.31	2	6.08
18	ตะแบกแดง	10	0.05	1.54	0.23	4	5.77
19	พระเจ้าร้อยท่า	15	0.21	2.31	0.90	2	5.20
20	เม่าไข่ปลา	5	0.57	0.77	2.42	2	5.19
21	คำมอกหลวง	15	0.17	2.31	0.73	2	5.04
22	เหมือดโลด	10	0.04	1.54	0.17	2	3.70
23	โมกหลวง	5	0.20	0.77	0.84	2	3.61
24	ผ่าเสี้ยน	5	0.10	0.77	0.42	2	3.19

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
25	เปล้าหลวง	5	0.06	0.77	0.27	2	3.04
26	ขางหัวหมู	5	0.04	0.77	0.15	2	2.92
27	ช้างน้าว	5	0.03	0.77	0.15	2	2.92
28	งิ้วป่า	5	0.02	0.77	0.06	2	2.83
29	จิกน้ำ	5	0.01	0.77	0.06	2	2.83
30	กัดลิ้น	5	0.01	0.77	0.04	2	2.81
31	สมอไทย	5	0.01	0.77	0.04	2	2.81
	รวม	**650**	**23.43**	**100**	**100**	**100**	**300**

1.3 แปลงปลูกสัก

พบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด 33 ชนิด 32 สกุล 18 วงศ์ ความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon-Weiner เท่ากับ 2.71 มีความหนาแน่นเท่ากับ 675 ต้นต่อเฮกแตร์ พรรณไม้ที่มีความหนาแน่นสูงสุด 10 ชนิดแรก ได้แก่ สัก (*Tectona grandis*) ประดู่ ซ้อ กระทุ่มเนิน (*Mitragyna rotundifolia*) เก็ดดำ กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana*) ปอยาบ (*Colona flagrocarpa*) เปล้าหลวง พลับพลา (*Microcos paniculate*) และ เพกา มีค่าเท่ากับ 205, 65, 55, 50, 35, 35, 25, 25, 20 และ 15 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ และมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 22.22 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ พรรณไม้ที่มีพื้นที่หน้าตัดสูงสุด 10 ชนิดแรก ได้แก่ สัก ซ้อ ประดู่ งิ้วป่า (*Bombax anceps*) หมีเหม็น (*Litsea glutinosa*) ส้มกบ (*Hymenodictyon orixense*) แคหัวหมู เก็ดดำ กระทุ่มเนิน และ ปอยาบ มีค่าเท่ากับ 8.45, 3.42, 3.32, 2.16, 0.75, 0.70, 0.59, 0.54, 0.36 และ 0.26 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ พรรณไม้เด่นที่พิจารณาจากค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ สัก ประดู่ ซ้อ กระทุ่มเนิน เก็ดดำ งิ้วป่า กระพี้จั่น ปอยาบ เปล้าหลวง และ พลับพลา มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 76.74, 31.22, 28.53, 14.03, 12.60, 12.12, 11.32, 9.88, 9.11 และ 8.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนชนิดอื่น ๆ ที่พบในสังคมมีลำดับค่าดัชนีความสำคัญลดหลั่นกันไป (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และ ดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในแปลงปลูกสัก

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
1	สัก	205	8.45	30.37	38.03	8.33	76.74
2	ประดู่	65	3.32	9.63	14.93	6.67	31.22
3	ซ้อ	55	3.42	8.15	15.38	5.00	28.53
4	กระทุ่มเนิน	50	0.36	7.41	1.62	5.00	14.03
5	เก็ดดำ	35	0.54	5.19	2.41	5.00	12.60
6	งิ้วป่า	5	2.16	0.74	9.72	1.67	12.12
7	กระพี้จั่น	35	0.25	5.19	1.13	5.00	11.32
8	ปอยาบ	25	0.26	3.70	1.18	5.00	9.88
9	เปล้าหลวง	25	0.09	3.70	0.41	5.00	9.11
10	พลับพลา	20	0.22	2.96	1.01	5.00	8.97
11	เพกา	15	0.07	2.22	0.31	5.00	7.53
12	ฉนวน	15	0.18	2.22	0.80	3.33	6.35
13	หมีเหม็น	5	0.75	0.74	3.37	1.67	5.78
14	ตะเคียนหนู	15	0.05	2.22	0.21	3.33	5.77
15	ส้มกบ	5	0.70	0.74	3.13	1.67	5.54
16	แคหัวหมู	5	0.59	0.74	2.64	1.67	5.04
17	จิกน้ำ	10	0.03	1.48	0.13	3.33	4.95
18	ตะคร้อ	10	0.02	1.48	0.10	3.33	4.91
19	ขางหัวหมู	5	0.19	0.74	0.86	1.67	3.27
20	คูน	5	0.14	0.74	0.61	1.67	3.02
21	โมกมัน	5	0.08	0.74	0.34	1.67	2.75
22	งิ้วแดง	5	0.06	0.74	0.27	1.67	2.67
23	กัดลิ้น	5	0.06	0.74	0.26	1.67	2.67
24	กระเบาน้ำ	5	0.06	0.74	0.26	1.67	2.66

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
25	โมกหลวง	5	0.05	0.74	0.21	1.67	2.62
26	ตะแบกแดง	5	0.03	0.74	0.15	1.67	2.56
27	กางขี้มอด	5	0.03	0.74	0.12	1.67	2.53
28	มะเดื่ออุทุมพร	5	0.03	0.74	0.11	1.67	2.52
29	รัง	5	0.02	0.74	0.09	1.67	2.50
30	ปออีเก้ง	5	0.01	0.74	0.07	1.67	2.47
31	ปอเลียงมัน	5	0.01	0.74	0.05	1.67	2.46
32	เหมือดโลด	5	0.01	0.74	0.05	1.67	2.45
33	กะเจียน	5	0.01	0.74	0.04	1.67	2.45
	รวม	**675**	**22.22**	**100**	**100**	**100**	**300**

1.4 แปลงปลูกยูคาลิปตัส

พบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด 29 ชนิด 27 สกุล 19 วงศ์ ความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon-Weiner เท่ากับ 2.58 มีความหนาแน่นเท่ากับ 640 ต้นต่อเฮกแตร์ พรรณไม้ที่มีความหนาแน่นสูงสุด 10 ชนิดแรก ได้แก่ ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*) ประดู่ มะม่วงป่า (*Mangifera caloneura*) เต็ง มะกอกเกลื้อน เปล้าหลวง ตะแบกเปลือกบาง (*Lagerstroemia duperreana*) ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*) เพกา และ กางขี้มอด (*Albizia odoratissima*) มีค่าเท่ากับ 160, 140, 65, 40, 25, 20, 20, 15, 10 และ 10 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ และมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 15.54 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ พรรณไม้ที่มีพื้นที่หน้าตัดสูงสุด 10 ชนิดแรก ได้แก่ ยูคาลิปตัส ประดู่ มะม่วงป่า ยางเหียง (*Morinda coreia*) เต็ง เพกา กางขี้มอด ก่อแพะ มะกอกเกลื้อน และ ขางหัวหมู (*Miliusa velutina*) มีค่าเท่ากับ 6.12, 4.66, 1.56, 0.54, 0.39, 0.32, 0.31, 0.31, 0.25 และ 0.17 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ พรรณไม้เด่นที่พิจารณาจากค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ ยูคาลิปตัส ประดู่ มะม่วงป่า เต็ง เปล้าหลวง มะกอกเกลื้อน ตะแบกเปลือกบาง เพกา กางขี้มอด และ ยางเหียง มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 75.20, 60.47, 24.51, 13.09, 10.04, 9.81, 8.36, 7.95, 7.87 และ 7.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนชนิดอื่น ๆ ที่พบในสังคมมีลำดับค่าดัชนีความสำคัญลดหลั่นกันไป (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และ ดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในแปลงปลูกยูคาลิปตัส

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
1	ยูคาลิปตัส	160	6.12	25.00	39.39	10.81	75.20
2	ประดู่	140	4.66	21.88	29.95	8.65	60.47
3	มะม่วงป่า	65	1.56	10.16	10.03	4.32	24.51
4	เต็ง	40	0.39	6.25	2.51	4.32	13.09
5	เปล้าหลวง	20	0.07	3.13	0.42	6.49	10.04
6	มะกอกเกลื้อน	25	0.25	3.91	1.58	4.32	9.81
7	ตะแบกเปลือกบาง	20	0.14	3.13	0.91	4.32	8.36
8	เพกา	10	0.32	1.56	2.06	4.32	7.95
9	กางขี้มอด	10	0.31	1.56	1.99	4.32	7.87
10	ยางเหียง	10	0.54	1.56	3.46	2.16	7.18
11	ขางหัวหมู	10	0.17	1.56	1.12	4.32	7.01
12	เก็ดดำ	10	0.04	1.56	0.28	4.32	6.17
13	ตะแบกแดง	10	0.02	1.56	0.14	4.32	6.03
14	ก่อแพะ	5	0.31	0.78	1.98	2.16	4.93
15	ปอยาบ	10	0.17	1.56	1.09	2.16	4.81
16	ตะคร้อ	15	0.04	2.34	0.23	2.16	4.73
17	พลับพลา	10	0.14	1.56	0.88	2.16	4.61
18	ยอป่า	10	0.05	1.56	0.32	2.16	4.04
19	ติ้วขน	10	0.05	1.56	0.31	2.16	4.03
20	กะเจียน	5	0.04	0.78	0.25	2.16	3.19
21	ช้างนาว	5	0.03	0.78	0.16	2.16	3.10
22	คูน	5	0.02	0.78	0.16	2.16	3.10
23	สมอไทย	5	0.02	0.78	0.16	2.16	3.10
24	มะกอก	5	0.02	0.78	0.15	2.16	3.10

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
25	เม่าไข่ปลา	5	0.02	0.78	0.12	2.16	3.06
26	เหมือดโลด	5	0.02	0.78	0.11	2.16	3.06
27	ส้มกบ	5	0.01	0.78	0.07	2.16	3.02
28	ตับเต่าต้น	5	0.01	0.78	0.06	2.16	3.01
29	กระบก	5	0.01	0.78	0.09	0.54	1.42
	รวม	**640**	**15.54**	**100**	**100**	**100**	**300**

เมื่อพิจารณาความหนาแน่นและขนาดพื้นที่หน้าตัดพบว่าป่าผสมผลัดใบมีค่าต่ำสุดเนื่องจากในอดีตพื้นที่แห่งนี้มีการทำไม้และถูกรบกวนอย่างรุนแรงมาก่อน (สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน, 2560) จนทำให้ป่าบริเวณนี้มีสภาพเป็นป่ารุ่นสอง (secondary forest) เห็นได้จากการที่ปรากฏชนิดไม้เบิกนำโดยเฉพาะเปล้าหลวง เข้ามาเป็นชนิดไม้ที่มีความสำคัญอันดับหนึ่งและมีค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon – Wiener ค่อนข้างสูง ซึ่งเป็นลักษณะของสังคมพืชของป่ารุ่นสอง (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552) แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะแปลงปลูกป่ากลับพบว่าแปลงปลูกยูคาลิปตัสปรากฏค่าความหนาแน่น ขนาดพื้นที่หน้าตัด และค่าดัชนีความหลากชนิดของ Shannon – Wiener น้อยกว่าแปลงปลูกประดู่และแปลงปลูกสัก (ตารางที่ 6) นั่นอาจเป็นเพราะว่ายูคาลิปตัสซึ่งเป็นชนิดไม้ต่างถิ่นและเป็นพืชที่สามารถหลั่งสารปฏิปักษ์ในราก (Singh and Thakur, 2016) จึงอาจมีผลต่อการยับยั้งการตั้งตัวของพืชชนิดอื่น ๆ ได้ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อแปลงปลูกดังกล่าวถูกปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลานานย่อมสามารถส่งผลให้ไม้ชนิดดั้งเดิมตั้งตัวได้แม้ว่ามีความหลากชนิดน้อยกว่าสังคมพืชในแปลงปลูกสักและแปลงปลูกประดู่ก็ตาม สอดคล้องกับการศึกษาของ สุธีระ และคณะ (2562) ที่พบว่าแปลงปลูกยูคาลิปตัสบริเวณป่าสวนป่าขุนหาญ จังหวัดศรีษะเกษ สามารถส่งเสริมให้ชนิดไม้ดั้งเดิมเข้ามาตั้งตัวได้จนมีลักษณะคล้ายกับป่าดิบแล้ง ในขณะที่ สัก และ ประดู่ เป็นไม้พื้นถิ่น (native species) และเป็นไม้ดัชนีของป่าผสมผลัดใบ (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552) จึงทำให้สามารถเจริญเติบโตและส่งเสริมให้ไม้ชนิดอื่นเข้ามาตั้งตัวในพื้นที่ได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะ ประดู่ ซึ่งเป็นชนิดไม้สำคัญของทุกสังคมพืชในพื้นที่ศึกษาแสดงว่าไม้ชนิดนี้ตั้งตัวได้ดีที่สุด นั่นอาจเป็นเพราะประดู่มีความสามารถในการกระจายเมล็ด (seed dispersal) โดยลมจึงสามารถกระจายพันธุ์ได้ระยะไกล (Koonkhunthod et al., 2007) และสามารถตั้งตัวได้อย่างรวดเร็วในพื้นที่ที่ถูกรบกวน (Asanok et al., 2020) อย่างไรก็ตามค่าดัชนีความ

เด่นของชนิดของ Simpson ของแปลงปลูกป่าของไม้ทั้งสามชนิดมีค่าสูงกว่าป่าธรรมชาตินั่นเป็นเพราะชนิดไม้ที่ปลูกยังมีความเด่นในพื้นที่อยู่นั่นเอง (Thukral et al., 2019)

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบลักษณะทางสังคมพืช ได้แก่ ป่าผสมผลัดใบ (MDF) แปลงปลูกประดู่ (PMP) แปลงปลูกสัก (TGP) และแปลงปลูกยูคาลิปตัส (ECP) ในพื้นที่แปลงปลูกป่าฟื้นฟู บริเวณป่าต้นน้ำแม่สาคร

ลักษณะทางสังคม	MDF	PMP	TGP	ECP
จำนวนชนิด	36	31	33	29
จำนวนสกุล	30	29	32	27
จำนวนวงศ์	19	20	18	19
ความหนาแน่น (ต้น/เฮกแตร์)	415	650	675	640
พื้นที่หน้าตัด (ตร.ม./เฮกแตร์)	15.14	23.43	22.22	15.54
Shannon index (*H'*)	3.30	2.78	2.71	2.58

2. การจัดกลุ่มหมู่ไม้และดัชนีความคล้ายคลึง

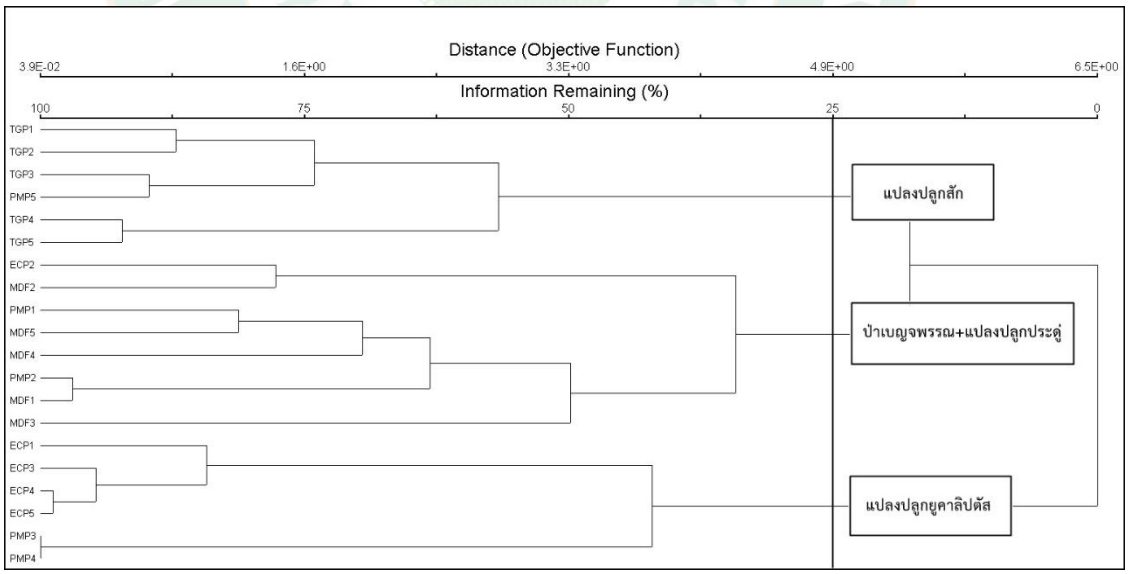
การจำแนกสังคมพืชโดยการจัดกลุ่มหมู่ไม้ (cluster analysis) ที่ระดับความคล้ายคลึง 25 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบ่งกลุ่มสังคมพืชออกเป็น 3 สังคมย่อย ได้แก่ 1) แปลงปลูกสัก 2) ป่าผสมผลัดใบและแปลงปลูกประดู่ และ 3) แปลงปลูกยูคาลิปตัส แสดงว่าแปลงปลูกประดู่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับป่าผสมผลัดใบ รองลงมาเป็นแปลงปลูกสัก ส่วนแปลงปลูกยูคาลิปตัสมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นมากที่สุด (ภาพที่ 2) สอดคล้องกับดัชนีความคล้ายคลึง พบว่า ป่าปลูกฟื้นฟูที่ปลูกด้วยไม้ประดู่กับป่าผสมผลัดใบ มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงกับป่าธรรมชาติมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 63.64 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ แปลงปลูกประดู่กับแปลงปลูกยูคาลิปตัส แปลงปลูกประดู่กับแปลงปลูกสัก แปลงปลูกสักกับป่าผสมผลัดใบ ยูแปลงปลูกคาลิปตัสกับป่าผสมผลัดใบ และแปลงปลูกสักกับแปลงปลูกยูคาลิปตัส มีค่าเท่ากับ 56.67, 56.25, 50.00, 50.00 และ 45.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7) นอกจากนั้นยังพบว่าชนิดไม้ที่เข้ามาเจริญทดแทนได้ดีเนื่องจากเป็นชนิดไม้ที่มีความสำคัญในระดับต้น ๆ ของแปลงปลูกป่าฟื้นฟู ได้แก่ แดง (*Xylia xylocarpa*) มะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum*) เก็ดดำ (*Dalbergia cultrata*) ตะแบกเปลือกบาง (*Lagerstroemia duperreana*) เพกา (*Oroxylum indicum*) ตะแบกแดง (*Lagerstroemia calyculata*) ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*) และคูน (*Cassia fistula*) เป็นต้น

แสดงว่าในพื้นที่ศึกษาการฟื้นฟูป่าด้วยการปลูกประดู่สามารถชักนำให้ชนิดไม้อื่น ๆ ในป่าผสมผลัดใบเข้ามาตั้งตัวในพื้นที่ได้มากกว่าการปลูก สัก และ ยูคาลิปตัส นั่นอาจเป็นเพราะประดู่มีเรือนยอดโปร่งมากกว่าสักจึงส่งผลให้ชนิดไม้ในป่าผสมผลัดใบซึ่งเป็นชนิดไม้ที่ต้องการแสง (light

demanding species) สำหรับการตั้งตัว (Marod et al., 1999) เข้ามาตั้งตัวในพื้นที่ได้มากกว่าแปลงปลูกสัก ส่วนแปลงปลูกยูคาลิปตัสแม้ว่าจะมีเรือนยอดโปร่งเช่นเดียวกับประดู่แต่ใบของยูคาลิปตัสมีสารเคลือบ (wax) จึงเป็นเหตุให้ใบมีการย่อยสลายช้าทำให้ปกคลุมหน้าดินเป็นชั้นหนาส่งผลให้ส่วนสืบพันธุ์คือเมล็ดของไม้ชนิดอื่นตั้งตัวได้ช้า (Guo and Sim, 2002) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Marod et al. (2003) ที่รายงานว่าแปลงพื้นฟูป่าบริเวณสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา พลวัตของลูกไม้และกล้าไม้ของแปลงปลูกฟื้นฟูด้วยไม้ยูคาลิปตัสมีอัตราการเพิ่มพูนค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงปลูกฟื้นฟูด้วยกระถินณรงค์ และป่าธรรมชาติ จึงเป็นสาเหตุให้แปลงฟื้นฟูด้วยไม้ชนิดนี้มีการฟื้นตัวกลับมาเป็นป่าดั้งเดิมได้ค่อนข้างช้า

ตารางที่ 7 ดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างแปลงปลูกสัก (TGP) แปลงปลูกประดู่ (PMP) แปลงปลูกยูคาลิปตัส (ECP) และป่าผสมผลัดใบ (MDF) ในพื้นที่แปลงปลูกป่าฟื้นฟู บริเวณป่าต้นน้ำแม่สาคร

สังคมพืช	**MDF**	**PMP**	**TGP**	**EUP**
MDF	100	63.64	50	50
PMP		100	56.25	56.67
TGP			100	45.16
EUP				100



ภาพที่ 2 การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (cluster analysis) ได้แก่ ป่าผสมผลัดใบ (MDF) แปลงปลูกประดู่ (PMP) แปลงปลูกสัก (TGP) และแปลงปลูกยูคาลิปตัส (ECP) ในพื้นที่แปลงปลูกป่าฟื้นฟู บริเวณป่าต้นน้ำแม่สาคร

3. สมบัติดิน

พบว่า ป่าผสมผลัดใบมีการสะสมอินทรียวัตถุมากกว่าแปลงปลูกป่าฟื้นฟูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) รองลงมา ได้แก่ แปลงปลูกสัก และแปลงปลูกประดู่ ส่วนแปลงปลูกยูคาลิตัสมีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยที่สุด ส่วนโพแทสเซียม และ แคลเซียม มีปริมาณมากในพื้นที่ป่าผสมผลัดใบ แปลงปลูกสัก และแปลงปลูกประดู่ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแปลงปลูกยูคาลิปตัส (p<0.05) ส่วนฟอสฟอรัสพบมากในพื้นที่แปลงปลูกประดู่ รองลงมา ได้แก่ แปลงปลูกสัก และป่าผสมผลัดใบ ส่วนแปลงปลูกยูคาลิปตัสมีปริมาณน้อยที่สุด (p<0.05) ในขณะที่แมกนีเซียม พบมากที่สุดในแปลงปลูกสัก รองลงมา ได้แก่ แปลงปลูกประดู่ และป่าผสมผลัดใบ พบน้อยสุดในแปลงปลูกยูคาลิปตัส (p<0.01) ส่วนอนุภาคดินและค่า pH พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8)

จากผลข้างต้นแสดงว่าธาตุอาหารส่วนใหญ่มีการสะสมในดินของแปลงปลูกสักและแปลงปลูกประดู่ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับป่าผสมผลัดใบ ในขณะที่แปลงปลูกยูคาลิปตัสมีการสะสมธาตุอาหารในดินน้อยที่สุด ในขณะที่อนุภาคดินเหนียว ดินทราย และ ดินทรายแป้งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ อาจเป็นเพราะวัตถุต้นกำเนิดดินในแต่ละแปลงปลูกป่าฟื้นฟูมีความคล้ายคลึงกันแต่การสะสมธาตุอาหารที่แตกต่างกันนั้นอาจมาจากการย่อยสลายของซากพืชที่แตกต่างกัน (Xiaogai et al., 2013) การที่แปลงปลูกยูคาลิปตัสมีการสะสมธาตุอาหารในดินน้อยนั้น เนื่องจากในระยะแรก ๆ ของการปลูกใบของยูคาลิปตัสที่ร่วงหล่นลงสู่พื้นดินมีการย่อยสลายได้ช้าจนปกคลุมหน้าดินจึงเป็นตัวกีดกั้นการย่อยสลายของซากพืชนิดอื่นด้วย ในขณะที่ยูคาลิปตัสซึ่งเป็นไม้โตเร็วมีความต้องการธาตุอาหารในดินเป็นจำนวนมากสำหรับการเจริญเติบโต จึงส่งผลให้ดินในพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสมีการสะสมธาตุอาหารได้น้อย (Guo and Sim, 2002) สอดคล้องกับรายงานของ Marod et al. (2003) กล่าวว่าในแปลงปลูกยูคาลิปตัสในระยะแรกนั้นมีธาตุอาหารในดินลดลงเนื่องจากยูคาลิปตัสเป็นไม้โตเร็วจึงดึงดูดธาตุอาหารในดินไปใช้เป็นจำนวนมาก แต่เมื่อปล่อยแปลงปลูกยูคาลิปตัสทิ้งไว้ให้มีการทดแทนตามธรรมชาติเป็นเวลานานมีการตั้งตัวของชนิดไม้พื้นถิ่นเพิ่มมากขึ้นซากพืชของไม้เหล่านี้สามารถช่วยให้ธาตุอาหารในดินเพิ่มขึ้นจนกลับมาสู่สภาพปกติ ประกอบกับเมื่อยูคาลิปตัสโตเต็มที่แล้วมักใช้ปริมาณธาตุอาหารน้อยลง

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมบัติดิน (Mean±SD) ได้แก่ อนุภาคดินทราย (sand, %) และอนุภาคดินทรายแป้ง (silt, %) และ อนุภาคดินเหนียว (clay, %) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM,%) ไนโตรเจน (N, %) ฟอสฟอรัส (P, mg/kg) โพแทสเซียม (K, mg/kg) แคลเซียม (Ca, mg/kg) แมกนีเซียม (Mg, mg/kg) ภายในพื้นที่ป่าผสมผลัดใบ (MDF) แปลงปลูกประดู่ (PMP) แปลงปลูกสัก (TGP) และแปลงปลูกยูคาลิปตัส (ECP) บริเวณป่าต้นน้ำแม่สาคร

Soil	MDF	PTP	TGP	ECP	Sig
Sand	36.80 ± 4.24	39.70 ± 12.46	38.20 ± 7.94	41.10 ± 5.70	NS
Silt	26.20 ± 1.78	29.80 ± 6.90	27.00 ± 5.78	26.00 ± 2.91	NS
Clay	36.60 ± 3.46	30.40 ± 6.05	34.60 ± 4.58	32.60 ± 4.06	NS
pH	5.28 ± 0.42	5.51 ± 0.37	5.61 ± 0.24	5.11 ± 0.20	NS
OM	6.19 ± 1.26^{a}	5.17 ± 1.45^{ab}	4.05 ± 0.98^{ab}	3.67 ± 0.85^{b}	**
N	0.22 ± 0.08	0.17 ± 0.04	0.19 ± 0.02	0.14 ± 0.01	NS
P	7.76 ± 3.02^{ab}	12.31 ± 10.12^{a}	8.78 ± 9.35^{ab}	4.43 ± 0.79^{b}	*
K	80.91 ± 16.99^{a}	99.88 ± 70.02^{a}	85.85 ± 24.11^{a}	60.56 ± 14.38^{b}	*
Ca	560.92 ± 70.17^{a}	527.96 ± 68.84^{a}	584.16 ± 43.90^{a}	135.59 ± 60.16^{b}	*
Mg	177.83 ± 45.08^{b}	182.42 ± 30.05^{b}	214.61 ± 20.62^{a}	126.58 ± 20.87^{c}	**

หมายเหตุ: NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (non-significant)

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.01$)

*** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.001$)

4. การจัดลำดับความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืชกับปัจจัยดิน

การจัดลำดับสังคมพืชกับความแปรผันของปัจจัยดินด้วยวิธี NMS พบว่า สังคมพืชสามารถแบ่งพรรณไม้ออกได้เป็น 3 กลุ่ม (ภาพที่ 3) ได้แก่

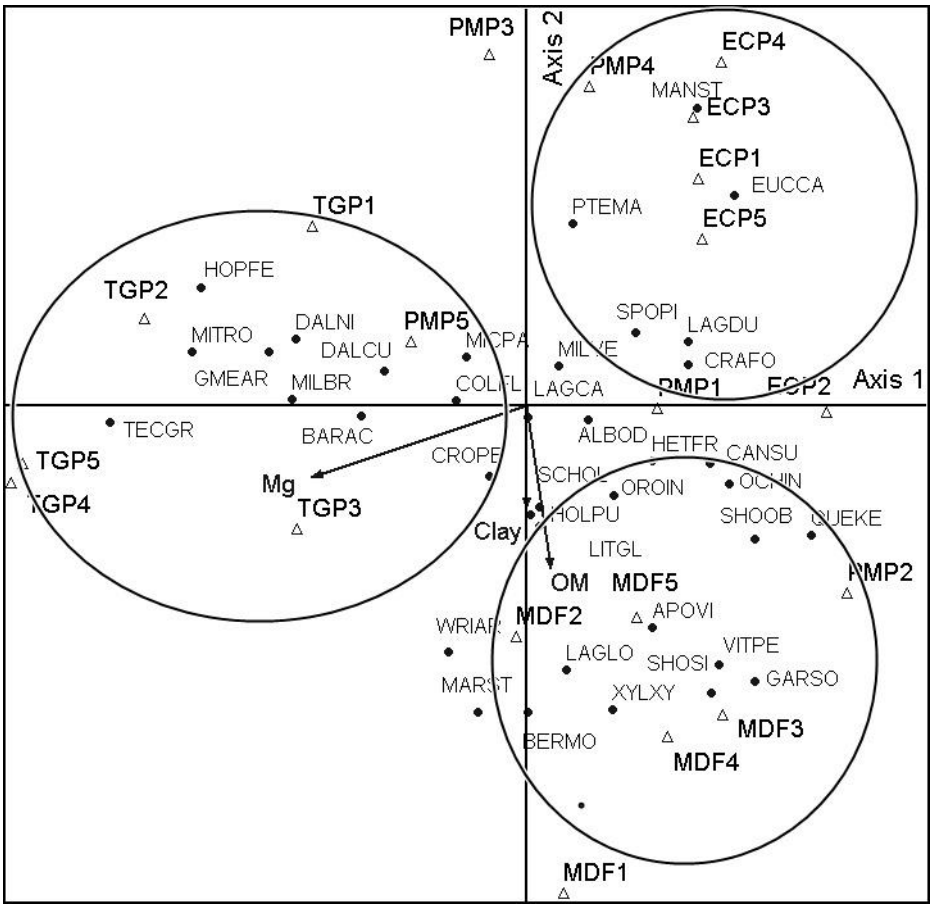
1. กลุ่มพืชที่ถูกกำหนดด้วยปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter, OM) และอนุภาคดินเหนียว (Clay) ส่วนใหญ่เป็นชนิดไม้เด่นในสังคมพืชป่าผสมผลัดใบ เช่น หมีเหม็น (*Litsea glutinosa*; LITGL) เหมือดโลด (*Aporosa villosa*; APOVI) โมกมัน (*Wrightia arborea*; WRIAR) เสลาดำ (*Lagerstroemia loudonii*; LAGLO) แดง (*Xylia xylocarpa*; XYLXY) รัง (*Shorea siamensis*; SHOSI) และ กาสามปีก (*Vitex peduncularis*; VITPE) เป็นต้น โดยที่อนุภาคดินเหนียว (clay) ก็มีบทบาทรองลงมาในการปรากฏสังคมพืชกลุ่มนี้ด้วยเช่นกัน

2. กลุ่มพืชที่ถูกกำหนดด้วยปริมาณแมกนีเซียม (magnesium, Mg) เช่น จิกน้ำ (*Barringtonia acutangular*; BARCA) สัก (*Tectona grandis*; TECGR) กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana*; MILBR) ซ้อ (*Gmelina arborea*; GMEAR) เก็ดดำ (*Dalbergia cultrata*; DALCU) ฉนวน (*Dalbergia nigrescens*; DALNI) และ กระทุ่มเนิน (*Mitragyna rotundifolia*; MITRO) เป็นต้น ซึ่งชนิดไม้เหล่านี้ส่วนใหญ่ปรากฏในแปลงปลูกสัก

3. กลุ่มพืชที่สามารถตั้งตัวได้ในพื้นที่ที่มีธาตุอาหารน้อย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นชนิดไม้เด่นในแปลงปลูกยูคาลิปตัส เช่น ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*; PTEMA) มะม่วงป่า (*Mangifera caloneura*; MANST) ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*; EUCCA) มะกอก (*Spondias pinnata*; SPOPI) และ ตะแบกเปลือกบาง (*Lagerstroemia duperreana*; LAGDU) เป็นต้น

เมื่อพิจารณาปัจจัยดินที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏสังคมพืชพบว่าปริมาณอินทรียวัตถุ อนุภาคดินเหนียว และแมกนีเซียม ที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏชนิดไม้ในแต่ละสังคมพืช ซึ่งชนิดไม้ที่ปรากฏในพื้นที่ป่าผสมผลัดใบถูกกำหนดด้วยปริมาณของอินทรีย์วัตถุและอนุภาคดินเหนียว เนื่องจากป่าผสมผลัดใบปรากฏอนุภาคดินเหนียวจำนวนมากจึงมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดีทำให้ดินมีความชื้นสูง ส่งผลให้ให้เกิดการย่อยสลายซากพืชจนกลายเป็นอินทรีย์วัตถุได้ง่ายตามไปด้วย เป็นเหตุให้ป่าผสมผลัดใบตามธรรมชาติมีการสะสมปริมาณอินทรีย์วัตถุเป็นจำนวนมากเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงปลูกป่าฟื้นฟู อย่างไรก็ตามชนิดไม้เด่นในป่าผสมผลัดใบเหล่านี้ยังเป็นชนิดไม้เด่นในแปลงฟื้นฟูป่าอีกด้วย โดยเฉพาะแปลงปลูกประดู่ที่มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงกับป่าผสมผลัดใบมากที่สุด แสดงว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุเป็นปัจจัยกำหนดชนิดไม้ของป่าผสมผลัดใบที่เข้าไปตั้งตัวในพื้นที่แปลงฟื้นฟูป่าด้วยเช่นกัน เนื่องจากอินทรียวัตถุเป็นวัตถุต้นกำเนิดที่จะย่อยสลายกลายไปเป็นธาตุอาหารต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช (Massaccesi et al., 2020) และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินยังส่งผลต่อความหลากหลายในสังคมพืชเนื่องจากสามารถส่งผลกระทบระหว่างพรรณพืชที่ร่วมกับสารประกอบต่าง ๆ ในดิน รวมถึงความหลากหลายของจุลินทรีย์ที่ปรากฏในดินอีกด้วย (Moujahid et al., 2017) ในขณะที่แมกนีเซียมเป็นปัจจัยกำหนดที่สำคัญต่อชนิดไม้ที่ตั้งตัวในแปลงปลูกสัก ซึ่งแมกนีเซียมถือว่าเป็นธาตุอาหารรองแต่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากมีคุณสมบัติในการเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ช่วยในการเคลื่อนย้ายอาหารในพืชและเป็นตัวนำพาฟอสฟอรัสในการดูดซึมจากรากไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช อีกทั้งเป็นตัวเร่งและเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ของพืชหลายชนิด และมีบทบาทที่สำคัญในการสังเคราะห์แสง (Senbayram et al., 2015) จึงทำให้หมู่ไม้ที่ปรากฏในพื้นที่แปลงปลูกสักตั้งตัวได้อย่างรวดเร็ว ส่วนชนิดไม้เด่นที่ปรากฏในสังคมพืชแปลงปลูกยูคาลิปตัสนั้นถูกกำหนดด้วยปริมาณธาตุอาหารที่น้อยตรงกันข้ามกับสองกลุ่มแรก แสดงว่าชนิดพืชเหล่านี้มีความทนทานทางนิเวศสูงเนื่องจากสามารถตั้งตัวได้ในพื้นที่ที่มีธาตุอาหารน้อย (Papuga et al., 2018) ดังนั้นชนิดพืชเหล่านี้จึงเป็นกุญแจที่สำคัญที่ช่วยให้เกิดความ

หลากหลายขึ้นในพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัสและส่งผลให้พื้นที่ดังกล่าวมีสภาพใกล้เคียงกับป่าดั้งเดิมมากยิ่งขึ้น ส่วนชนิดไม้เด่นในแปลงปลูกประดู่ไม่ปรากฏปัจจัยกำหนดที่ชัดเจน อาจเนื่องมาจากชนิดไม้เด่นในแปลงปลูกประดู่สามารถตั้งตัวได้ในทุกสังคม แสดงว่าชนิดไม้เด่นในสังคมประดู่สามารถตั้งตัวได้ในสภาวะแวดล้อมที่หลากหลาย สอดคล้องกับรายงานของ Asanok et al. (2020) ที่กล่าวว่าพืชที่มีความทนทานต่อสภาพความเค้นของปัจจัยสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่มักเป็นชนิดทั่วไป (generalist species) ซึ่งสามารถกระจายอยู่ได้ในหลาย ๆ พื้นที่ เช่น ประดู่ เป็นพืชที่สามารถตั้งตัวได้ดีทั้งในพื้นที่สังคมพืชป่าผสมผลัดใบและป่าเต็งรัง และสามารถตั้งตัวได้ดีในพื้นที่ชายป่าอีกด้วย



ภาพที่ 3 การจัดลำดับด้วยวิธี Non-Metric Multidimensional Scaling (NMS) ระหว่างสังคมพืช (ปลงปลูกสัก (TGP) แปลงปลูกประดู่ (PMP) แปลงปลูกยูคาลิปตัส (ECP) และป่าผสมผลัดใบ (MDF)) และ ปัจจัยดินที่มีผลต่อการกำหนดการปรากฏสังคมพืช (อนุภาคดินเหนียว (clay) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) และธาตุ แมกนีเซียม (Mg)) อักษรย่อแสดงชนิดไม้ในแต่ละสังคมแสดงในตาราง ภาคผนวก

5. การนำไปใช้สำหรับการจัดการป่าไม้

การฟื้นฟูป่าด้วยการปลูกไม้เศษฐกิจ ได้แก่ ประดู่ สัก และยูคาลิปตัส ในพื้นที่ต้นน้ำแม่สาคร ในปี พ.ศ. 2522 จนถึงปัจจุบันทำให้มีการเจริญทดแทนของชนิดไม้ยืนต้นเข้ามาในพื้นที่จนทำให้ลักษณะสังคมพืชของแปลงปลูกป่าดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไป จากผลการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้สามารถนำไปใช้สำหรับการจัดการป่าไม้ ดังนี้

1. สังคมพืชแปลงปลูกประดู่ จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าลักษณะโครงสร้างสังคมพืชและองค์ประกอบชนิดไม้ต้นในพื้นที่แห่งนี้มีความคล้ายคลึงกับป่าธรรมชาติมากที่สุด และมีการเจริญทดแทนของชนิดไม้ต้นจนมีความหลากหลายมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงปลูกป่าอื่น ๆ แสดงว่าการฟื้นฟูป่าต้นน้ำด้วยการปลูกประดู่ในพื้นที่ศึกษาจึงถือว่าประสบความสำเร็จมากที่สุด ดังนั้นในการนำไปใช้สำหรับการจัดการป่าไม้จึงควรส่งเสริมให้มีการปลูกต้นประดู่เพื่อฟื้นฟูป่าต้นน้ำโดยเฉพาะพื้นที่ที่มีป่าดั้งเดิมเป็นป่าผสมผลัดใบอาจช่วยให้การฟื้นฟูป่ามีโอกาสประสบความสำเร็จยิ่งขึ้น

2. สังคมพืชแปลงปลูกสัก สังคมพืชแห่งนี้มีลักษณะองค์ประกอบชนิดไม้ต้นคล้ายคลึงกับป่าธรรมชาติเช่นเดียวกันแต่น้อยกว่าแปลงปลูกประดู่ และมีความหลากหลายของชนิดไม้ต้นน้อยกว่าแปลงปลูกประดู่อาจเป็นเพราะเรือนยอดของสักมีลักษณะค่อนข้างแน่นทึบ และตอนปลูกได้ปลูกในระยะ 4 เมตร x 4 เมตร (สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน, 2560) จึงทำให้มีไม้สักขึ้นอย่างหนาแน่นในพื้นที่ทำให้ไม้ขนาดเล็กเข้ามาตั้งตัวได้ลำบาก นอกจากนั้นการปลูกสักล้วนยังเป็นเหตุให้เกิดการกัดเซาะหน้าดินมากขึ้นอีกด้วย (Fernández-Moya et al., 2014) ดังนั้นจึงไม่ควรปลูกสักล้วนสำหรับการฟื้นฟูป่าแต่ถ้าหากต้องการปลูกจึงควรเว้นระยะห่างระหว่าต้นสักให้เหมาะสม หรืออาจปลูกผสมร่วมกับไม้ชนิดอื่น เช่น ประดู่ เป็นต้น อาจช่วยให้การฟื้นฟูป่าประสบความสำเร็จยิ่งขึ้น

3. สังคมพืชแปลงปลูกยูคาลิปตัส จากผลการศึกษาบ่งชี้ว่าลักษณะสังคมพืชแปลงปลูกยูคาลิปตัสมีความแตกต่างสังคมพืชอื่น ๆ อย่างชัดเจน โดยมีค่าทางสังคมต่ำรวมทั้งปริมาณธาตุอาหารในดินก็ต่ำตามไปด้วย ดังนั้นจึงไม่ควรนำยูคาลิปตัสไปปลูกเพื่อฟื้นฟูป่าโดยเฉพาะพื้นที่ป่าต้นน้ำ เนื่องจากยูคาลิปตัสเป็นพืชที่มีลักษณะกีดกั้นการเจริญทดแทนของไม้ต้นชนิดอื่น นอกจากนั้นการนำยูคาลิปตัสไปปลูกในพื้นที่ต้นน้ำซึ่งเป็นพื้นที่อนุรักษ์เท่ากับเป็นการนำพืชต่างถิ่นเข้าไปในพื้นที่อีกด้วย

4. ชนิดไม้อื่น ๆ ที่เข้ามาเจริญทดแทนจนประสบความสำเร็จภายหลังการฟื้นฟูป่า ได้แก่ แดง มะกอกเกลื้อน เก็ดดำ ตะแบกเปลือกบาง เพกา ตะแบกแดง ตะคร้อ และคูน ดังนั้นหากนำชนิดไม้เหล่านี้ไปปลูกแบบผสมผสานเพื่อฟื้นฟูป่า โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ป่าดั้งเดิมเป็นป่าผสมผลัดใบอาจทำให้มีโอกาสประสบความสำเร็จยิ่งขึ้น

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ลักษณะสังคมพืชของป่าต้นน้ำแม่สาครสำรวจพบจำนวนชนิดไม้ต้นทั้งหมด 61 ชนิด 53 สกุล 27 วงศ์ จากไม้ทั้งหมด 476 ต้น โดยป่าผสมผลัดใบ พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 36 ชนิด 30 สกุล 19 วงศ์ พบชนิดที่มีค่าดัชนีความสำคัญ 5 อันดับแรก ได้แก่ เปล้าหลวง แดง ประดู่ กาสามปีก และเต็ง แปลงปลูกประดู่ พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 31 ชนิด 29 สกุล 20 วงศ์ พบชนิดที่มีค่าดัชนีความสำคัญ 5 อันดับแรก ได้แก่ ประดู่ เต็ง เพกา รัง และเก็ดดำ แปลงปลูกสัก พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 33 ชนิด 32 สกุล 18 วงศ์ พบชนิดที่มีค่าดัชนีความสำคัญ 5 อันดับแรก ได้แก่ สัก ประดู่ ซ้อ กระทุ่มเนิน และเก็ดดำ แปลงปลูกยูคาลิปตัส พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 29 ชนิด 27 สกุล 19 วงศ์ พบชนิดที่มีค่าดัชนีความสำคัญ 5 อันดับแรก ได้แก่ ยูคาลิปตัส ประดู่ มะม่วงป่า เต็ง และเปล้าหลวง ค่าดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างแปลงปลูกประดู่กับป่าธรรมชาติมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 63.64 ส่วนแปลงปลูกสักกับแปลงปลูกยูคาลิปตัสมีค่าน้อยที่สุด

2. ปัจจัยดินที่มีอิทธิพลต่อการตั้งตัวของชนิดไม้ต้น พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุเป็นปัจจัยหลักรองลงมาคืออนุภาคดินเหนียว ที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดการปรากฏของชนิดไม้เด่นในสังคมพืชป่าผสมผลัดใบ เช่น หมีเหม็น เหมือดโลด โมกมัน เสลาดำ แดง รัง และ กาสามปีก เป็นต้น ปริมาณแมกนีเซียม เป็นปัจจัยกำหนดการปรากฏของชนิดไม้เด่นในแปลงปลูกสัก เช่น จิกน้ำ สัก กระพี้จั่น ซ้อ เก็ดดำ ฉนวน และ กระทุ่มเนิน เป็นต้น ชนิดไม้เด่นในแปลงปลูกปลูกยูคาลิปตัส เช่น ประดู่ มะม่วงป่า ยูคาลิปตัส มะกอก และ ตะแบกเปลือกบาง เป็นต้น มักปรากฏในพื้นที่ที่มีธาตุอาหารต่ำ ส่วนชนิดไม้เด่นในสังคมพืชแปลงปลูกประดู่ไม่ปรากฏปัจจัยกำหนดที่ชัดเจนนั่นเป็นเพราะชนิดไม้เด่นในแปลงปลูกประดู่สามารถขึ้นได้ในทุกสังคมพืช

3. การนำองค์ความรู้ไปใช้สำหรับการฟื้นฟูป่า ในพื้นที่ป่าต้นน้ำที่มีป่าดั้งเดิมเป็นป่าผสมผลัดใบควรพิจารณาคัดเลือกชนิดไม้ประดู่ ซึ่งเป็นไม้พื้นถิ่นในป่านี้เพื่อใช้ในการปลูกฟื้นฟูป่าจะทำให้มีโอกาสประสบความสำมากเนื่องจากเป็นชนิดไม้ที่สามารถขึ้นในช่วงความจำกัดทางนิเวศที่ค่อนข้างกว้างและสามารถปรับเปลี่ยนปัจจัยแวดล้อมให้มีความเหมาะสมต่อชนิดไม้ท้องถิ่นอื่น ๆ ได้อย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ส่วนสักเหมาะสำหรับใช้สำหรับการปลูกป่าเศรษฐกิจแต่หากต้องการปลูกเพื่อการฟื้นฟูป่าควรปลูกให้มีระยะห่างที่เหมาะสมหรืออาจปลูกผสมกับไม้ชนิดอื่น เช่น แดง มะกอกเกลื้อน เก็ดดำ ตะแบกเปลือกบาง เพกา ตะแบกแดง ตะคร้อ และคูน เป็นต้น และไม่ควรนำยูคาลิปตัสไปปลูกเพื่อฟื้นฟูป่าโดยเฉพาะป่าต้นน้ำเนื่องจากทำให้สังคมพืชมีการเจริญทดแทนเข้าสู่ป่าธรรมชาติได้ช้ามาก รวมถึงการจัดการเพื่อนำไม้ยูคาลิปตัสที่เป็นชนิดไม้ต่างถิ่นออกจากพื้นที่ภายหลังการฟื้นฟูก็

กระทำได้ยากเนื่องจากเป็นชนิดไม้ที่มีศักยภาพในการแตกหน่อได้สูงจนยากต่อการทดแทนกลับสู่ป่าดั้งเดิมของพื้นที่

ข้อเสนอแนะ

1. การจัดการป่าไม้เพื่อการฟื้นฟูป่าจึงควนพิจารณาชนิดที่มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ และการพิจารณาชนิดไม้พื้นถิ่นดั้งเดิมปลูกสำหรับการฟื้นฟูป่าย่อมสามารถทำให้ประสบความสำเร็จมากกว่าการฟื้นฟูด้วยชนิดไม้ต่างถิ่น

2. ไม่ควรนำไม้ยูคาลิปตัสเข้าไปปลูกฟื้นฟูป่าต้นน้ำ แต่ในกรณีที่มีการปลูกไม้ยูคาลิปตัสอยู่แล้วในพื้นที่ต้นน้ำ หากต้องการเร่งให้เกิดการเจริญทดแทนในพื้นที่ให้สังคมพืชฟื้นตัวกลับมาเป็นป่าดั้งเดิมให้เร็วขึ้นควรมีแนวทางที่ชัดเจนในการนำไม้ยูคาลิปตัสออกจากพื้นที่ซึ่งอาจติดปัญหาของระเบียบข้อกฎหมายในการนำไม้ออก

3. การดูแลรักษาพื้นที่แปลงฟื้นฟูป่าย่อมมีความจำเป็นอย่างยิ่งโดยเฉพาะการป้องกันการรบกวนทั้งจากธรรมชาติและมนุษย์ โดยเฉพาะการป้องกันไฟป่าในช่วงระยะแรกของการฟื้นฟู เพราะกระบวนการทดแทนตามธรรมชาติจะเปลี่ยนแปลงไปในทางก้าวหน้านั้นต้องไม่มีการรบกวนที่รุนแรงเกิดขึ้น ในกรณีศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาครของต้นน้ำน่าน ที่มีการปลูกป่าด้วยไม้เศรษฐกิจเพื่อฟื้นฟูป่าแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้มีการเจริญทดแทนตามธรรมชาติเป็นเวลาถึง 40 ปี นับว่าประสบความสำเร็จอย่างยิ่งเนื่องจากมีสภาพป่าใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติ

4. การฟื้นฟูป่าอาจจำเป็นต้องอาศัยเวลาอันยาวนานกว่าป่าจะกลับมามีสภาพคล้ายกับป่าธรรมชาติได้ ดังนั้นนโยบายการฟื้นฟูป่าจึงควรเริ่มจากการคัดเลือกชนิดพืชที่มีความเหมาะสมต่อปัจจัยแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ รวมถึงศักยภาพในการช่วยปรับเปลี่ยนปัจจัยแวดล้อมและการตั้งตัวของพืชแต่ละชนิด ย่อมมีส่วนช่วยทำให้ประสิทธิภาพการคืนสภาพพื้นที่เสื่อมโทรมกลับคืนสู่สภาพป่าธรรมชาติเกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม

5. การศึกษานี้เป็นแต่เพียงเบื้องต้น ดังนั้นหากต้องมีการติดตามประสิทธิภาพในระยะยาวควรมีการวางแปลงถาวร (permanent plot) เพื่อศึกษาติดตามพลวัตของสังคมพืช เช่น การเกิด การตาย และการเพิ่มพูน เป็นต้น อาจช่วยให้เข้าใจถึงกระบวนการเจริญทดแทนของหมู่ไม้ในพื้นที่ฟื้นฟูป่าได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนั้นการศึกษาเกี่ยวกับระบบน้ำในลุ่มน้ำที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะของสังคมพืชและปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ย่อมช่วยเกิดองค์ความรู้ที่จะเข้าไปจัดการป่าต้นน้ำได้ดียิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

เกษม จันทร์แก้ว. 2551. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ.** วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2536. **คู่มือปฏิบัติการวิชาปฐพีวิทยาเบื้องต้นโดยใช้ระบบโสตทัศนูปกรณ์**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาวนวัฒนวิทยา. 2556. **วนวัฒนวิทยา: พื้นฐานการปลูกป่า**. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จรัญธร บุญญานุภาพ. 2541. **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ.

จรัส นีรนาทไพบูลย์ และ สุวิทย์ แสงทองพราว. 2543-2545. การเปลี่ยนแปลงความหลากชนิดของพรรณพืชและคุณสมบัติของดิน ในแปลงสักอายุต่างกัน ของสวนป่าแม่แฮด อำเภอหนองม่วงไข่ จังหวัดแพร่. **วารสารวนศาสตร์**. 19-21: 136 – 145.

จันทร์จิรา มูลแก้ว, สคาร ทีจันทึก และ พรเทพ เหมือนพงษ์. ลักษณะโครงสร้างสังคมไม้ป่าและการทดแทนกล้าไม้ในแปลงปลูกป่าฟื้นฟู ณ สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา. **วารสารวนศาสตร์**. 2: 27 - 36.

ชาญชัย ยาวุฒิ, วันชัย อรุณประภารัตน์ และ สากล สถิตวิทยานันท์. การใช้ระบบข้อมูลภูมิศาสตร์หาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกป่าต้นน้ำลำธารในเขตโครงการพัฒนาดอยตุง จังหวัดเชียงราย. **วารสารวนศาสตร์**. 1: 43 - 55.

ชัชชัย สวัสดิ์มงคล, ดอกรัก มารอด, สถิต ถิ่นกำแพง, นพคุณ แดนราช, วงศธร พุ่มพวง,ฤทธิไกร สายคำมูลและ ชัชพิมุข ยะธา. 2021. การสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติของพรรณไม้ป่าดิบแล้งภายหลังการรบกวน บริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา. **การประชุมวิชาการเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 10.** มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ.

ดอกรัก มารอด. 2555. **การฟื้นฟูป่าแบบผสมผสาน เพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ**. เอกสารเผยแพร่, ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดอกรัก มารอด, สราวุธ สังข์แก้ว และ วีระศักดิ์ เนียมรัตน์. 2546. การรุกล้ำของพันธุ์ไม้ถาวรเข้าสู่สวนป่า. **วารสารวนศาสตร์**. 22: 1 – 15.

ดอกรัก มารอด และ อุทิศ กุฏอินทร์. 2552. **นิเวศวิทยาป่าไม้**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ. 502 น.

ทิพย์กมล สนสับ, วันชัย อรุณประภารัตน์ และ นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์. การกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกของป่าต้นน้ำที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน. **วารสารวนศาสตร์**. 2: 60 - 70.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2538. **การศึกษาวิจัยการอนุรักษ์ต้นน้ำและการจัดการลุ่มน้ำ.** ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ. 2542. ความหลากชนิดของไม้ยืนต้นในป่าเต็งรังที่สะแกราช จ.นครราชสีมา. **วารสารวนศาสตร์**. 18: 56 – 63.

มณฑล จำเริญพฤกษ์. 2538. **เทคโนโลยีการปลูกป่าเพื่อการอนุรักษ์. ใน ร้อยบทความป่าไม้ 2538**. ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. หน้า 165 - 166.

ราชันย์ ภู่มา และ สมราน สุดดี. 2557. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันท์**. สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2557. กรุงเทพฯ.

รัชนู เกิดเชิดชู, สคาร ทีจันทึก และ ลดาวัลย์ พวงจิตร. การทดลองการพอกเมล็ดไม้ 4 ชนิด เพื่อใช้ในการฟื้นฟูป่า. **วารสารวนศาสตร์**. 1: 39 - 47.

สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน. 2560. **รายงานประจำปี 2560**. ส่วนอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพ.

สุธีระ เหิมฮึก, วิชญ์ภาส สังพาล, เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง, ขนิษฐา เสถียรพีระกล และ ธาตรี มีแก้ว. 2562. การเจริญทดแทนตามธรรมชาติของพรรณไม้ท้องถิ่น ภายหลังการฟื้นฟูด้วยการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัส สวนป่าขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ. **วารสารวนศาสตร์**. 38(1): 66 – 80

สุพล คำเสนาะ, จงรัก วัชรินทร์รัตน์ และ ดอกรัก มารอด. 2556. การเปรียบเทียบสังคมพืชระหว่างป่าปลูก ป่าดิบแล้งทุติยภูมิ และป่าดิบแล้งธรรมชาติ ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติมวกเหล็ก-ทับกวาง แปลง 2 จังหวัดสระบุรี. **วารสารวนศาสตร์**. 32(3): 12 – 21.

สุพัตรา พูนกระโทก. 2556. **ผลกระทบจากการฟื้นฟูป่าชายเลนต่อการดำรงชีวิตของราษฎรในตำบลคลองโคน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2560. **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560 - 2564)**. กรุงเทพฯ.

อุทิศ กุฏอินทร์. 2542. **นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้.** ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Abdullahi, M.Y., D. D. Musa and E. C. Oti. 2017. Allelopathic Activity of Aqueous Leaf Extract of Eucalyptus Camaldulensis on the Germintaion and Growth of Cowpea and Senna Obtusifolia. **International Journal of Current Science and Studies (IJCSS).** 1(1): 41 - 46.

Ágnes, G. and Hufnagel, L. 2013. Impacts of climate change on vegetation distribution No. 1: Climate change induced vegetation shifts in the palearctic region. **Applied Ecology and Environmental Research**. 11(1): 79 – 122.

Asanok, L., Kamyo, T. and Marod, D. 2020. Maximum entropy modeling for the conservation of Hopea odorata in riparian forests, central Thailand. **Biodiversitas Journal of Biological Diversity**. 21(10): 4663 – 4670.

Asanok, L., R. Taweesuk and N. Papakjan. 2020. Woody Species Colonization along Edge-Interior Gradients of Deciduous Forest Remnants in the Mae Khum Mee Watershed, Northern Thailand. **International Journal of Forestry Research.** 2020: 5867376.

Asanok, L., Kamyo, T., Norsaengsri, M., Salinla-um, P., Rodrungruang, K., Karnasuta, N., Navakam, S., Pattanakiat, S., Marod, D., Duengkae, P., Kutintar, U. 2017. Vegetation community and factors that affect the woody species composition of riparian forests growing in an urbanizing landscape along the Chao Phraya River, central Thailand. **Urban Forestry & Urban Greening**. 28: 138 – 149.

Asanok, L., Marod, D., Duengkae, P., Pranmongkol, U., Kurokawa, H., Aiba, M., Katabuchi, M. and Nakashizuka, T. 2013. Relationships between functional traits and the ability of forest tree species to reestablish in secondary forest and enrichment plantations in the uplands of northern Thailand. **Forest Ecology and Management**. 296: 9 - 23.

Bourgeron, P.S. 1983. Spatial aspects of vegetation structure, pp. 29 – 48. InF.B. Golley, eds. **Tropical Rainforest Ecosystems: Structure and Function**. Elsevier, Amsterdam.

Bunyavejchewin, S. 1983. Analysis of tropical dry deciduous forest of Thailand. I. characteristics of dominance types. **Natural History Bulletin of the Siam Society**. 31: 109 – 122.

Charuphat, T., 2000. Remote sensing and GIS for tropical forest management. p. 42-49. In GIS Application Center. (ed.), **Proceedings of the Ninth Regional Seminar on Earth Observation for Tropical Ecosystem Management, Khao Yai, Thailand, 20-24 November 2000**. The National Space Development Agency of Japan, Remote Sensing Technology Center of Japan, RFD, and GIS Application Center/AIT, Khao Yai National Park Thailand.

Crouzeilles, R., Ferreira, M.S., Chazdon, R.L., Lindenmayer, D.B., Sansevero, J.B.B., Monteiro, L. Iribarrem, A., Latawiec, A.E. and Strassburg, B.B.N. 2017. Ecological restoration success is higher for natural regeneration than for active restoration in tropical forests. **Applied Ecology.** 3: e1701345.

Davis, L.S. and Johnson, K.N. 1987. **Forest management, third eds**. McGraw – Hill, New York.

Denslow, J.S. 1995. Disturbance and diversity in tropical rain forest: the density effect. **Ecological Applications**. 5(4): 962 – 968.

Dombois, D. M. and Goldammer, J. G. 1981. **Fire in Tropical Ecosystems and Global Environmental Change: An Introduction**. Springer – Verlag, New York.

Fernández-Moya, J., Alvarado, A., Forsythe, W., Ramírez, L., Algeet-Abarquero, N. and Marchamalo-Sacristán, M. 2014. Soil erosion under teak (*Tectona grandis* L.f.) plantations: General patterns, assumptions and controversies. **Catena**. 123: 236–242.

FORRU (Forest Restoration Research Unit), 2006. **How to plant a forest: the principles and practices of restoring tropical forests**. Biology Department, Science Faculty, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand, pp. 63 – 72.

Ghazoul, J., Bugalho, M. and Keenan, R. 2019. Plantations take economic pressure off natural forests. **Nature**. 570: 307.

Gilmour, D.A., San, N.V., Tsechalicha, X. (2000). **Rehabilitation of degraded forest ecosystems in Cambodia, Lao PDR, Thailand and Vietnam: an overview**. IUCN-Asia, Cambridge.

Guo, L. B. and R.E.H. Sims. 2002. Eucalypt litter decomposition and nutrient release under a short rotation forest regime and effluent irrigation treatment in New Zealand: II. Internal effects. **Soil Biology and Biochemistry.** 34: 913 - 922.

Heinselman, M.L. 1980. Fire and succession in the conifer forests of Norther North America, In D.C. West, H.H. Shugart and D.B. Botkin, eds. **Forest Succession Concepts and Application**. 374 – 405. Springer – Verlag, New York.

Herrera, J. M. and García, D. 2009. The role of remnant trees in seed dispersal through the matrix: Being alone is not always so sad. **Biological Conservation**. 142 (1): 149 - 158.

Hitimana, J., Kiyiapi, J.L. and Njunge, J.T. 2004. Forest structure characteristics in disturbed and undisturbed site of Mt. Elgon Moist Lower Montane Forest, Western Kenya. **Forest Ecology and Management**. 194: 269 – 291.

Huston, M.A. 1999. Local processes and regional patterns: appropriate scales for understanding variation in the diversity of plants and animals. **Oikos**. 86: 393 – 401.

Kamyo, T. and Asanok, L. 2020. Modeling habitat suitability of *Dipterocarpus alatus* (Dipterocarpaceae) using MaxEnt along the Chao Phraya River in Central Thailand. **Forest Science and Technology**. 16:1, 1 - 7.

Kent, M. and Coker, P. 1994. Vegetation Description and Analysis. John Wiley and Sons, Chichester. **Open Access Library Journal**. 3(4)

Kigomo, B.N., Savill, P.S. and Woodell, S.R. 1990. Forest composition and its regeneration dynamics: a case study of semideciduous tropical forest in Kenya. **African Journal of Ecology**. 28: 174 – 188.

Kirschbaum, M. U. F. 2000. Will changes in soil organic carbon act as a positive or negative feedback on global warming. **Biogeochemistry**. 48(1): 21 – 51.

Kiyiapi, J.L. 1994. Structure and characteristics of Acacia tortilis woodland on the Njemps Flats. **Advances in Geoecology.** 27: 47 – 70.

Larpkerna, P., Eriksenb, M. and Waiboonya, P. 2017. Diversity and Uses of Tree Species in the Deciduous Dipterocarp Forest, Mae Chaem District, Chiang Mai Province, Northern Thailand. **Science and Technology**. (25)3.

Matos, D.M.S., Freckleton, R.P. and Watkinson, A.R. 1999. The role of density dependence in the population dynamics of a tropical palm. **Ecology.** 80: 2635 – 2650.

Marod, D., Hermhuk, S., Sungkaew, S., Thinkampheang, S., Kamyo, T. and Nuipakdee, W. 2019. Species Composition and Spatial Distribution of Dominant Trees in the Forest Ecotone of a Mountain Ecosystem, Northern Thailand. **Environment and Natural Resources Journal**. 17(3): 40 - 49.

Marod, D., Kutintara, U., Yarwudhi, C., Tanaka, H. and Nakashisuka, T. 1999. Structural dynamics of a natural mixed deciduous forest in western Thailand. **Journal of Vegetation Science** .10: 777 - 786.

Marod, D., Kutintara, U., Tanaka, H., Yarwudhi, C. and Nakashisuka, T. 2002. The effects of drought and fire on seed and seedling dynamics in a tropical seasonal forest in Thailand. **Plant Ecology**. 61, 41 – 57.

Massaccesi, L., M. D. Feudis, A. Leccese and A. Agnell. 2020. Altitude and vegetation affect soil organic carbon, basal respiration and microbial biomass in Apennine Forest Soils. **Forests** 11, 710.

McCune, B. and Mefford, M.J. 2011. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data**. Version 6.0 for Windows. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A. 365 pp.

Moral, R.D., Walker, L.R., Bakker, J.P. 2007. Insights gained from succession for the restoration of landscape structure and function. In: Walker, L.R., Walker, J., Hobbs, R.J. (Eds.), **Linking Restoration and Ecological Succession**. Springer Science, New York, pp. 19 – 41.

Moujahid, L. E., X. L. Roux, S. Michalet, F. Bellvert, A. Weigelt and F. Poly. 2017. Effect of plant diversity on the diversity of soil organic compounds. **PLoS ONE**. 12(2): e0170494.

Oosting, H. J. 1956. **The Study of Plant Community: An Introduction to Plant Ecology**. W. H. Freeman Ltd., San Francisco.

Papuga, G., P. Gauthier, V. Pons, E. Farris and J. D. Thompson. 2018. Ecological niche differentiation in peripheral populations: a comparative analysis of eleven Mediterranean plant species. **Ecography.** 41: 1 – 15.

Poorter, L., Bongers, F., van Rompaey, R.S.A.R. and de Klerk, M. 1996. Regeneration of canopy tree species at five sites in West African moist forest. **Forest Ecology and Management**. 84: 61 – 69.

Richards, P.W. 1981. **The Tropical Rainforest: An Ecological Study**. Cambridge University Press, Cambridge.

Sakurai, K., Tanpiban, V., Muangnil, K., Phuriyakor, B., Araki, S., Naganawa, T., Iwatsubo, G., Attanandana, T. and Prachaiyo, B. 1991. Chang in soil moisture and temperature, pp. 267 – 279. In K. Yoda and P. Sahunala, eds. **Improvement of Biological Productivity of Tropical Wastelands in Thailand**. Department of Biology Osaka Univ., Japan.

Senbayram, M., A. Gransee, V. Wahle and H. Thiel. 2015. Role of magnesium fertilisers in agriculture: plant–soil continuum. **Crop & Pasture Science.** 66: 1219 – 1229.

Short, F. T., Kosten, S., Morgan, P. A., Malone, S. and Moore, G. E. 2016. Impacts of climate change on submerged and emergent wetland plants. **Aquatic Botany**. 135: 3 – 17.

Sinha, S., Badola, H. K., Chhetri, B., Gaira, K. S., Lepcha J. and Dhyani, P. P. 2018. Effect of altitude and climate in shaping the forest compositions of Singalila National Park in Khangchendzonga Landscape, Eastern Himalaya, India. **Journal of Asia-Pacific Biodiversity**. 11: 267 – 275.

Singh, R. and R. Thakur. 2016. Antibacterial Activity of Eucalyptus Camaldulensis Against Bacteria Causing Food-Borne Illness. **Indian medical gazette.** 5: 195 - 199.

Sorensen, T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. **Biologiske Skrifter**. 5(4): 1 – 34.

Tansley, A.G. 1939. **The British Islands and their Vegetation**. Cambridge Univ., London.

Thukral, A. K., R. Bhardwaj, V. Kumar and A. Sharma. 2019. New indices regarding the dominance and diversity of communities, derived from sample variance and standard deviation. **Heliyon.** 5: e02606.

Tigabu, S. M., Savadogo, P. and Oden, P. C. 2012. Facilitation of Forest Landscape Restoration on Abandoned Swidden Fallows in Laos Using Mixed-Species Planting and Biochar Application. **Silva Fennica**, 46 (1): 39–51.

Torre, R. de., Jiménez, M. D., Ramírez, Á., Mola, I., Casado, M. A. and Balaguer, L. 2015. Use of restoration plantings to enhance bird seed dispersal at the roadside: failures and prospects. **Journal of Environmental Engineering and Landscape Management**, 23 (4): 302-311.

Trisurat, Y., Shirakawa, H. and Johnston, J. M. 2019. Land-Use/Land-Cover Change from Socio-Economic Drivers and Their Impact on Biodiversity in Nan Province, Thailand. **Sustainability**. 11(3)1; 649.

Tyler, C.M. 1995. Factors contributing to postfire seedling establishment in chaparral: direct and indirect effects of fire. **Ecology**. 83: 1009 – 1020.

Veblen, T.T. 1992. Regeneration dynamics, pp 86 – 125. In D.C. Glenn – Lewin, R.K. Peet and T.T. Veblen, eds. **Plant Succession: Theory and Prediction**. Chapman & Hal, London.

Waide, R.B., Willig, M.R., Steiner, C.F., Mittelbach, G., Gough, L., Dodson, S.I., Juday, G.P. and Parmener, R. 1999. The relationship between productivity and species richness. **Annu. Rev. Ecol. Syst**. 30: 257 – 300.

Walker, L., R. Walker, J. Hobbs and J. Richard. 2007. **Linking Restoration and Ecological Succession.** Springer Series on Environmental Management, USA.

Wang, G., Liu, G. and Xu, M. 2008. Above- and belowground dynamics of plant community succession following abandonment of farmland on the Loess Plateau, China. **Plant and Soil.** 316: 227 – 239.

Wanthongchai, K., Goldammer, J. G. and Bauhus, J. 2011. Effects of fire frequency on prescribed fire behavior and soil temperatures in dry dipterocarp forests. **International Journal of Wildland Fire**. 20: 35 – 45.

White, F. 1983. **The Vegetation of Africa**. UNESCO, Paris.

Whitmore, T.C. 1998. **An Introduction to Tropical Rain Forest, Second eds**. Oxford University Press, New York.

Whittaker, R.H. 1967. Gradient analysis of vegetation. **Biological Reviews**. 49: 207 – 264.

Whittaker, R.H. 1975. **Communities and Ecosystem, second eds**. McMil Publicaion, New York.

Woods, K. and Elliott, S. 2004. Direct seeding for forest restoration on abandoned agricultural land in Northern Thailand. **Journal of Tropical Forest Science**. 16 (2): 248-259.

Xiaogai, G., Z. Lixiong, X. Wenfa, H. Zhilin, G. Xiansheng and T. Benwang. 2013. Effect of litter substrate quality and soil nutrients on forest litter decomposition: A review. **Acta Ecologica Sinica.** 33(2): 102 – 108

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 บัญชีรายชื่อไม้ต้น ที่สำรวจพบในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาคร

ชนิด	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ตัวย่อ
กระเบา	*Hydnocarpus calvipetala*	ACHARIACEAE	HYDCA
รักใหญ่	*Gluta usitata*	ANACARDIACEAE	GLUUS
มะม่วงป่า	*Mangifera caloneura*	ANACARDIACEAE	MANST
มะกอก	*Spondias pinnata*	ANACARDIACEAE	SPOPI
กะเจียน	*Hubera cerasoides*	ANNONACEAE	HUBCE
ขางหัวหมู	*Miliusa velutina*	ANNONACEAE	MILVE
โมกหลวง	*Holarrhena pubescens*	APOCYNACEAE	HOLPU
โมกมัน	*Wrightia arborea*	APOCYNACEAE	WRIAR
พระเจ้าร้อยท่า	*Heteropanax fragrans*	ARALIACEAE	HETFR
แคหัวหมู	*Markhamia stipulata*	BIGNONIACEAE	MARST
เพกา	*Oroxylum indicum*	BIGNONIACEAE	OROIN
มะกอกเกลื้อน	*Canarium subulatum*	BURSERACEAE	CANSU
สมอไทย	*Terminalia chebula*	COMBRETACEAE	TERCH
ตะเคียนหนู	*Hopea ferrea*	DIPTEROCARPACEAE	HOPFE
เต็ง	*Shorea obtusa*	DIPTEROCARPACEAE	SHOOB
รัง	*Shorea siamensis*	DIPTEROCARPACEAE	SHOSI
ตับเต่าต้น	*Diospyros ehretioides*	EBENACEAE	DIOEH
เปล้าหลวง	*Croton persimilis*	EUPHORBIACEAE	CROPE
กางขี้มอด	*Albizia odoratissima*	FABACEAE	ALBOD
คูน	*Cassia fistula*	FABACEAE	CASFI
เก็ดแดง	*Dalbergia assamica*	FABACEAE	DALAS
เก็ดดำ	*Dalbergia cultrata*	FABACEAE	DALCU
ฉนวน	*Dalbergia nigrescens*	FABACEAE	DALNI
กระพี้จั่น	*Millettia brandisiana*	FABACEAE	MILBR
ประดู่	*Pterocarpus macrocarpus*	FABACEAE	PTEMA
แดง	*Xylia xylocarpa*	FABACEAE	XYLXY
ก่อแพะ	*Quercus kerrii*	FAGACEAE	QUEKE
ติ้วขน	*Cratoxylum formosum*	HYPERICACEAE	CRAFO
กระบก	*Irvingia malayana*	IRVINGIACEAE	IRVMA

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

ชนิด	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ตัวย่อ
ซ้อ	*Gmelina arborea*	LAMIACEAE	GMEAR
สัก	*Tectona grandis*	LAMIACEAE	TECGR
ผ่าเสี้ยน	*Vitex canescens*	LAMIACEAE	VITCA
กาสามปีก	*Vitex peduncularis*	LAMIACEAE	VITPE
หมีเหม็น	*Litsea glutinosa*	LAURACEAE	LITGL
จิกน้ำ	*Barringtonia acutangula*	LECYTHIDACEAE	BARAC
กระโดน	*Careya arborea*	LECYTHIDACEAE	CARAR
ตะแบกแดง	*Lagerstroemia calyculata*	LYTHRACEAE	LAGCA
ตะแบกเปลือกบาง	*Lagerstroemia duperreana*	LYTHRACEAE	LAGDU
เสลาดำ	*Lagerstroemia loudonii*	LYTHRACEAE	LAGLO
ปอเลียงมัน	*Berrya mollis*	MALVACEAE	BERMO
งิ้วแดง	*Bombax anceps*	MALVACEAE	BOMAN
งิ้ว	*Bombax ceiba*	MALVACEAE	BOMCE
ปอยาบ	*Colona flagrocarpa*	MALVACEAE	COLFL
พลับพลา	*Microcos paniculata*	MALVACEAE	MICPA
ปออีเก้ง	*Pterocymbium tinctorium*	MALVACEAE	PTETI
ปอเกล็ดแรด	*Sterculia macrophylla*	MALVACEAE	STEMA
กัดลิ้น	*Walsura pinnata*	MELIACEAE	WALTI
มะเดื่ออุทุมพร	*Ficus racemosa*	MORACEAE	FICRA
ยูคาลิปตัส	*Eucalyptus camaldulensis*	MYRTACEAE	EUCCA
ช้างนาว	*Ochna integerrima*	OCHNACEAE	OCHIN
เม่าไข่ปลา	*Antidesma ghaesembilla*	PHYLLANTHACEAE	ANTGH
เหมือดโลด	*Aporosa villosa*	PHYLLANTHACEAE	APOVI
เต็งหนาม	*Bridelia retusa*	PHYLLANTHACEAE	BRIRE
มะขามป้อม	*Phyllanthus emblica*	PHYLLANTHACEAE	PHYEM
คำมอกหลวง	*Gardenia sootepensis*	RUBIACEAE	GARSO
ส้มกบ	*Hymenodictyon orixense*	RUBIACEAE	HYMOR
กระทุ่มเนิน	*Mitragyna rotundifolia*	RUBIACEAE	MITRO
ยอป่า	*Morinda coreia*	RUBIACEAE	MORCO

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

ชนิด	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ตัวย่อ
ยางเหียง	*Morinda coreia*	RUBIACEAE	DIPOB
ตะคร้อ	*Schleichera oleosa*	SAPINDACEAE	SCHOL

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายอนุสรณ์ สะสันติ
เกิดเมื่อ	04 เมษายน 2519
ประวัติการศึกษา	ปีจบ พ.ศ.2542 ปริญญาตรี วทบ.วนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประวัติการทำงาน	หัวหน้าหน่วยจัดการต้นน้ำขุนน่าน
	อำเภอ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน