ลักษณะเชิงหน้าที่และความหลากหลายของไม้ต้น ที่ขึ้นเจริญทดแทนในพื้นที่ สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่

รุ่งรวี ทวีสุข

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการป่าไม้
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2564

ลักษณะเชิงหน้าที่และความหลากหลายของไม้ต้น ที่ขึ้นเจริญทดแทนในพื้นที่ สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่

รุ่งรวี ทวีสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการป่าไม้
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ลักษณะเชิงหน้าที่และความหลากหลายของไม้ต้น
ที่ขึ้นเจริญทดแทนในพื้นที่ สวนป่าขุนแม่คำมี
จังหวัดแพร่

รุ่งรวี ทวีสุข

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 ลักษณะเชิงหน้าที่และความหลากหลายของไม้ต้น ที่ขึ้นเจริญทดแทนในพื้นที่ สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่
ชื่อผู้เขียน นางสาวรุ่งรวี ทวีสุข
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการป่าไม้
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.แหลมไทย อาษานอก

บทคัดย่อ

การส่งเสริมให้มีการเจริญทดแทนไม้ต้นในพื้นสวนป่าสักเป็นการจัดการเพื่อเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่สวนป่าเศรษฐกิจ และการเข้าใจถึงลักษณะสังคมพืชและลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืชอาจช่วยให้การจัดการป่าเศรษกิจประสบความสำเร็จยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของชนิดไม้ต้น ความหลากหลายลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช ที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยดิน ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่ โดยการวางแปลงขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ในพื้นที่แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี 20 ปี 30 ปี 40 ปี และป่าเบญจพรรณ พื้นที่ละ 10 แปลง รวมทั้งสิ้น 50 แปลง แล้วทำการเก็บข้อมูลด้านองค์ประกอบของชนิดของไม้ต้น ลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืชและปัจจัยดิน เพื่อวิเคราะห์หาลักษณะของสังคมพืช ผลการศึกษาพบว่า แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี พบชนิดไม้ต้น 42 ชนิด จาก 36 สกุล 21 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลาย เท่ากับ 2.41 ชนิดไม้ที่สำคัญ เช่น สัก (*Tectona grandis*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) และ แดง (*Xylia xylocarpa*) เป็นต้น แปลงปลูกสักอายุ 20 ปี พบชนิดไม้ต้น 21 ชนิด จาก 17 สกุล 8 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลาย เท่ากับ 1.56 ชนิดไม้ที่สำคัญ เช่น สัก แดง และ กางขี้มอด (*Albizia odoratissima*) เป็นต้น แปลงปลูกสักอายุ 30 ปี พบชนิดไม้ต้น 47 ชนิด จาก 38 สกุล 21 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลาย 2.75 ชนิดไม้ที่สำคัญ เช่น สัก ประดู่ และ เก็ดดำ (*Dalbergia cultrata*) เป็นต้น แปลงปลูกสักอายุ 40 ปี พบชนิดไม้ต้น 27 ชนิด จาก 25 สกุล 12 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลาย 2.12 ชนิดไม้ที่สำคัญ เช่น สัก ประดู่ และ ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*) เป็นต้น และป่าเบญจพรรณ พบชนิดไม้ต้น 40 ชนิด จาก 35 สกุล 19 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลาย 2.72 ชนิดไม้ที่สำคัญ เช่น ประดู่ แดง และ กางขี้มอด เป็นต้น และพบว่าปริมาณโพแทสเซียมเป็นปัจจัยกำหนดชนิดไม้เด่นในสังคมป่าเบญจพรรณ ปริมาณอนุภาคดินเหนียวและธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียม เป็นปัจจัยกำหนดชนิดไม้เด่นในแปลงปลูกสักอายุ 30 และ 40 ปี และอนุภาคดินทรายเป็นปัจจัยกำหนดชนิดไม้เด่นในแปลงปลูกสักอายุ 20 ปี และ 10 ปี ส่วนความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่ พบว่ามีเพียงค่าความร่ำรวยของลักษณะเชิงหน้าที่ที่มีความแตกต่างกันในแต่ละ

สังคมพืช โดยแปลงปลูกสักอายุ 30 ปี และ 10 ปี มีค่าสูงที่สุด ในขณะที่ความเด่นของลักษณะเชิงหน้าที่ที่แสดงออกทางค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยระดับสังคมของแต่ละลักษณะของพืชมีความแตกต่างกันในแต่ละสังคมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยระดับสังคมของพื้นที่ใบจำเพาะพบมากสุดในแปลงปลูกสักอายุ 30 ปี 40 ปี และป่าเบญจพรรณ และป่าเบญจพรรณยังปรากฏค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยระดับสังคมของสัดส่วนน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดของใบมากที่สุด ส่วนค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยระดับสังคมของความหนาใบและพื้นที่ใบมีค่าสูงสุดในแปลงปลูกสักอายุ 10 ปี และ 20 ปี และค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยระดับสังคมของความหนาแน่นเนื้อไม้มีค่าสูงสุดในป่าเบญจพรรณ แปลงปลูกสักอายุ 30 ปี และ 40 ปี นอกจากนั้นยังพบว่าชนิดไม้ต้นที่ขึ้นมาเจริญทดแทนในพื้นที่สวนป่าสัก สามารถแบ่งตามการปรากฏของลักษณะเชิงหน้าที่ได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) ชนิดที่มีค่าของสัดส่วนน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดของใบและความหนาแน่นของเนื้อไม้สูง เช่น แดง กางขี้มอด และ ตะคร้อ เป็นต้น 2) ชนิดที่มีค่าพื้นที่ใบจำเพาะสูง เช่น ประดู่ ปอเลียงมัน (*Berrya mollis*) และ มะคังแดง (*Dioecrescis erythroclada*) เป็นต้น และ 3) ชนิดพืชที่มีค่าของพื้นที่ใบและความหนาของใบสูง เช่น แคหางค่าง (*Fernandoa adenophylla*) สัก และ พฤกษ์ (*Albizia lebbeck*) เป็นต้น นอกจากนั้นยังพบว่าอนุภาคดินทรายมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่ แต่ความเด่นของลักษณะเชิงหน้าที่ มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับอนุภาคดินเหนียวและแมกนีเซียม จากผลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าเมื่อสวนป่าสักอายุมากขึ้นจะมีการเจริญทดแทนของชนิดไม้ต้นจนมีความหลากหลายทั้งทางชนิดและลักษณะเชิงหน้าที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นในการจัดการสวนป่าสักเพื่อให้เกิดความหลากหลายของพรรณพืชควรพิจารณาทั้งองค์ประกอบชนิดไม้และลักษณะเชิงหน้าที่ของพืช

คำสำคัญ : การทดแทนตามธรรมชาติ, ความหลากหลายของไม้ต้น, ความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่, ความเด่นของลักษณะเชิงหน้าที่, การจัดการสวนป่าเศรษฐกิจ

Title FUNCTIONAL TRAITS AND DIVERSITY OF TREES WERE REGENERATED IN KHUN MAE KHUM MEE FORESTATION, PHRAE PROVINCE

Author Miss Rungrawee Taweesuk

Degree Master of Science in Forest Management

Advisory Committee Chairperson Associate Professor Dr. Lamthai Asanog

ABSTRACT

Promoting of tree regeneration in teak plantation is emphasize the biodiversity management in economics plantation, and understanding of plant community characteristics and plant functional trait may help succeeded on economic forest management. This study investigated species diversity of trees species and plant functional trait diversity were related with edaphic factors in Khun Mae Khum Mee forestation Phrae province. Ten plots of 20 m x 20 m sampling plots were established in the different age of teak plantation were 10, 20, 30, and 40-year old, and Mixed deciduous forest (MDF) included 50 plots in total. The species composition of trees species, plant functional trait, and soil nutrient were collected for analyzing of plant community characteristics. The results suggesting that, 10-year old of teak plantation showed 42 species from 36 genus 21 family, and species diversity index was 2.59. The important species such as *Tectona grandis*, *Pterocarpus macrocarpus*, and *Xylia xylocarpa*. The 20-year old of teak plantation showed that 21 species from 17 genus 8 family, and species diversity index was 1.56, the important species such as *T. grandis, X. xylocarpa, and Albizia odoratissima*. The 30-year old of teak plantation showed that 47 species from 38 genus 21 family, and species diversity index was 2.75, the important species such as *T. grandis*, *P. macrocarpus* and *Dalbergia cultrata*. The 40-year old of teak plantation showed that 27 species from 25 genus 12 family, and species diversity index was 2.12, the important species such as *T. grandis*, *P. macrocarpus*, and *Schleichera oleosa*. The MDF showed that 40 species from 35 genus 19 family, and species diversity index

was 2.72, the important species such as *X. xylocarpa*, *P. macrocarpus*, and *A. odoratissima*. The potassium was prevented the dominant species of MDF. The dominant species of 30 and 40-year old of teak plantation were prevented by clay, nitrogen, calcium, and magnesium. The dominant species of 10 and 20-year old of teak plantation were prevented by sandy. The functional diversity showed only functional richness had highly significant different between plant community as 30 and 10-year old of teak plantation are show highest value. The dominant of trait base on community weighted mean (CWM) of each plant trait had highly significant different between plant community. The CWM of specific leaf area showed highest value on 30 and 40-year old of teak plantation and MDF, and MDF also showed highest value of CWM of leaf dry matter content. The CWM of leaf thickness and leaf area showed highest value on 10 and 20-year old of teak plantation, the MDF and teak plantation of 30 and 40-year old showed highest value of CWM of wood density. Base on functional trait divided all of tree were regenerated in teak plantation in to three group: 1) species with dense wood and high leaf dry matter content such as *X. xylocarpa*, *A. odoratissima*, and *S. oleosa*, 2) species with high specific leaf area such as *P. macrocarpus*, *Berrya mollis*, and *Dioecrescis erythroclada*, and 3) species with larger and thicker leaf such as *Fernandoa adenophylla*, *T. grandis*, and *Albizia lebbeck*. The result also found that sand properties had positive significant with functional diversity, but the dominant trait had positive significant with clay and magnesium. The results suggestion that the older of teak plantation were promoted high natural regeneration of tree including species diversity and functional diversity. So, the management of teak plantation for maintain plant diversity should be considered both of species composition and plant functional trait.

Keywords : Natural succession, Species diversity of tree, Plant functional trait diversity, Trait dominant, Economic forestation management

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง ลักษณะเชิงหน้าที่และความหลากหลายของไม้ต้น ที่ขึ้นเจริญทดแทนในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คามี จังหวัดแพร่ อยู่ภายใต้การบริหารจัดการสวนป่าไม้สักอย่างยั่งยืนในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่ ซึ่งจะสาเร็จลงไม่ได้ถ้าหากไม่ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากเจ้าหน้าที่สวนป่าแม่คามี องการอุตสาหกรรมป่าไม้ ที่ช่วยอนุเคราะห์สถานที่สาหรับการทาวิจัยและสนับสนุนกาลังพล โดยเฉพาะในบริเวณที่เข้าไปเก็บข้อมูลได้ลาบาก รวมทั้งนักศึกษาระดับปริญญาโทสาขาวิชาการจัดการป่าไม้ และระดับปริญญาตรีสาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่เป็นกาลังสำคัญในการเก็บข้อมูลภาคสนาม ขอขอบคุณสานักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการดาเนินงานวิจัย โดยงานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากงบแผ่นดิน ปี พ.ศ. 2563 และขอขอบพระคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดร. แหลมไทย อาษานอก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คาปรึกษาในการทางานวิจัยครั้งนี้ให้สาเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และสุดท้ายขอขอบพระคุณบิดา-มารดา ที่เป็นกาลังใจ รวมทั้งให้คาปรึกษาตลอดมา

รุ่งรวี ทวีสุข

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

ขอบเขตของการวิจัย 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร 5

1. ลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบชนิดพืช 5

2. การศึกษาโครงสร้างสังคมพืช 6

3. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อสังคมพืช 7

4. การจัดลำดับความสัมพันธ์ของสังคมพืชกับปัจจัยแวดล้อม 10

5. ลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช (plant functional traits) 11

6. ความหลากหลายของการทำงานในระบบนิเวศ (functional diversity) 15

7. การจัดการสวนป่าสักอย่างยั่งยืนภายใต้มาตรฐาน FSC 17

8. สวนป่าขุนแม่คำมี 21

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 28

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ 31

อุปกรณ์ 31
สถานที่ศึกษา 31
วนวัฒนวิธีในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี 34
การเก็บข้อมูลสังคมพืช 34
การเก็บข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อม 34
การเก็บข้อมูลลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช (plant functional traits) 35
การวัดลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช (plant functional traits) 35
การวิเคราะห์ข้อมูล 39
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 45
1. องค์ประกอบชนิด 45
2. การจัดกลุ่มหมู่ไม้ 65
3. ลักษณะของไม้สัก 67
4. คุณสมบัติดิน 69
5. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดินและสังคมพืช 70
6. ลักษณะของเชิงหน้าที่ของพรรณพืช 73
7. ความหลากหลายลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช 74
8. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดินกับลักษณะเชิงหน้าที่ 77
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 80
บรรณานุกรม 83
ภาคผนวก 95
ประวัติผู้วิจัย 104

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แปลงปลูกเริ่มต้น และแปลงปลูกย่อย ของการปลูกสร้างสวนป่าในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี 23

ตารางที่ 2 แสดงพื้นที่ปลูก และแปลงปีปลูกของสวนป่าขุนแม่คำมี 24

ตารางที่ 3 แสดงพื้นที่ปลูก และแปลงปีปลูกของสวนป่าขุนแม่คำมี 32

ตารางที่ 4 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในแปลงสักอายุ 10 ปี..... 45

ตารางที่ 5 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับลูกไม้/กล้าไม้ ที่สำรวจพบในแปลงสักอายุ 10 ปี 48

ตารางที่ 6 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในแปลงสักอายุ 20 ปี..... 50

ตารางที่ 7 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับลูกไม้/กล้าไม้ ที่สำรวจพบในแปลงสักอายุ 20 ปี 51

ตารางที่ 8 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในแปลงสักอายุ 30 ปี..... 53

ตารางที่ 9 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับลูกไม้/กล้าไม้ ที่สำรวจพบในแปลงสักอายุ 30 ปี 56

ตารางที่ 10 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในแปลงสักอายุ 40 ปี..... 58

ตารางที่ 11 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับลูกไม้/กล้าไม้ ที่สำรวจพบในแปลงสักอายุ 40 ปี 60

ตารางที่ 12 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในป่าเบญจพรรณธรรมชาติ 61

ตารางที่ 13 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับลูกไม้/กล้าไม้ ที่สำรวจพบในป่าเบญจพรรณธรรมชาติ 63

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบลักษณะทางสังคมพืช (Species Composition) ได้แก่ แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี 20 ปี 30 ปี 40 ปี และป่าเบญจพรรณธรรมชาติ (MDF) ในสวนป่าขุนแม่คำมี 67

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบลักษณะการเติบโตของไม้สักในแปลงปลูกอายุ 10 ปี 20 ปี 30 ปี 40 ปี และป่าเบญจพรรณ (MDF) ได้แก่ ความโตที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH, เซนติเมตร), ความสูง (H, เมตร), ขนาดพื้นที่หน้าตัด (Ba, ตร.ม./แฮกแตร์), ความหนาแน่น (D, ต้น/แฮกแตร์) และมวลชีวภาพ (Mass, ตัน) ในสวนป่าขุนแม่คำมี 69

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบคุณสมบัติดินได้แก่ อนุภาคดินทราย (sand, %) และ อนุภาคดินทรายแป้ง (silt, %) และ อนุภาคดินเหนียว (clay, %) ไนโตรเจน (N, %) ฟอสฟอรัส (P, mg/kg) โพแทสเซียม (K, mg/kg) แคลเซียม (Ca, mg/kg) แมกนีเซียม (Mg, mg/kg) ภายในพื้นที่แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี 20 ปี 30 ปี 40 ปี และ ป่าเบญจพรรณธรรมชาติ (MDF) ในพื้นสวนป่าขุนแม่คำมี 70

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบความแปรปรวน (ANOVA) ของความหลากหลายลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช ได้แก่ ความร่ำรวยลักษณะเชิงหน้าที่ (FRic) การแพร่กระจายของลักษณะเชิงหน้าที่ (FDis) ความสม่ำเสมอของลักษณะเชิงหน้าที่ (FEve), การแตกกระจายของลักษณะเชิงหน้าที่ (FDiv) และค่าเอ็นโทรปีของ Rao (RaoQ) และค่าถ่วงน้ำหนักจำเพาะของลักษณะเชิงหน้าที่ในระดับสังคม (CWM) ของ ขนาดพื้นที่ใบจำเพาะ (SLA) ขนาดพื้นที่ใบ (LA) ความหนาใบ (LT) สัดส่วนมวลแห้งของใบ (LDMC) และความหนาแน่นของเนื้อไม้ (WD) ในพื้นที่แปลงปลูกสัก อายุ 10 ปี 20 ปี 30 ปี 40 ปี และป่าเบญจพรรณธรรมชาติ (MDF) ของสวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่ 77

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ขอบเขตการปกครองพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี 25

ภาพที่ 2 ขอบเขตและแปลงปลูกสร้างสวนป่า ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี 33

ภาพที่ 3 การเก็บข้อมูลลักษณะเชิงหน้าที่ของพืช และการวัดลักษณะเชิงหน้าที่ของพืช ภาพ A คือ การเก็บตัวอย่างใบ B คือ การเก็บตัวอย่างเนื้อไม้ C คือ การสแกนตัวอย่างใบ D คือ การวัดความหนาของใบ E คือ การวัดขนาดเนื้อไม้ และ F คือ การชั่งตัวอย่างใบไม้ 38

ภาพที่ 4 การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (cluster) ได้แก่ แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี (TF10) แปลงปลูกสักอายุ 20 ปี (TF20) แปลงปลูกสักอายุ 30 ปี (TF30) แปลงปลูกสักอายุ 40 ปี (TF40) และป่าเบญจพรรณธรรมชาติ (MDF) ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี 65

ภาพที่ 5 การลำดับด้วยวิธี CCA ระหว่างปัจจัยดิน ได้แก่ อนุภาคดินทราย (sand) และ อนุภาคดินทรายแป้ง (silt) และ อนุภาคดินเหนียว (clay) และธาตุอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และ แมกนีเซียม (Mg) กับชนิดไม้สำคัญ ในพื้นที่สวนป่าสักอายุ 10 ปี (T10) 20 ปี (T20) 30 ปี (T30) 40 ปี (T40) และป่าเบญจพรรณธรรมชาติ (MDF) ภายในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี 72

ภาพที่ 6 การลำดับด้วยวิธี PCA ของลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช ได้แก่ ขนาดพื้นที่ใบจำเพาะ (SLA) ความหนาใบ (LT) ขนาดพื้นที่ใบ (LA) สัดส่วนมวลใบแห้ง (LDMC) และความหนาแน่นเนื้อไม้ (WD) ของชนิดไม้สำคัญ ภายในพื้นที่แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี 20 ปี 30 ปี 40 ปี และป่าเบญจพรรณธรรมชาติภายในพื้นที่สวนป่าแม่คำมี 75

บทที่ 1
บทนำ

ป่าเขตร้อน (tropical forest) นับว่าเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญมากเมื่อเปรียบเทียบกับป่าในเขตอื่น ๆ ของโลก ทั้งนี้เพราะป่าเขตร้อนนั้นมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง (high biodiversity) และยังรวมไปถึงความมากมายในจำนวนชนิด และสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยอีกด้วย ป่าเขตร้อนส่วนใหญ่มักพบอยู่ในประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งมีอัตราการเพิ่มประชากรสูงมากกว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว และประชากรส่วนใหญ่อาศัยการกสิกรรมเพื่อการดำรงชีพ และมีการพึ่งพาอาศัยป่าในด้านปัจจัยสี่ ดังนั้นแนวโน้มของการบุกรุกทำลายสภาพป่าธรรมชาติเพื่อเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรมจึงเพิ่มสูงขึ้นจากอดีตจนถึงปัจจุบัน สำหรับประเทศไทยจากการสำรวจพื้นที่ป่าไม้ โดยกรมป่าไม้พบว่าในปี พ.ศ. 2504 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าประมาณ 171 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 53.33 ของประเทศ และในปี พ.ศ. 2531 ลดลงเหลือร้อยละ 25.28 (Charuphat, 2000) และในปี พ.ศ. 2562 กรมป่าไม้ร่วมกับกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช ได้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีรายละเอียดสูงเพื่อประเมินพื้นที่ป่าไม้ทั่วประเทศ พบว่ามีพื้นที่ป่าคงเหลือร้อยละ 31.68 (กรมป่าไม้, 2562) จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยยังคงถูกบุกรุกทำลาย และปัจจัยที่มีผลต่อการบุกรุกป่าเพื่อการเกษตร ประกอบด้วย ราคาพืชผลการเกษตร จำนวนประชากร ผลผลิตการเกษตรต่อหน่วยพื้นที่ การพัฒนาภาคอุตสาหกรรม และการปลูกพืชผสม

ในปัจจุบันจึงได้มีความพยายามที่จะฟื้นฟูป่า และเพิ่มพื้นที่ป่าโดยเฉพาะในภาครัฐ ซึ่งยุทธศาสตร์การเพิ่มพื้นที่ป่าของภาครัฐนอกจากการประกาศพื้นที่อนุรักษ์เพิ่มเติม และการปลูกป่าฟื้นฟูในพื้นที่ต้นน้ำแล้ว ยังมีการส่งเสริมให้ปลูกป่าเศรษฐกิจเพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ป่าอีกทางหนึ่งด้วย องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้เป็นหน่วยงานภาครัฐที่อยู่ในรูปของรัฐวิสาหกิจ โดยมีภารกิจหลักคือการปลูกป่าเศรษฐกิจเพื่อการส่งเสริมการใช้ไม้ทั้งในและต่างประเทศ นอกจากนั้นองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ยังเน้นให้มีการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่สวนป่าด้วย เพราะจะต้องดำเนินการจัดการสวนป่าภายใต้เงื่อนไขการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน (forest stewardship council: FSC) จึงได้มีการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่สวนป่าขึ้น โดยเฉพาะการศึกษาความหลากหลายของพรรณพืช เช่น การศึกษาของ กิจจา และจงรัก (2556) ศึกษาความหลากหลายของชนิดไม้ในสวนป่าสักของสวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่ แหลมไทย และคณะ (2559) ได้ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพสวนป่านครน่าน จังหวัดน่าน เป็นต้น และเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการสูญเสียหน้าดินจากการ

ปลูกพืชเชิงเดี่ยว ในการจัดการสวนป่าจึงมีการจัดการให้พืชชนิดอื่นเข้ามาตั้งตัวในพื้นที่สวนป่า โดยการส่งเสริมให้เกิดการทดแทนตามธรรมชาติ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาถึงศักยภาพของชนิดไม้ต้นที่สามารถเจริญทดแทน (regeneration) ในพื้นที่สวนป่าอย่างจริงจัง เช่นการศึกษาที่ผ่านมา Kaewkrom et al. (2005) และ Koonkhunthod et al. (2007) ต่างก็มุ่งเน้นถึงการศึกษาความหลายหลายของพรรณพืช และความแปรผันของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในสวนป่าเท่านั้น ยังไม่ได้บ่งชี้ถึงความสามารถของการเจริญทดแทน (regeneration) ของชนิดพรรณพืชเหล่านั้นอย่างแท้จริง

ในปัจจุบันลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช (plant functional traits) ได้ถูกนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพของชนิดพรรณพืชอย่างกว้างขวาง เช่น Wrigth et al. (2004), Conti et al. (2013) และ Asanok et al. (2013) เนื่องจากลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืชเป็นลักษณะทางกายภาพวิทยา (morphology) ลักษณะทางสรีรวิทยา (physiology) และ ชีพลักษณ์วิทยา (phenology) ที่บ่งบอกถึงกลยุทธ์การจับยึด (capture) หรือการใช้ทรัพยากรทางนิเวศวิทยา รวมถึงการแสดงออกของพรรณพืชแต่ละชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสิ่งแวดล้อม ซึ่งส่งผลกระทบต่อระดับของการบริโภค (trophic levels) และคุณลักษณะของระบบนิเวศ (Kattge et al., 2011) นอกจากนั้นความแปรผันของลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืชแต่ละชนิดในสังคม ยังบ่งบอกถึงอิทธิพลของกระบวนการกลั่นกรองโดยปัจจัยสิ่งแวดล้อม (environment filtering) ในสังคมนั้น ๆ ส่งผลให้สังคมพืชมีความแตกต่างกันภายใต้ปัจจัยสิ่งแวดล้อมเดียวกัน ซึ่งการศึกษาความแปรผันของลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืชได้รับการยอมรับแล้วว่า สามารถใช้เพื่อการติดตามและตอบปัญหาทางนิเวศวิทยาได้มากมายโดยไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานและงบประมาณที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ อย่างไรก็ตามลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืชยังไม่ได้ถูกนำมาใช้เพื่อบ่งบอกศักยภาพการเจริญทดแทนของพรรณพืชอย่างจริงจังโดยเฉพาะในพื้นที่สวนป่า ซึ่งถ้าถูกนำมาใช้อาจสามารถบ่งชี้ชนิดพรรณพืชที่มีความสามารถในการเจริญทดแทนได้สูงในพื้นที่สวนป่า เพื่อจะนำไปใช้จัดการด้านความหลากหลายในสวนป่าให้เกิดประสิทธิภาพต่อไป

สวนป่าขุนแม่คำมี ตั้งอยู่ตำบลห้วยโรง อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ เป็นพื้นที่ปลูกสร้างสวนป่าสัก (*Tectona grandis*) ซึ่งได้รับการประกาศให้ขึ้นทะเบียนสวนป่าเมื่อ ปี พ.ศ. 2511 เป็นสวนป่าโครงการ 1 ปลูกตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ มีทั้งหมด 17 แปลง และได้ขึ้นทะเบียนที่ดินเป็นสวนป่าตาม พ.ร.บ. สวนป่า พ.ศ. 2535 มีเนื้อที่ในการขึ้นทะเบียนโครงการ ทั้งหมด 19,454 ไร่ เนื่องจากเป็นพื้นที่สวนป่าโครงการ 1 องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้จึงกำหนดให้มีการจัดการสวนป่าขุนแม่คำมีตามหลักการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน (FSC) แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาศักยภาพ

การเจริญทดแทนของชนิดพืชท้องถิ่นที่สามารถเจริญทดแทนดีในพื้นที่สวนป่าแห่งนี้มาก่อน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้นำลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืชเข้ามาประยุกต์ใช้ในการศึกษาถึงความสามารถในการเจริญทดแทนโดยมุ่งเน้นไปที่ การศึกษาองค์ประกอบชนิดและความหลากหลายลักษณะเชิงหน้าที่ของชนิดไม้ต้นที่ขึ้นเจริญทดแทนในพื้นที่สวนป่าสักขุนแม่คำมีภายใต้การแปรผันของปัจจัยดิน เพื่อค้นหาชนิดพืชท้องถิ่นที่มีศักยภาพสูงในการเจริญทดแทนในพื้นที่สวนป่า อันจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการความหลากหลายของพรรณพืชในพื้นที่สวนป่าสัก และสวนป่าไม้เศรษฐกิจให้มีความยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาองค์ประกอบชนิด และความหลากหลายของไม้ต้นที่ขึ้นเจริญทดแทน ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่

2. ศึกษาความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่ของไม้ต้นที่ขึ้นเจริญทดแทน ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่

3. ศึกษาการแปรผันของปัจจัยดินที่มีอิทธิพลต่อองค์ประกอบชนิด และลักษณะเชิงหน้าที่ของไม้ต้นที่ขึ้นเจริญทดแทน ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาองค์ประกอบชนิด และความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่ของไม้ต้น ในป่าเบญจพรรณ และสวนป่าสักอายุ 10, 20, 30 และ 40 ปี บริเวณสวนป่าแม่คำมี อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ โดยการวางแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร จำนวน 10 แปลง ต่อสังคมพืช รวมทั้งสิ้นเท่ากับ 50 แปลง พร้อมกับเก็บข้อมูลองค์ประกอบชนิดและลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืชร่วมกับปัจจัยดิน เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ที่บ่งชี้ถึงศักยภาพในการเจริญทดแทนของไม้ต้นแต่ละชนิดในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี โดยศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2562 – 2563

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงองค์ประกอบชนิด และความหลากหลายของไม้ต้นที่ขึ้นเจริญทดแทน ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่

2. ทราบถึงความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่ของไม้ต้นที่ขึ้นเจริญทดแทน ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่

3. ทราบถึงการแปรผันของปัจจัยดินที่มีอิทธิพลต่อองค์ประกอบชนิด และลักษณะเชิงหน้าที่ของไม้ต้นที่ขึ้นเจริญทดแทน ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่

บทที่ 2
ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร

1. ลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบชนิดพืช

สังคมพืช (plant community) หมายถึง พรรณพืชที่ขึ้นอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มก้อนเป็นเพราะพรรณพืชต่าง ๆ แต่ละต้นฝังรากแน่นอยู่กับพื้นดินเป็นส่วนใหญ่ แล้วทำการสืบลูกหลานโดยสร้างส่วนสืบพันธุ์อย่างมากมายให้กระจายออกไป 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 โครงสร้างของสังคมพืชอาจจะมองได้ใน 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 แต่เมื่อเปรียบเทียบลักษณะในเชิงปริมาณแล้ว จะมองเห็นความแตกต่างได้อย่างเด่นชัดขึ้น ซึ่งเป็น

การจัดตัวอย่างหมู่ไม้หรือสังคมออกเป็นกลุ่มตามลักษณะที่กำหนดที่แสดงความเหมือนกันหรือสัมพันธ์กัน (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552)

2. การศึกษาโครงสร้างสังคมพืช

ในปัจจุบันการศึกษาโครงสร้างสังคมพืชมักมุ่งเน้นลักษณะโครงสร้าง 2 ประการ ได้แก่ โครงสร้างในแนวตั้ง และโครงสร้างในแนวนอน (Hitimana et al., 2004) โดยโครงสร้างทางด้านตั้งแสดงออกทางด้านความสูงของชั้นเรือนยอดที่แตกต่างกันตั้งแต่ระดับพื้นดินจนถึงชั้นเรือนยอดสูงสุด (Bourgeron, 1983) รวมถึงชนิดที่เป็นไม้เด่นในแต่ละชั้นเรือนยอดด้วย (Whittaker, 1975) ในป่าเขตร้อนสามารถแบ่งชนิดที่ปรากฏตามชั้นเรือนยอดต่าง ๆ ได้แก่ ชนิดเหนือเรือนยอด (emergent species) ชนิดเรือนยอดชั้นบน (upper canopy species) ชนิดเรือนยอดชั้นล่าง (lower canopy species) และ ชนิดไม้ชั้นล่าง (understory species) ซึ่งประกอบด้วย ไม้พุ่ม (shrub) และ ไม้ล้มลุก (herb) การเพิ่มขึ้นของโครงสร้างทางด้านตั้งคือการเจริญเติบโตด้านความสูงของไม้ในแต่ละชั้นเรือนยอดนั่นเอง (Richards, 1981; Whitmore, 1998) ส่วนโครงสร้างในแนวราบ ได้แก่ ความหนาแน่นและการกระจายของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้แต่ละต้นในสังคม ซึ่งแสดงออกในรูปพื้นที่หน้าตัด (Davis and Johnson, 1987; Hitimana et al., 2004) นอกจากนั้นความหนาแน่นและขนาดของต้นไม้ยังมีอิทธิพลต่อความหลากหลายทางชนิด ซึ่งทั้งสองค่ามีความสัมพันธ์ในลักษณะแปรผกผันกัน กล่าวคือเมื่อสังคมพืชมีความหนาแน่นมาก มักจะประกอบไปด้วยต้นไม้ที่มีขนาดเล็ก ในขณะที่สังคมพืชที่ประกอบด้วยต้นไม้ขนาดใหญ่มักจะมีความหนาแน่นต่ำ ซึ่งลักษณะดังกล่าวย่อมเอื้อให้เกิดความหลากชนิดที่แตกต่างกัน (White, 1983; Veblen, 1992; Denslow, 1995) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันด้วยและแตกต่างกันไปในแต่ละสภาพแวดล้อม (Whitmore, 1998; Huston, 1999; Waide et al., 1999) โดยลักษณะเชิงปริมาณที่นิยมตรวจวัดคือ ค่าความหนาแน่น ความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด และความถี่ของการปรากฏของไม้แต่ละชนิดในสังคม และเพื่อให้เห็นความสำคัญทางนิเวศวิทยา (ecological importance) ของไม้แต่ละชนิดในสังคม จึงรวมลักษณะเชิงปริมาณอย่างน้อยสองลักษณะของไม้แต่ละชนิดเข้าด้วยกัน และเพื่อให้การเปรียบเทียบความสำคัญของพรรณไม้ในสังคมได้ง่ายและเด่นชัดยิ่งขึ้น จึงแปลงลักษณะเชิงปริมาณเป็นค่าความสัมพัทธ์ (relative) หรือค่าสัดส่วนเชิงปริมาณของในแต่ละชนิดต่อค่าผลรวมเชิงปริมาณทั้งหมดของทุกชนิด เช่น ความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density) และความเด่นสัมพัทธ์ (relative dominance) ซึ่งผลรวมของค่าทั้งสามนี้เรียกว่า ค่าดัชนีความสำคัญ (importance value index, IVI) (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552) ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของโครงสร้างในแนวราบคือการเพิ่มจำนวนและความโตของต้นไม้แต่ละต้นในสังคม (Matos et al., 1999) เนื่องจาก

ความหนาแน่น และพื้นที่หน้าตัดแปรผกผันกัน จึงส่งผลให้การกระจายตัวตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหมู่ไม้เป็นไปในรูปชี้กำลังเชิงลบ (negative exponential form) หรือ reversed – J shaped curve (Denslow, 1995) ซึ่งรูปแบบการกระจายของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสามารถบ่งบอกถึงการถูกรบกวนและการใช้ประโยชน์ (Denslow, 1995) และสามารถทำนายถึงรูปแบบการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติได้ (Poorter et al., 1996) เช่น การปรากฏไม้ขนาดเล็กและขนาดกลางอยู่น้อยแสดงถึงหมู่ไม้ดังกล่าวถูกรบกวนและมีการสืบต่อพันธุ์ที่ผิดปกติ (Davis and Johnson, 1987) อีกทั้งยังใช้ในการกำหนดชั้นอายุและเปรียบเทียบการเจริญเติบโตระหว่างหมู่ไม้ (Kigomo et al., 1990; Kiyiapi, 1994) ดังนั้นปัจจุบันการศึกษาถึงความหนาแน่นของหมู่ไม้ และขนาดพื้นที่หน้าตัดจึงเป็นที่นิยมมากในประเทศไทย เช่น Asanok et al. (2017) ที่ศึกษาองค์ประกอบชนิดพรรณไม้บริเวณพื้นที่ริมแม่น้ำเจ้าพระยา Marod et al. (2019) ที่ศึกษาองค์ประกอบชนิดและการกระจายเชิงพื้นที่ของต้นไม้ ในป่าดิบเขา อุทยานแห่งชาติสุเทพ - ปุย จังหวัดเชียงใหม่ เป็นต้น ในปัจจุบันแบ่งอย่างกว้าง ๆ เป็น 2 วิธี คือ 1) การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (cluster) เป็นการจำแนกหมู่ไม้ (classification) ออกเป็นกลุ่ม ๆ ที่ในแต่ละกลุ่มมีลักษณะที่เหมือนกันและแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างชัดเจนรวมกันเป็นกลุ่มของหมู่ไม้ และ 2) การจัดเรียงลำดับของหมู่ไม้ (ordination) เป็นการศึกษาสังคมพืชโดยจัดวางสังคมพืชให้มีความสัมพันธ์กับแนวลดหลั่นของปัจจัยแวดล้อม (environmental gradient) (Whittaker, 1967)

3. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อสังคมพืช

ความแตกต่างของสังคมพืชปกคลุมดินในส่วนต่าง ๆ ของโลก เกิดขึ้นจากสาเหตุสำคัญคือความแปรผันของปัจจัยแวดล้อมของพื้นที่นั้น ๆ และอีกส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับโอกาสของการกระจายเข้ายึดครองพื้นที่ของพืชเอง พืชชนิดใดชนิดหนึ่งจะขึ้นอยู่ได้ในท้องที่ใดนั้นปัจจัยแวดล้อมในพื้นที่ต้องอยู่ในช่วงความทนทานเชิงนิเวศ (amplitude of tolerance or ecological amplitude) ของมันเป็นอันดับแรก ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยแวดล้อมมีบทบาทสำคัญต่อการกระจายพันธุ์ การพัฒนา การเจริญเติบโต และการดำรงพันธุ์ต่อไปในพื้นที่ ปัจจัยแวดล้อมนอกจากเป็นแหล่งสำคัญในการป้อนวัตถุดิบ และพลังงานที่จำเป็นให้แก่ขบวนการทางชีววิทยาของพืชแล้ว ยังมีบทบาทสำคัญในการสร้างสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมกับความต้องการของต้นพืช ในสภาพแวดล้อมที่คล้ายกัน สังคมพืชคลุมดินก็จะคล้ายกันทั้งในด้านโครงสร้างของสังคม และรูปชีวิตของพรรณพืชที่ปรากฏ ด้วยเหตุนี้ปัจจัยแวดล้อมจึงมีบทบาทสำคัญในการจำแนกสังคมพืช และความสมบูรณ์ของสังคม ไม่ว่าในด้านความหลากหลายของชนิด และความมากมายของต้นไม้ในแต่ละชนิด ล้วนแต่ถูกควบคุมด้วยปัจจัยแวดล้อมทั้งสิ้น (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552)

การจำแนกปัจจัยแวดล้อมในทางนิเวศวิทยา แบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ 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 โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อฤดูแล้งเพิ่มขึ้นซึ่งจะเป็นจุดวิกฤติสำหรับการรอดตายของพืช (Sakurai et al., 1991) สอดคล้องกับรายงานของ Marod et al. (2002) ที่พบว่ากล้าไม้สำคัญในป่าผสมผลัดใบส่วนใหญ่มีอัตราการรอดตายลดต่ำลงมากเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูแล้ง โดยทั่วไปพรรณไม้ส่วนใหญ่มีการพักตัวในฤดูแล้ง ซึ่งจะมีการผลัดใบ และจัดสภาพทางสรีระวิทยาเพื่อการเจริญเติบโตเมื่อย่างเข้าสู่ฤดูฝน อย่างไรก็ตามการออกดอกออกผลของไม้ป่าหลายชนิดเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง ทั้งนี้เพื่อการโปรยเมล็ดในจังหวะที่พอเหมาะกับการมีความชื้นที่ผิวดินเพื่อการงอกและเจริญเติบโตของกล้าไม้ (Marod et al., 2002) ปริมาณน้ำในดินยังเป็นปัจจัยสำคัญในการจำกัดรากพืชตามธรรมชาติ และยังเป็นตัวควบคุมชนิดและการกระจายของพันธุ์พืช (Wang, 2008) และยังจำเป็นต่อกระบวนการต่าง ๆ ของพืช กล่าวคือ น้ำ เป็นวัตถุดิบในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงทำให้เซลล์เต่ง และเป็นตัวกลางในการเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร อีกทั้งยังเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิภายในเซลล์พืชอีกด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2536)

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

2.1 ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (altitude) สภาพภูมิอากาศบางพื้นที่มีความผันแปรอย่างใกล้ชิดกับระดับความสูง ทั้งนี้เนื่องจากบรรยากาศในระดับต่ำของโลกคือในชั้น troposphere มีอุณหภูมิลดลงตามความสูง โดยในสภาพอากาศที่แห้งอุณหภูมิจะลดลงประมาณ 1 องศาเซลเซียส ต่อ 100 เมตร นอกจากนั้นอิทธิพลของความสูงที่มีผลต่อปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกระจาย และการเจริญเติบโตของพรรณพืชโดยตรง แสดงให้เห็นทั้งในระดับกว้าง และระดับแคบเฉพาะท้องถิ่น ในระดับกว้างแสดงให้เห็นได้ชัดจากการกระจายของสังคมพืชต่าง ๆ ภายในประเทศ โดยเฉพาะการเรียงตัวของป่าชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย ส่วนในระดับแคบแสดงให้เห็นการจากกระจายของสังคมพืชชนิดต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับเชิงเขาจนถึงยอดเขา เช่น การศึกษาของ Sinha et al., (2018) ที่ศึกษาผลของระดับความสูงและสภาพภูมิอากาศ ในการกำหนดองค์ประกอบป่าของอุทยานแห่งชาติ Singalila เทือกเขาหิมาลัยตะวันออก ประเทศอินเดีย 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 มีการสืบต่อพันธุ์ได้น้อยในที่ลาดชันสูง

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. ปัจจัยภูมิอากาศ (climatic factors) ซึ่งได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ลม อุณหภูมิ ความชื้นของอากาศ ความกดดันของบรรยากาศ และช่วงฤดูกาล นับว่ามีอิทธิพลต่อสังคมพืชเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีบทบาทต่อการกระจายของชนิดพืชและสังคมพืชที่ปกคลุมดินในแต่ละแห่ง นอกจากนั้นยังมีผลต่อความสมบูรณ์ การเจริญเติบโตของชนิดพืช และความมั่นคงของสังคมพืชคลุมดิน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลง และรูปแบบของลักษณะพรรณพืช ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำข้อมูลภูมิอากาศมาใช้ประเมินการกระจายของสังคมพืชในระดับภูมิทัศน์ขนาดใหญ่ เช่น Ágnes and Hufnagel (2013), Kirschbaum (2000) และ Short et al. (2016) เป็นต้น

4. ไฟป่า (forest fire) จัดเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดลักษณะโครงสร้างของสังคม เช่น ป่าผสมผลัดใบ ป่าเต็งรัง และทุ่งหญ้า เป็นต้น (Mueller – Dombois and Goldammer, 1981; Tyler, 1995; Marod et al., 1999) เนื่องจากพรรณไม้ส่วนใหญ่ในป่าดังกล่าวมีการปรับตัวเพื่อให้ตอบสนองต่อการรอดตายภายหลังไฟป่าได้ เช่น มีเปลือกหนาป้องกันเนื้อเยื่อเจริญหรือมีการแตกหน่อใหม่ภายหลังจากเกิดไฟป่า (Heinselman, 1980; Bunyavejchewin, 1983; Marod et al., 2002) ไฟป่าที่เกิดขึ้นในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นไฟผิวดิน (surface fire) ที่มีอัตราการลุกลามรวดเร็วทำให้ความรุนแรงของไฟลดลง ดังนั้นไฟป่าจึงมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมพืช เช่น บริเวณป่าเต็งรังห้วยขาแข้ง (Wanthongchai et al., 2011)

4. การจัดลำดับความสัมพันธ์ของสังคมพืชกับปัจจัยแวดล้อม

ดอกรัก และ อุทิศ (2552) กล่าวว่า การจัดลำดับสังคมพืช (plant community ordination) เป็นแนวทางหนึ่งในการศึกษาสังคมเมื่อมีแนวคิดเกี่ยวกับสังคมพืชในด้านชีวภูมิแปรผันต่อเนื่อง (continuum concept) การก่อตัวของแนวทางในการลำดับหมู่ไม้ (stand) หรือสังคมพืชคงเริ่มมาจากแนวคิดเกี่ยวกับช่วงความทนทานทางนิเวศวิทยาของชนิดพืช และได้พัฒนาต่อเนื่องจนเกิดแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีด้านความเป็นตัวของตัวเอง (individualistic concept) และท้ายที่สุดคือแนวคิดด้านชีวภูมิแปรผันต่อเนื่อง กล่าวคือพืชแต่ละชนิดมีช่วงความสำเร็จในการเข้ายึดครองพื้นที่และก่อความสมบูรณ์ได้ในปัจจัยสิ่งแวดล้อมช่วงใดช่วงหนึ่งและมีความสมบูรณ์สุดที่ระดับปัจจัยสิ่งแวดล้อมใดแวดล้อมหนึ่ง ในสภาพอื่น ๆ จะมีความสมบูรณ์ลดหลั่นกันไปจนถึงสภาพหนึ่งจะหายไปด้วยเหตุนี้การขึ้นร่วมกันของพรรณพืชในท้องที่หนึ่งท้องที่ใดเป็นเพียงช่วงหนึ่งของการแปรผันที่ต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งไม่สามารถแยกเป็นหน่วยที่แตกต่างกันอย่างเด็ดขาดได้ (discrete entities) ดังนั้นตัวอย่างหรือกลุ่มหรือในแต่ละท้องที่สามารถที่จะนำมาเรียงกันตามแนวของการแปรผันได้ การเรียงลำดับของกลุ่มพืชตามลักษณะที่ค่อย ๆ เปลี่ยนไปนี้เรียกการจัดลำดับ (ordination) ซึ่งก็คือการ

แปรผันที่ต่อเนื่องในด้านองค์ประกอบของสังคมพืชแม้ว่าอาจจะไม่รับกับความเป็นจริงในพื้นที่ที่ปรากฏทั้งนี้เนื่องจากการแปรผันของปัจจัยสิ่งแวดล้อมขาดเป็นตอน ๆ แต่เมื่อนำตัวอย่างมาจัดเรียงใหม่ก็จะเห็นความแปรผันที่ต่อเนื่องอย่างเด่นชัด การจัดลำดับโดยแท้จริงแล้วเป็นการจัดวางตัวอย่างไม่ว่าชนิด แปลงตัวอย่าง หมู่ไม้ หรือสังคมลงบนแนวแกน ซึ่งแทนลักษณะของสังคมหรือปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ลดหลั่นกันไป การจัดวางตัวอย่างอาจกระทำได้ในหลาย ๆ แนวแกนและมีหลายเทคนิคด้วยกัน เช่น วิธี Principal Components Analysis (PCA) คือ เทคนิคการหมุนเมทริกซ์ (metrix) ข้อมูลเดิมอย่างเข้มงวดและสามารถกำหนดเสมือนการฉายภาพตัวอย่างไปยังชุดแกนใหม่ได้ เช่น ความแปรปรวนสูงสุดจะถูกคาดการณ์หรือ "แยก" ตามแกนแรก (Axis 1) และรูปแบบสูงสุดที่ไม่เกี่ยวข้องกับแกน 1 จะฉายต่อบนแกนที่สอง (Axis 2) และการเปลี่ยนแปลงสูงสุดที่ไม่เกี่ยวข้องกับแกนแรกและแกนที่สองจะถูกคาดการณ์ฉายไว้ที่แกนที่สาม (Axis 3) เป็นต้น เทคนิค Canonical Correspondence Analysis (CCA) การจัดลำดับสังคมด้วยวิธีนี้จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปัจจัยแวดล้อม หลักการโดยทั่วไปของวิธีการนี้คือ การใช้ multiple regression เพื่อการเลือกเอา linear combination ของปัจจัยแวดล้อมที่อธิบายความแปรผันของ species score ในแต่ละแกน วิธีการนี้จึงสามารถจัดลำดับสังคมพืชและชนิดไม้ภายในสังคมไปตามปัจจัยแวดล้อมได้ในเวลาเดียวกัน เป็นต้น

5. ลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช (plant functional traits)

ลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช (plant functional traits) คือ ลักษณะทางกายภาพวิทยา (morphology) ลักษณะทางสรีรวิทยา (physiology) และ ชีพลักษณ์วิทยา (phenological) ที่บ่งบอกถึงกลยุทธ์ทางนิเวศวิทยาและการแสดงออกของพรรณพืชแต่ละชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสิ่งแวดล้อม ซึ่งส่งผลกระทบต่อระดับของการบริโภค (trophic levels) และคุณลักษณะของระบบนิเวศ (Kattge et al., 2011) เช่น ชนิดไม้ที่มีใบขนาดใหญ่ย่อมสังเคราะห์แสงได้มากกว่าชนิดที่มีใบขนาดเล็ก หรือ ชนิดไม้ที่มีเนื้อไม้อ่อนย่อมเติบโตได้เร็วกว่าชนิดที่มีเนื้อไม้แข็ง เป็นต้น (Wright et al., 2004) ซึ่งลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช มักจะใช้เป็นเครื่องมือเพื่อตรวจสอบว่าชนิดพืชใดที่มีกลยุทธ์ (strategies) ในระบบนิเวศที่แตกต่างกัน ในการใช้ทรัพยากรเพื่อการการสืบต่อพันธุ์ (Cornelissen et al, 2003) ทั้งนี้วิธีการขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงานที่ได้ถูกนำมาใช้เพื่อแสดงให้เห็นความสำคัญของการคัดกรองจากสิ่งแวดล้อม (environmental filtering) ในสังคมพืชที่มีความหลากหลายของระบบนิเวศ (Webb et al., 2010) และการศึกษาความแปรผันของลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืชได้รับการยอมรับแล้วว่า สามารถใช้เพื่อการติดตามและตอบปัญหาทางนิเวศวิทยาได้มากมายโดยไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานและงบประมาณที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ ใน

ขณะเดียวกันยังเป็นคุณลักษณะที่ทำการตรวจวัดและสร้างเป็นมาตรฐานเดียวกันได้อย่างชัดเจน (Cornelissen et al, 2003; Pérez-Harguindeguy et al., 2013)

ดังนั้นการศึกษาลักษณะเชิงหน้าที่จำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดพืช และปัจจัยแวดล้อม ที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออก รวมทั้งพลวัตของพืชด้วย (Diaz and Cabido, 2001) ลักษณะเชิงหน้าที่ของสังคมพืช สามารถช่วยอธิบายได้ทั้งในระดับพื้นที่ และภูมิภาคของการขึ้นอยู่ร่วมกันของชนิดไม้ และขอบเขตของการแสดงออกทางนิเวศวิทยาของลักษณะเชิงหน้าที่ภายใต้สิ่งแวดล้อม ลักษณะเชิงหน้าที่สามารถบ่งบอกถึงการตอบสนองของพืชที่เกิดจากทั้งธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมโดยการรบกวนของมนุษย์ (McGill et al., 2006) และสามารถนำไปใช้ในการระบุกลยุทธ์ที่เหมาะสมต่อการจัดการการเปลี่ยนแปลงของสังคมพืชด้วย

แนวทางการศึกษานิเวศวิทยาป่าไม้ต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยแวดล้อมเพื่อการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในอนาคต เช่น การเปลี่ยนแปลงของความหลากหลายทางชีวภาพ ผลกระทบจากชนิดรุกราน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพรรณพืชและสภาพภูมิอากาศ รวมถึงการทำงานด้านการเก็บกักคาร์บอน เป็นต้น ทั้งที่เกิดขึ้นเนื่องจากธรรมชาติโดยเฉพาะวิกฤติจากการเปลี่ยนแปลงของสภาวะโลกร้อน หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์เอง (Pérez-Harguindeguy et al., 2013) จากความสำคัญดังกล่าว ทำให้ปัจจุบันนักนิเวศวิทยาทั่วโลกจึงได้เร่งสร้างความร่วมมือเพื่อสร้างกรอบวิธีการมาตรฐาน (standardize protocols) เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลที่ดีและมีความจำเป็นเพื่อสร้างความกระจ่างของความแปรผันของลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช (plant functional traits) ในแต่ละชนิด โดยเฉพาะคุณลักษณะเชิงหน้าที่สำคัญที่สามารถคาดการณ์ถึงกระบวนการระหว่างพรรณพืชและระบบนิเวศ และคุณลักษณะเชิงหน้าที่ดังกล่าวต้องสามารถตรวจวัดได้ง่ายด้วยมาตรฐานเดียวกัน ที่สำคัญ เช่น ขนาดของพรรณพืช (plant size) ใช้ดัชนีของความสูง (height) หรือขนาดลำต้น (girth or diameter) ขนาดของเมล็ด (seed size) ใช้ดัชนีน้ำหนักเมล็ด (seed mass) และ โครงสร้างของใบ (leaf structure) นิยมใช้ดัชนีของขนาดพื้นที่ใบจำเพาะ (specific leaf area: SLA) หรือ ขนาดมวลต่อพื้นที่ใบ (leaf mass per area: LMA) เป็นต้น ดังเช่น Wright et al. (2004) ได้รายงานว่าพืชที่มีขนาดมวลต่อพื้นที่ใบ (LMA) มากจะมีสมรรถภาพของการสังเคราะห์แสง (photosynthetic capacity) ได้น้อยกว่าพืชที่มีค่า LMA ต่ำ สมรรถภาพของการสังเคราะห์แสง ก็คือความสามารถของพืชในการสร้างสมดุลระหว่างปริมาณการใช้น้ำและการจับยึดคาร์บอนไดออกไซด์ที่พอเพียง ดังนั้นถ้าพืชมีสมรรถภาพของการสังเคราะห์แสงมากแสดงว่ามีความสามารถในการเจริญเติบโตได้มากนั่นเอง (Baraloto et al., 2010) นอกจากนั้นยังพบว่าพืชที่มีค่า LMA มากจะมีช่วงชีวิตของใบ (leaf

lifespan) ที่ยาวนานกว่าชนิดที่มีค่า LMA ต่ำ ส่วนด้านความแปรผันของภูมิอากาศ พบว่าพืชในเขตร้อนที่มีปริมาณน้ำฝนมากจะมีค่า LMA สูง และมีช่วงชีวิตของใบมากกว่าพืชในเขตหนาวที่มีฝนตกน้อย และ Wright et al. (2004) ได้สรุปลักษณะเชิงหน้าที่ของใบ (leaf functional traits) ในลักษณะนี้ในรูปแบบของช่วงชั้นทางเศรษฐศาสตร์ของใบ (leaf economics spectrum) ไว้ว่าพืชที่มีค่า LMA มาก เป็นพืชที่มีต้นทุนสูง (high cost species) ในการเจริญเติบโตและให้บริการทางนิเวศในด้านการหมุนเวียนธาตุอาหารได้น้อยต้องใช้เวลาที่ยาวนาน เนื่องจากมีสมรรถภาพการสังเคราะห์แสงได้น้อย และมักมีช่วงชีวิตที่ยืนยาว (long life) จึงต้องใช้ทรัพยากรมากตามไปด้วย ในทางตรงกันข้ามพืชที่มีค่า LMA ต่ำ ถือว่าเป็นพืชที่ต้นทุนต่ำ (low cost species) เนื่องจากมีอัตราการสังเคราะห์แสงได้มาก มีช่วงอายุสั้นจึงสามารถหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศได้เร็วกว่า ดังนั้นพืชที่มีค่า LMA ต่ำสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าเนื่องจากมีสมรรถภาพในการสังเคราะห์แสงมากกว่า ต่อมาเพื่อให้การอธิบายง่ายขึ้นจึงมีนักนิเวศวิทยาหลายกลุ่มเปลี่ยนจากค่า ขนาดมวลต่อพื้นที่ใบ (leaf mass per area: LMA) มาเป็นค่า ขนาดพื้นที่ใบจำเพาะ (specific leaf area: SLA) แทน ซึ่งจะตีความในทางตรงกันข้ามกับค่า LMA กล่าวคือ พืชที่มีค่า SLA สูงจะเป็นพืชต้นทุนต่ำ (low cost economics spectrum) ส่วนพืชที่มีค่า SLA ต่ำจะเป็นพืชต้นทุนสูง (low cost economics spectrum) (Pérez-Harguindeguy et al., 2013)

ดังนั้นหากมองในด้านการอนุรักษ์เพื่อให้คงสภาพป่าที่สมบูรณ์มักมุ่งเน้นไปสู่พืชต้นทุนสูง ซึ่งพืชเหล่านี้มีคุณลักษณะเป็นไม้โตช้าและใช้ทรัพยากรมากจึงต้องใช้เวลานานในการฟื้นฟูสภาพป่าให้กลับมาเป็นสังคมถาวรดังเดิม แต่หากมองในแง่ของการใช้ประโยชน์ในด้านการหมุนเวียนธาตุอาหารหรือบทบาทในด้านการจับยึดคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว พืชต้นทุนต่ำย่อมมีประสิทธิภาพมากกว่าพืชต้นทุนสูง ดังนั้นลักษณะเชิงหน้าที่ใบ (leaf traits) และลักษณะเชิงหน้าที่ลำต้น (stem traits) จึงเป็นลักษณะที่สามารถนำมาใช้ในการอธิบายลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช (plant functional traits) ที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพรรณพืชแต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง

ซึ่งลักษณะเชิงหน้าที่ที่นิยมใช้สำหรับประเมินความสามารถในการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติมีดังนี้

1) พื้นที่ใบจำเพาะ (specific leaf area: SLA) ใช้อธิบายความสามารถในการรับแสง (Light capture economic) ประสิทธิภาพของใบในการสร้างน้ำหนักต่อหน่วยเวลา (net assimilation rate-NAR) ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (photosynthetic capacity) มักใช้เพื่อวิเคราะห์การเจริญเติบโต ขนาดของ SLA ถือเป็นมวลพื้นฐานที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง และปริมาณไนโตรเจนใน

ใบ แต่มีทิศทางตรงกันข้ามกับความยืนยาวของอายุใบ โดยทั่วไปพื้นที่ที่มีปัจจัยแวดล้อมสมบูรณ์ โดยเฉลี่ยมีค่า SLA สูงกว่า พื้นที่มีปัจจัยแวดล้อมต่ำ

2) ความหนาของใบ (leaf thickness: LT) เป็นกุญแจสำคัญที่บ่งบอกถึงการสร้างความแข็งแรงให้กับเนื้อเยื่อของใบ LT มีความแปรผันระหว่างพื้นที่และระหว่างชนิด ในเชิงการสร้างสมดุลของการใช้ประโยชน์จากคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ในกระบวนการสังเคราะห์แสงและกระบวนการลำเลียง จึงคาดการณ์ได้ว่าพืชจะมีใบหนาเมื่ออยู่ในที่แห้งแล้ง ธาตุอาหารต่ำ และมีชีวิตที่ยืนยาว แต่เมื่อพิจารณาพืชที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่เดียวกัน กลับพบว่าใบที่ได้รับแสง (sun leaf) มักมีค่า LT มากกว่าใบในร่ม (shade leaf) ส่วนระหว่างชนิด ความแปรผันของ LT ก็คือความแปรผันของชั้นมีโซฟิลล์ (mesophyll layers) ดังนั้น LT จึงบ่งบอกถึงความสามารถในการขับเคลื่อนสารต่าง ๆ ในใบ ที่ส่งผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง จึงทำให้ใบที่มีค่า LT สูงสามารถสังเคราะห์แสงได้มากกว่าใบที่มีค่า LT ต่ำ

3) ขนาดพื้นที่ใบ (leaf area: LA) มีความแปรผันต่อความผันแปรของภูมิอากาศ ธรณีวิทยา และระดับความสูง ในพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลความเค้น (stress) เกี่ยวกับความร้อน ความเย็น ธาตุอาหารและความแห้งแล้ง มักมีพื้นที่ใบขนาดเล็ก LA ยังมีความเชื่อมโยงกับลักษณะโครงสร้างของพืช เช่น ขนาดลำต้น ขนาดกิ่ง ทรงพุ่ม เป็นต้น LA บ่งบอกถึงกลยุทธ์การตอบสนองต่อความสามารถในการสังเคราะห์แสง กล่าวคือ เมื่อ LA มีขนาดใหญ่ย่อมมีโอกาสได้รับแสงมาก ซึ่งเป็นเหตุปัจจัยให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงมากตามไปด้วย นอกจากนั้นการที่พืชมีใบขนาดใหญ่ย่อมมีเซลล์ปากใบจำนวนมาก จึงสามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ได้มากกว่าชนิดพืชที่มีใบขนาดเล็ก

4) สัดส่วนน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดของใบ (leaf dry matter content; LDMC) เป็นลักษณะที่บ่งบอกถึงใบพืชที่มีเนื้อเยื่อเก็บน้ำหนาโดยเฉพาะในส่วนที่มีการสังเคราะห์แสง ทำให้ใบสามารถรักษาความชุ่มชื้นไว้ได้แม้ในพื้นที่ที่แห้งแล้ง ใบที่มีค่า LDMC สูงจึงประกอบไปด้วยเซลล์ chlorenchyma ขนาดใหญ่จึงมีพื้นที่ขนาดใหญ่เพื่อเก็บกรดคาร์โบไซลิค (carboxylic acids) และน้ำ จึงแสดงให้เห็นถึงการแสดงออกเชิงกลยุทธ์ ระหว่างพืชต้นทุนต่ำคือมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงมีอายุสั้นจะมีค่า LDMC สูง กับพืชต้นทุนสูงคือ มีอัตราการสังเคราะห์แสงน้อยมีอายุที่ยืนยาวจะมีค่า LDMC ต่ำ

5) ความหนาแน่นของเนื้อไม้ (wood density: WD) มีกลยุทธ์ที่เชื่อมโยงกับการเจริญเติบโตและการมีชีวิตของพืช พืชชนิดใดเนื้อไม้ที่มีค่า WD ต่ำ ย่อมประกอบไปด้วยเวสเซล (vessels) ที่มีขนาดใหญ่ ทำให้ต้นไม้โตเร็วเนื่องจากสามารถลำเลียงน้ำและอาหารได้มาก ในขณะที่ชนิดพืชที่มี WD สูง ย่อมประกอบไปด้วยเวสเซล ที่มีขนาดเล็กสามารถลำเลียงได้น้อยจึงทำให้โตช้า แต่พืชที่มี WD สูงจะมีการรอดชีวิตสูงด้วย เนื่องจากประหยัดน้ำและอาหาร โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่ขาดแคลน นอกจากนั้น เนื้อไม้ที่มี WD สูงย่อมแสดงถึงการป้องกันโรคได้ดีกว่า และบ่งบอกถึงความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนได้ดีกว่าไม้ที่มีค่า WD ต่ำ

6. ความหลากหลายของการทำงานในระบบนิเวศ (functional diversity)

ความหลากหลากของการทำงานในระบบนิเวศ (functional diversity) คือองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ ที่มีอิทธิพลต่อระบบนิเวศ หรือ การทำงานของระบบนิเวศนั้น ๆ ซึ่งความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต หรือความหลากหลายทางชีวภาพในแต่ละถิ่นอาศัย (habitat) มักจะถูกรวมไปถึงชนิดที่อาศัยอยู่ในพื้นที่นั้น ๆ รวมไปถึงลักษณะทางพันธุกรรม ลักษณะทางสรีระวิทยาของแต่ละชนิด ซึ่งลักษณะเหล่านี้ประกอบกันทำให้เกิดการทำงานขึ้นในแต่ละระบบนิเวศหรือ สังคมพืชนั้น ๆ ดังนั้น ความหลากหลายของการทำงานในระบบนิเวศ ขึ้นอยู่กับความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่ของชนิดพืช และความหลากหลายของชนิดพืชในพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งแปรผันไปตามสภาพปัจจัยสิ่งแวดล้อม (Mason et al., 2005)

การวัดค่าความหลากหลายของการทำงานในระบบนิเวศ วัดได้จากความหลากหลายลักษณะเชิงหน้าที่ที่ปรากฏอยู่ในแต่ละสังคม หรือแต่ละระบบนิเวศ ซึ่งความหลากหลายของการทำงานของระบบนิเวศมีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นกุญแจสำคัญที่สามารถบ่งชี้ว่าในแต่ละระบบนิเวศนั้นจะสามารถทำงาน หรือทำหน้าที่ทางนิเวศได้มากหรือน้อยแตกต่างกันอย่างไร โดยหน่วยวัดที่นิยมใช้ในการวัดความหลากหลายของการทำงานในระบบนิเวศ ได้แก่

1. การแพร่กระจายของลักษณะเชิงหน้าที่ (functional dispersion, FDis) คือ ค่าถ่วงน้ำหนักระยะทางเฉลี่ยหลายมิติของช่วงการทำงาน (multidimensional trait space) ของพืชแต่ละชนิดกับค่ากลาง หรือเซนทรอยด์ (centroid) ที่ถ่วงน้ำหนักของทุกชนิด โดยค่าถ่วงน้ำหนักมีความสอดคล้องกับความมากมายของแต่ละชนิด ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปริมาณการกระจายของช่องว่างคุณลักษณะของการทำงาน (trait space) ของพรรณพืชในระบบนิเวศของแต่ละสังคมพืช (Almeida et al., 2018)

2. ความร่ำรวยของลักษณะเชิงหน้าที่ (functional richness, FRic) คือ จำนวนพื้นที่ความต้องการ (niche) เฉพาะที่ถูกครอบครองโดยแต่ละชนิดในสังคม ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปริมาณการของช่องว่างคุณลักษณะของการทำงาน (trait space) ของพรรณพืชในระบบนิเวศของแต่ละสังคมพืช (Legras et al., 2018)

3. ค่าความสม่ำเสมอของลักษณะเชิงหน้าที่ (functional evenness, FEve) คือ ความสม่ำเสมอของการกระจายของลักษณะเชิงหน้าที่ในช่องว่างคุณลักษณะของการทำงาน (functional trait space) ของแต่ละสังคม ซึ่งจะทำให้ทราบถึงความสม่ำเสมอของช่องว่างคุณลักษณะของการทำงาน (trait space) ของพรรณพืชในระบบนิเวศของแต่ละสังคมพืช (Legras and Gaertner, 2018)

4. ค่าความแตกต่างของลักษณะเชิงหน้าที่ (functional divergence, FDiv) คือ ความแตกต่างเชิงหน้าที่เกี่ยวกับการกระจายความมากมายภายในปริมาตรของลักษณะเชิงหน้าที่ในช่องว่างคุณลักษณะของการทำงาน (functional trait space) ที่ถูกครอบครองโดยชนิดภายในสังคม จะมีค่าต่ำเมื่อหลายชนิดในสังคมมีค่าความแตกต่างของคุณลักษณะ (trait range) น้อย และจะมีค่าสูงเมื่อแต่ละชนิดในสังคมมีค่าความแตกต่างของคุณลักษณะมาก ซึ่งจะทำให้ทราบถึงค่าความแตกต่างการทำงานของช่องว่างคุณลักษณะของการทำงาน (trait space) ของพรรณพืชในระบบนิเวศของแต่ละสังคมพืช (Pakeman, 2014)

5. ค่าผลรวมเอนโทรปีของ Rao (Rao’s quadratic entropy, RaoQ) คือ ค่าผลรวมค่าความแตกต่างของค่าถ่วงน้ำหนัก (weighted) ในแต่ละชนิดภายในพื้นที่ของลักษณะเชิงหน้าที่ในช่องว่างคุณลักษณะของการทำงาน (functional trait space) โดยค่าถ่วงน้ำหนักได้มาจากการถ่วงด้วยค่าความมากมายสัมพัทธ์ของแต่ละชนิดในสังคม จะมีค่ามากเมื่อจำนวนในแต่ละชนิดมากและมีค่าน้อยเมื่อจำนวนในแต่ละชนิดน้อย ซึ่งจะทำให้ทราบถึงความผันผวนของช่องว่างคุณลักษณะของการทำงาน (trait space) ของพรรณพืชในระบบนิเวศของแต่ละสังคมพืช (Botta-Dukát, 2005)

ค่าความเด่นของลักษณะเชิงหน้าที่มักจะเสนอในรูปแบบของค่าถ่วงจำเพาะระดับสังคมของลักษณะเชิงหน้าที่ (community-level weighted mean of traits, CWM) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงความเด่นของแต่ละลักษณะในแต่ละสังคมพืชโดยขึ้นอยู่กับความมากมายของชนิดพืชที่มีลักษณะเชิงหน้าที่นั้น ๆ เพื่อเปรียบเทียบกับลักษณะอื่น ๆ ของทั้งสังคม ดังนั้นลักษณะเชิงหน้าที่ใดที่มีค่า CWM สูงแสดงว่าสังคมพืชนั้นประกอบไปด้วยชนิดพืชที่มีลักษณะนั้นอยู่จำนวนมาก (Qi et al., 2015)

7. การจัดการสวนป่าสักอย่างยั่งยืนภายใต้มาตรฐาน FSC

การจัดการสวนป่าไม้เศรษฐกิจอย่างยั่งยืน (sustainable economic forest plantation management) คือ การจัดการเพื่อรักษาและส่งเสริมสภาพความสมบูรณ์ของสวนป่าไม้เศรษฐกิจในระยะยาว ในขณะเดียวกันก็สามารถอำนวยประโยชน์แก่ประชาชนในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมทั้งในปัจจุบัน และอนาคต ข้อกำหนด สำหรับการจัดการสวนป่าไม้เศรษฐกิจอย่างยั่งยืน ที่กำหนดเป็นมาตรฐานการจัดการสวนป่าไม้เศรษฐกิจอย่างยั่งยืนในระดับชาติ ต้องประกอบด้วยข้อกำหนด ทางด้านการจัดการ และข้อกำหนดทางด้านการกระทำ ที่สามารถนำไปปรับใช้ได้ ในระดับสวนป่าหรือ ในระดับอื่น ๆ ที่เหมาะสม เพื่อที่จะทำให้แน่ใจว่า เจตนาของข้อกำหนดทั้งหมดนั้นได้บรรลุเป้าหมายมีความชัดเจนเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และสามารถตรวจรับรองได้ สามารถนำไปใช้ปฏิบัติกับกิจกรรมการดำเนินการของผู้เกี่ยวข้องทุกส่วนในพื้นที่สวนป่าไม้เศรษฐกิจ ซึ่งส่งผลต่อความสำเร็จในการปฏิบัติตามข้อกำหนดต่าง ๆ มีการกำหนดการจัดเก็บบันทึกเอกสาร ที่ต้องจัดหาไว้ให้เพื่อเป็นหลักฐานแสดงถึงการปฏิบัติตามข้อกำหนดของมาตรฐานการจัดการสวนป่าไม้เศรษฐกิจอย่างยั่งยืนภายใต้ข้อกำหนดของ FSC ประกอบด้วยข้อกำหนดเฉพาะดังนี้

หลักการที่ 1: การบำรุงรักษาพื้นที่สวนป่าอย่างเหมาะสม เพื่อช่วยเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่ยั่งยืน

โดยการวางแผนจัดการสวนป่า ต้องมุ่งที่จะรักษาหรือเพิ่มพื้นที่สวนป่า และพื้นที่ป่าไม้อื่น ๆ และส่งเสริมคุณค่าทางด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม ของทรัพยากรสวนป่ารวมถึงดินและน้ำ ทั้งนี้ต้องดำเนินการโดยใช้การบริการ และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องอย่างเต็มที่ มาสนับสนุนการวางแผนใช้ประโยชน์พื้นที่ และการอนุรักษ์ธรรมชาติ การจัดการสวนป่า ต้องประกอบด้วยกระบวนการที่สมบูรณ์ ของการสำรวจปริมาณผลผลิตและการวางแผนดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย การตรวจสอบติดตามและประเมินผล และต้องรวมถึงการติดตามตรวจสอบที่เหมาะสมต่อผลลัพธ์ทางด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม การดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ต้องคุ้มครองป้องกันปริมาณและคุณภาพของทรัพยากร และต้องนำมาตรการทางด้านวนวัฒนวิทยาที่เหมาะสมมาใช้ แผนการจัดการสวนป่าต้องมีความเหมาะสมกับขนาดและการใช้ประโยชน์พื้นที่สวนป่า ต้องมีรายละเอียด และปรับปรุงให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ ต้องสรุปแผนดังกล่าวประชาสัมพันธ์ให้สาธารณชนได้รับรู้ เป็นต้น

หลักการที่ 2 : การรักษาสุขภาพและความแข็งแรงของระบบนิเวศป่าไม้

การวางแผนจัดการสวนป่า ต้องมุ่งที่จะรักษาสุขภาพและความแข็งแรงของระบบนิเวศสวนป่าเพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศป่าไม้ที่เสื่อมโทรม แผนการจัดการสวนป่า ต้องมีแนวทางเฉพาะที่สามารถลดความเสี่ยงให้ต่ำสุดด้านการทำลายและการสร้างความเสียหายต่อระบบนิเวศป่าไม้ การดำเนินกิจกรรมการจัดการสวนป่าต่าง ๆ ต้องเน้นการใช้กระบวนการทางธรรมชาติและมาตรการทางชีววิธีในบริเวณที่สามารถเป็นไปได้และเท่าที่เป็นไปได้ เพื่อส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้งในด้านพันธุกรรม ชนิด และโครงสร้างของระบบนิเวศป่าไม้ ต้องมีการพิจารณาถึงผลของความเสียหายที่เกิดจากไฟป่า โรคแมลง และความเสียหายอื่น ๆ หลีกเลี่ยงการจุดไฟ ทั้งนี้ อาจดำเนินการได้เฉพาะกรณีที่มีการควบคุมและมีความสำคัญต่อความสำเร็จของเป้าหมายการจัดการของสวนป่าเท่านั้น

หลักการที่ 3 : การรักษาสภาพและการสนับสนุนการทำหน้าที่ด้านผลผลิตและบริการของสวนป่า

การวางแผนจัดการสวนป่าและการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ต้องมุ่งที่จะรักษาสภาพความสามารถในการให้ผลผลิตทั้งผลผลิตที่เป็นเนื้อไม้ และผลผลิตที่มิใช่เนื้อไม้ และการบริการบนพื้นฐานความยั่งยืนของสวนป่า การวางแผนการจัดการสวนป่า ต้องมุ่งที่จะบรรลุถึงผลประกอบการทางด้านเศรษฐกิจที่ดี ด้วยการสำรวจหาตลาดใหม่ ๆ สำหรับสินค้าและการบริการที่เกี่ยวข้องทั้งหมด แผนการจัดการสวนป่า ต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้ประโยชน์และการทำหน้าที่ที่แตกต่างกันของพื้นที่แปลงสวนป่าแต่ละแปลง ทั้งในด้านผลผลิตเนื้อไม้ ผลผลิตที่มิใช่เนื้อไม้ และการบริการความสามารถในการให้ผลผลิตของพื้นที่สวนป่า ต้องได้รับการรักษาสภาพไว้ด้วยการเจริญทดแทน การดูแลรักษา และการดำเนินการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่เหมาะสม

หลักการที่ 4 : การรักษาสภาพ การอนุรักษ์และการส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศป่าไม้

การวางแผนจัดการสวนป่า ต้องมุ่งรักษาสภาพ อนุรักษ์ และส่งเสริมระดับความหลากหลายของระบบนิเวศ ชนิด และพันธุกรรม การวางแผนการสำรวจและการระบุพิกัดในแผนที่ของทรัพยากรสวนป่า ต้องดำเนินการเพื่อการป้องกัน และอนุรักษ์ พื้นที่ที่มีความสำคัญทางด้านระบบนิเวศตามเกณฑ์ต่อไปนี้

ก) ระบบนิเวศป่าไม้ที่หายาก และเปราะบาง หรือพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของระบบนิเวศ

ข) พื้นที่ที่มีชนิดประจำถิ่นอยู่อาศัย และที่อยู่อาศัยของชนิดที่ถูกคุกคาม

ค) พื้นที่ที่มีชนิดที่ใกล้จะสูญพันธุ์และชนิดสงวนอยู่อาศัย

ง) พื้นที่ภูมิทัศน์ขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญในระดับ ประเทศ ภูมิภาค และนานาชาติ

ชนิดพืชและสัตว์ที่ใกล้จะสูญพันธุ์ ต้องไม่ถูกเก็บหาหรือถูกล่าเพื่อวัตถุประสงค์ในการค้า และต้องมีมาตรการในการป้องกัน เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณของประชากร การจัดการสวนป่า ต้องทำให้เกิดการเจริญทดแทนอย่างสมบูรณ์ของป่า ด้วยการส่งเสริมวิธีการเจริญทดแทนตามธรรมชาติควบคู่ไปกับการปลูกใหม่ การปลูกต้นไม้ ต้องพิจารณาคัดเลือกชนิดไม้และสายพันธุ์ท้องถิ่นและพื้นเมืองเป็นลำดับแรก การนำชนิดไม้ หรือสายพันธุ์ต่างถิ่นมาปลูก ต้องมีการตรวจประเมินผล เพื่อหลีกเลี่ยงถึงผลกระทบด้านลบที่อาจจะเกิดขึ้น และต้องสนับสนุนการดำเนินกิจกรรมที่ปรับปรุงและฟื้นฟูความเชื่อมโยงของระบบนิเวศ การวางแผนจัดการสวนป่า ต้องคงเหลือต้นไม้ที่เป็นไม้ที่หายาก ไม้ถูกคุกคามและไม้ใกล้สูญพันธ์ ไม้อายุมาก ไม้ขนาดใหญ่มาก แม่ไม้ และไม้ที่เป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของสัตว์ป่า กระจัดกระจายไว้ในพื้นที่แปลงปลูก เพื่อเป็นการคุ้มครองป้องกันความหลากหลายทางชีวภาพ ระบบการจัดการแบบดั้งเดิมที่สามารถสร้างระบบนิเวศที่มีคุณค่า อาทิ การตัดให้แตกหน่อในพื้นที่ที่เหมาะสมทางเศรษฐกิจ ควรได้รับการสนับสนุน ความสมดุลระหว่างจำนวนประชากรของสัตว์และความสำเร็จของการเจริญทดแทน การเจริญเติบโต และความหลากหลายทางชีวภาพของป่า ควรได้รับการคำนึงถึง การเลี้ยงสัตว์และการเก็บเกี่ยวผลผลิต ต้องดำเนินการโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างถาวรต่อระบบนิเวศ

หลักการที่ 5 : การรักษาสภาพและการส่งเสริมการทำหน้าที่ด้านการป้องกันของการจัดการสวนป่า (เพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ)

การวางแผนจัดการสวนป่า ต้องมุ่งที่จะรักษาสภาพและส่งเสริมการทำหน้าที่ป้องกันของสวนป่าเพื่อสังคม อาทิ การป้องกันสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน การป้องกันการพังทลายของดิน และการป้องกันผลกระทบที่เป็นวิกฤติภัยของน้ำ บริเวณพื้นที่สวนป่าที่มีความสำคัญต่อหน้าที่ในการป้องกันเพื่อสังคม ต้องได้รับการจดบันทึกเป็นหลักฐาน และทำเป็นแผนที่ และแผนการจัดการสวนป่าในพื้นที่เหล่านี้จะต้องได้รับการพิจารณาอย่างครบถ้วน ในพื้นที่สวนป่าที่มีความสำคัญต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำจะต้องได้รับการดูแลเป็นพิเศษ ต้องหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี และวิธีปฏิบัติทางวนวัฒน์ที่ไม่เหมาะสม ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบเสียหายต่อคุณภาพของน้ำและดิน

หลักการที่ 6 : การรักษาสภาพการทำหน้าที่ทางด้านเศรษฐกิจสังคมของสวนป่า

การวางแผนการจัดการสวนป่า ต้องมุ่งที่การทำหน้าที่หลายๆ อย่างต่อสังคมของสวนป่า รวมถึงบทบาทของสวนป่าในการพัฒนาชนบท และพิจารณาเป็นพิเศษถึงโอกาสของการจ้างงานใหม่ เพื่อเชื่อมโยงกับการทำหน้าที่ด้านเศรษฐกิจสังคมของสวนป่า การจัดการสวนป่า ต้องส่งเสริมสุขอนามัยและความผาสุก ในระยะยาวของชุมชนที่อยู่ในหรือรอบ ๆ สวนป่า การจัดการด้านสิทธิในทรัพย์สินและการครอบครองที่ดิน สำหรับพื้นที่สวนป่าที่เกี่ยวข้อง ต้องกำหนดและจัดทำเป็นเอกสารไว้อย่างชัดเจน นอกจากนั้น สิทธิตามกฎหมาย สิทธิทางวัฒนธรรมและประเพณีที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่สวนป่า ต้องได้รับการอธิบาย รับรอง และเคารพเอาใจใส่ การเข้าใช้ประโยชน์พื้นที่สวนป่าที่มีความเหมาะสม เพื่อวัตถุประสงค์ทางด้านนันทนาการ ต้องจัดหาไว้ให้อย่างเพียงพอ ผู้จัดการสวนป่า ผู้รับเหมา ลูกจ้าง และเจ้าของสวนป่า ต้องได้รับความรู้อย่างเพียงพอ และสนับสนุน เพื่อให้ทันสมัยอยู่เสมอ ด้วยการฝึกอบรมอย่างต่อเนื่อง

หลักการที่ 7 : การปฏิบัติตามข้อกำหนดของกฎหมาย

การจัดการสวนป่า ต้องปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับ การดำเนินกิจกรรมและการปฏิบัติงานต่าง ๆ ทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับชาติ ที่เป็นปัจจุบันประกอบด้วย การจัดการสวนป่า และปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและชนิดสงวนและใกล้สูญพันธุ์ สิทธิในทรัพย์สิน สิทธิการครอบครองและสิทธิการใช้ประโยชน์ของชนพื้นเมือง สุขอนามัย แรงงาน และความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และการจ่ายค่าธรรมเนียม ค่าภาคหลวงและภาษีต่าง ๆ (รวมถึง กฎหมายอื่น ๆ ที่ได้ระบุไว้ใน ข้อตกลงหุ้นส่วนภาคสมัครใจ (voluntary partnership agreements: VPA) กับสหภาพยุโรป) การจัดการสวนป่า ต้องจัดให้มีมาตรการอย่างเพียงพอในการป้องกันสวนป่า จากกิจกรรมผิดกฎหมายต่าง ๆ อาทิเช่น การลักลอบตัดต้นไม้ การบุกรุกพื้นที่สวนป่า การจุดไฟเผาป่า และการกระทำที่ผิดกฎหมายอื่น ๆ

การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการอยู่ภายใต้กรอบมาตราฐานของหลักการที่ 4 คือการจัดการสวนป่าให้มีความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาจะช่วยให้สวนป่าขุนแม่คำมีนำไปใช้ในการประเมินกรอบมาตรฐานการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืนภายใต้ข้อกำหนดของ FSC ต่อไป

8. สวนป่าขุนแม่คำมี

ข้อมูลทั่วไป

สำนักงานสวนป่าขุนแม่คำมี ตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 6 ตำบลห้วยโรง อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ อยู่ห่างจังหวัดประมาณ 57 กิโลเมตร หลัก กม.ที่ 191 ถนนทางหลวงแผ่นดินสาย แพร่ – น่าน สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 350 – 700 เมตร ที่พิกัด UTM 47 Q 656555E 2040280N ลักษณะภูมิประเทศ พื้นที่สวนป่าโดยทั่วไป เป็นภูเขาสลับกับร่องห้วยลึก มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 350 -700 เมตร สภาพป่าเดิมเป็นป่าเบญจพรรณที่มีไม้สักขึ้นผสมป่าเต็งรัง ลักษณะสภาพภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝนทั้งปีประมาณ 1,260 - 1,340 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 30.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 18.2 องศาเซลเซียส ลักษณะดินโดยส่วนใหญ่เป็นกลุ่มชุดดินที่ 14 ดินเปรี้ยวจัดลึกปานกลาง และมีชั้นดินเลนที่มีศักยภาพก่อให้เกิดเป็นดินเปรี้ยวจัด หรือดินกรดกำมะถันภายในความลึก 150 ซม. จากผิวดิน ดินบนปฏิกิริยาเป็นกรดจัดมาก และดินล่างมีปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่าง การระบายน้ำเลว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ รวมทั้งชุดดินที่ 6 กลุ่มดินเหนียวลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด การระบายน้ำเลวถึงค่อนข้างเลว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และกลุ่มชุดดินที่ 20 กลุ่มดินเค็มเกิดจากตะกอนลำน้ำ มีคราบเกลือลอยหน้าหรือมีชั้นดานแข็งที่สะสมเกลือภายในความลึก 100 ซม. จากผิวดิน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่าง การะบายน้ำค่อนข้างเลว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทรัพยากรธรณีลักษณะธรณีวิทยาทั่วไปของสวนป่าขุนแม่คำมี ประกอบด้วยตะกอน หินตะกอน หินแปร และหินอัคนีชนิดต่าง ๆ ที่พบกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ โดยมีอายุตั้งแต่ยุคคาร์บอนิเฟอร์รัส (360 ล้านปี) ถึงตะกอนยุคควอเทอร์นารีปัจจุบัน (สวนป่าขุนแม่คำมี, 2563) สามารถวิเคราะห์ลักษณะธรณีวิทยาพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี ดังนี้

- หมวดหินก้างปลา ประกอบด้วยหินปูนสีเทาแสดงชั้นบางถึงชั้นมวลหนาหรือเป็นปื้น
- หมวดหินผาแดง ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง หินโคลนและหินกรวดมนสีแดง
- หินยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก ประกอบด้วย หินทราย หินทรายเนื้อภูเขาไฟ หินปูนเนื้อดิน หินไรโอลิติกทัฟฟ์กึ่งแปรสภาพ หินดินดาน หินปูนเป็นเลนส์ หินเชิร์ตและหินปูนเนื้อไข่ปลา หินยุคจูแรสซิกประกอบด้วย หินไรโอไลต์ หินไรโอลิติกทัฟฟ์และหินแอนดิซิติกทัฟฟ์
- หมวดหินวังชิ้น ประกอบด้วยหินโคลนสีเทาเข้มแทรกสลับด้วยทราย แสดงชั้นบางถึงหนา

ทรัพยากรน้ำบริเวณพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี มีลำห้วยขนาดเล็กมากมายกระจายทั่วพื้นที่ ส่วนใหญ่เป็นลำห้วยที่มีน้ำเฉพาะช่วงน้ำหลากในฤดูฝน มีน้ำตกห้วยโรง ซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงกับสวนป่าขุนแม่คำมี โดยมีน้ำตลอดทั้งปีแต่จะมีปริมาณน้อยในช่วงฤดูแล้ง ลำห้วยต่าง ๆ เหล่านี้ถือเป็นส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำยม รูปแบบของการใช้ที่ดินในอดีตบริเวณสวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่ จากการ

สำรวจพบว่าในอดีตมีการใช้ที่ดินหลายลักษณะประกอบด้วย ป่าผสมผลัดใบซึ่งพบอยู่โดยรอบของสวนป่าขุนแม่คำมี ป่าเต็งรังพบอยู่บริเวณส่วนกลางของพื้นที่สวนป่า ทุ่งหญ้ามีขนาดเล็กพบทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือ ไร่ร้าง พบเป็นหย่อมขนาดเล็ก ชุมชนพบทางด้านทิศใต้ของสวนป่า และพื้นที่เกษตรกรรม พบกระจายทั่วไปและมีพื้นที่ขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังพบป่าดิบเขาอยู่บริเวณใกล้เคียงทางด้านทิศตะวันออกของพื้นที่อีกด้วย แต่ในปัจจุบันได้ถูกเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่สวนป่า และคงเหลือป่าธรรมชาติไว้เฉพาะในเขตพื้นที่อนุรักษ์ของสวนป่าเท่านั้น ทรัพยากรป่าไม้บริเวณสวนป่าขุนแม่คำมีประกอบด้วยป่าธรรมชาติ 4 ชนิด ได้แก่ ป่าเต็งรัง ป่าเต็งรัง – ไม้สน ป่าผสมผลัดใบ และป่าดิบแล้ง อย่างไรก็ตาม ได้มีการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่คำมี จังหวัดแพร่ ปี พ.ศ. 2555 ของกลุ่มงานความหลากหลายทางชีวภาพและด้านป่าไม้ของกรมป่าไม้ การสูญเสียความหลากหลายของพรรณพืช ปริมาณการเก็บกักน้ำ และปริมาณการเก็บกักคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) รวมทั้งมูลค่าของคาร์บอนไดออกไซด์ของพื้นที่

แปลงปลูกสร้างสวนป่า

พื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมีได้รับการประกาศให้ขึ้นทะเบียนสวนป่าเมื่อ ปี พ.ศ. 2511 โดยสวนป่าขุนแม่คำมีเป็นสวนป่าโครงการ 1 ปลูกตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ มีทั้งหมด 17 แปลง ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวได้ขึ้นทะเบียนที่ดินเป็นสวนป่าตาม พ.ร.บ. สวนป่า พ.ศ. 2535 มีเนื้อที่ในการขึ้นทะเบียนโครงการ ทั้งหมด 19,454 ไร่ โดยเริ่มต้นมีแปลงปลูกทั้งหมด 17 แปลง หลังจากนั้นได้แบ่งออกเป็นแปลงย่อยตามปีปลูกรวมเป็น 36 แปลงย่อย ได้แก่ แปลงปลูกปี 2511 (2 แปลงย่อย), แปลงปลูกปี 2512 (2 แปลงย่อย), แปลงปลูกปี 2513 (2 แปลงย่อย), แปลงปลูกปี 2514 (4 แปลงย่อย), แปลงปลูกปี 2515 (4 แปลงย่อย), แปลงปลูกปี 2516 (3 แปลงย่อย), แปลงปลูกปี 2517 (2 แปลงย่อย), แปลงปลูกปี 2518 (3 แปลงย่อย), แปลงปลูกปี 2519 (2 แปลงย่อย), แปลงปลูกปี 2520 (3 แปลงย่อย), แปลงปลูกปี 2521 (1 แปลงย่อย), แปลงปลูกปี 2522 (1 แปลงย่อย), แปลงปลูกปี 2523 (1 แปลงย่อย), แปลงปลูกปี 2524 (1 แปลงย่อย), แปลงปลูกปี 2525 (1 แปลงย่อย), แปลงปลูกปี 2526 (3 แปลงย่อย) แปลงปลูกปี 2527 (1 แปลงย่อย) (สวนป่าขุนแม่คำมี, 2563) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แปลงปลูกเริ่มต้น และแปลงปลูกย่อย ของการปลูกสร้างสวนป่าในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี

แปลงปลูกเริ่มต้น	แปลงปลูกย่อย	อายุ
2511	2511/44	19
	2511/47	16
2512	2512/45	18
	2512/48	15
2513	2513/46	17
	2513/49	14
2514	2514/46	17
	2514/47	16
	2514/52	11
	2514/53	10
2515	2515/48	15
	2515/49	14
	2515/52	11
	2515/54	9
2516	2516/54	9
	2516/55	8
	2516/57	6
2517	2517/50	13
	2517/51	12
2518	2518/31	32
	2518/56	7
	2518/57	6
2519	2519/35	28
	2519/58	5
2520	2520/20	43
	2520/32	31
	2520/33	30

ตารางที่ 1 (ต่อ)

แปลงปลูกเริ่มต้น	แปลงปลูกย่อย	อายุ
2521	2521/21	42
2522	2522/22	41
2523	2523/23	40
2524	2524/24	39
2525	2525/25	38
2526	2526/26	37
	2526/29	34
	2526/30	33
2527	2527/27	36

หมายเหตุ : ความหมาย เช่น แปลงปลูกย่อย 2511/44 หมายถึง เริ่มต้นปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2511 แล้วมีการปลูกใหม่ในปี พ.ศ. 2544

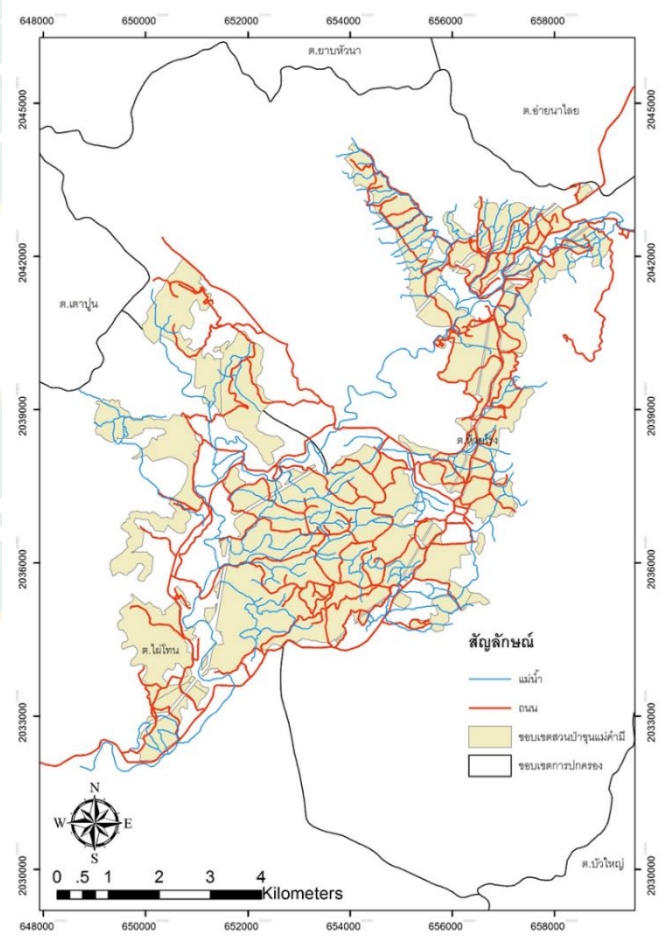
พื้นที่ดำเนินโครงการของสวนป่าขุนแม่คำมี โครงการ 1 ปลูกตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ มีแปลงปลูกทั้งหมด 17 แปลง จากนั้นได้แบ่งออกเป็นแปลงย่อย 36 แปลงย่อย และมีพื้นที่ตามขึ้นทะเบียน 19,454 ไร่ (สวนป่าขุนแม่คำมี, 2563) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงพื้นที่ปลูก และแปลงปีปลูกของสวนป่าขุนแม่คำมี

แปลงปีปลูก	พื้นที่ปลูก (ไร่)	อายุ(ปี)	แปลงปีปลูก	พื้นที่ปลูก (ไร่)	อายุ(ปี)
2511/44	472.38	19	2517/51	478.16	12
2511/47	471.62	16	2518/31	378.95	32
2512/45	348.75	18	2518/56	422.16	7
2512/48	605.25	15	2518/57	364.89	6
2513/46	380.47	17	2519/35	184.19	28
2513/49	617.53	14	2519/58	860.81	5
2514/46	186.72	17	2520	210.21	43
2514/47	278.97	16	2520/32	270.13	31
2514/52	525	11	2520/33	708.66	30
2514/53	220.31	10	2521	1,635	42
2515/48	264.04	15	2522/22	1,170	41
2515/49	92.55	14	2523/23	1,425	40

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แปลงปีปลูก	พื้นที่ปลูก (ไร่)	อายุ(ปี)	แปลงปีปลูก	พื้นที่ปลูก (ไร่)	อายุ(ปี)
2515/52	229.31	11	2524/24	1,520	39
2515/54	466.1	9	2525/25	475	38
2516/54	597.53	9	2526/26	306.97	37
2516/55	531.35	8	2526/29	410.6	34
2516/57	225.12	6	2526/30	612.43	33
2517/50	507.84	13	2527/27	1,000	36
รวม (ไร่)			**19,454**		



ภาพที่ 1 ขอบเขตการปกครองพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี

ที่มา : ศูนย์วิจัยป่าไม้ (2557)

แผนการจัดการสวนป่าขุนแม่คำมี

1. การบำรุงรักษาสวนป่าไม้สัก ปีที่ 2 - 6 ดำเนินการในระหว่างเดือน มีนาคม – เมษายน

1.1 การแต่งหน่อ เกลาตอ มีหลักเกณฑ์ดังนี้

- ลิดเฉพาะกิ่งที่ทำมุมแหลมกับลำต้น ใช้เลื่อยหรือมีด

- ลิดกิ่งให้เหลือทรงพุ่มไว้ประมาณ 2/3 ของลำต้น

- แต่งหน่อโดยตัดหน่อที่เกิดใหม่ทิ้ง ยกเว้นในกรณีที่หน่อเดิมไม่สมบูรณ์ให้เลือกหน่อที่เกิดขึ้นใหม่แทน

1.2 การดายวัชพืช ดำเนินการรวม 3 ครั้ง ดังนี้

1.2.1 ดายวัชพืชครั้งที่ 1 (ทั่วพื้นที่)

1.2.2 ดายวัชพืชครั้งที่ 2 (ทั่วพื้นที่)

1.2.3 ดายวัชพืชครั้งที่ 3 (กองกลาง)

1.3 การใส่ปุ๋ย

- ให้ใส่ในปีที่ 2 จำนวน 2 ครั้ง

- ใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดิน

2. การบำรุงรักษาสวนป่าไม้สัก อายุ 7 – 30 ปี ทำความสะอาดสวนป่าปีละ 1 ครั้ง ดายวัชพืชตามสภาพความจำเป็นของพื้นที่

3. การตัดสางขยายระยะ

การตัดสางขยายระยะที่ต้องการไม้ซุงขนาดใหญ่ ต้องใช้การตัดสางขยายระยะถึง 3 ครั้ง จากครั้งแรกเหลือไม้ครึ่งหนึ่งของการปลูกครั้งแรก ครั้งที่สอง ตัดลงไปอีก 50% ของไม้ที่เหลือ และครั้งที่สาม ตัดลงไปอีก 50% ของไม้ที่เหลือทั้งหมด หรือ ทำให้เหลือไม้ทั้งหมดประมาณ 22 - 50 ต้น/ไร่ โดยทำการตัดสางขยายระยะด้านล่าง (low thinning) เป็นการตัดสางครั้งแรก เพื่อเป็นการปรับโครงสร้างของไม้สักสวนป่าให้มีทั้งคุณภาพและปริมาณไม้ที่เหลือหลังการตัดฟันที่ดีสำหรับในการตัดฟันครั้งต่อไป เพราะจะตัดไม้ที่ถูกบดบังออกเป็นส่วนใหญ่ ในครั้งที่สอง หรือสามเป็นการตัดสางขยายระยะแบบเลือกตัด (selection thinning) จะพิจารณาดูเรือนยอดเสียก่อนว่า ควรจะตัดไม้ต้นไหน

เหลือ ต้นไหน และการตัดต้นไม้ก็จะเปิดช่องว่างขึ้นในระหว่างเรือนยอด ที่จะให้ต้นไม้ที่เหลืออยู่ได้มีโอกาสขยายทั้งทางเรือนยอดและเรือนราก จำนวนของต้นไม้ทั้งหมดในพื้นที่นั้นไม่มีความสำคัญ เพราะว่าจำนวนต้นไม้นั้นจะไม่เป็นสิ่งชี้ของเรือนยอด ถ้าการตัดสางขยายระยะได้เริ่มตั้งแต่ตอนต้นๆ และ ตัดมาเป็นระยะสม่ำเสมอ การกระจายของลำต้นไม้ในเนื้อที่นั้นก็จะเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ส่วนในการตัดฟันครั้งสุดท้ายสวนป่า จะเลือกการตัดฟันแบบตัดหมด แต่จะคงเหลือแม่ไม้ ไม้ดีมีค่าไว้ประมาณ 3-5 ต้นต่อไร่ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์ในด้านความหลากหลายทางชั้นอายุไม้ การใช้เป็นแหล่งเมล็ดไม้ เพื่อการกระจายพันธุ์ หรือใช้เป็นที่อยู่ของสัตว์ป่าบางชนิดที่อาศัยบนต้นไม้ใหญ่ รวมทั้งเพื่อเป็นการลดผลกระทบจากกระแสการต่อต้านการเปิดพื้นที่เพื่อทำการปลูกสร้างสวนป่า และเป็นการปรับภูมิทัศน์ของแปลงปลูกสร้างสวนป่าให้เหมาะสมอีกทางหนึ่ง

3.1 ช่วงเวลาทำการตัดสางขยายระยะ สวนป่าขุนแม่คำมี กำหนดช่วงเวลาทำการตัดสางขยายครั้งแรก เมื่อต้นไม้มีอายุ 15 ปี ครั้งที่สองอายุ 25 ปี และตัดสางครั้งสุดท้ายที่ต้นไม้มีอายุ 30 ปี

3.2 วิธีหรือเทคนิคต่าง ๆ ในการตัดสางขยายระยะ ที่ใช้ในสวนป่าขุนแม่คำมี ดังนี้

(1) การตัดสางขยายระยะด้านล่าง (low thinning) คือ การตัดสางขยายระยะต้นไม้ที่มีชั้นเรือนยอดที่อยู่ด้านล่าง เรือนยอดไม่เจริญ ถูกงำ ถูกบดบัง หรือที่ตายแล้วออกก่อน แล้วจึงตัดเรือนยอดที่เหนือขึ้นไปจนถึงเรือนยอดเด่น การตัดสางวิธีนี้สามารถนำไปร่วมกับวิธีอื่น ๆ ได้ เป็นการตัดไม้ลักษณะทรามออกก่อน เพื่อให้ไม้ดี ๆ ที่เหลือ มีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น low thinning เป็นการตัดสางขยายระยะวิธีเก่าแก่ที่สุด บางทีเรียกว่า thinning from below เพราะวิธีนี้เลือกตัดไม้ที่มีเรือนยอดต่ำ หรือที่อยู่ล่าง ๆ

(2) การตัดสางขยายระยะแบบเลือกตัด (selection thinning) คือ การตัดไม้ที่มีเรือนยอดเด่นที่สุด หรือ ต้นที่มีการเจริญเติบโตดีที่สุดออก เพื่อช่วยให้ไม้ที่เหลือที่มีเรือนยอดรอง ๆ ลงไป มีการเจริญเติบโตได้ดีขึ้น ผลดีของวิธีนี้ คือสามารถขายไม้ที่ได้จากการตัดสางได้เงินมากกว่าวิธีอื่น แต่ต้องคำนึงถึงว่าหมู่ไม้ที่เหลือว่าเป็นหมู่ไม้ที่มีลักษณะดี ไม่ใช่ไม้ลักษณะทรามที่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งหากทิ้งไว้ให้เจริญเติบโตต่อไป อาจทำให้ในรอบตัดฟันสุดท้ายเหลือแต่ไม้ที่มีลักษณะไม่สวยงาม การเจริญเติบโตไม่มี ลำต้น คดงอ หรืออื่น ๆ ที่ทำให้ไม่สามารถทำรายได้มากเท่าไรนัก

การตัดสางขยายระยะ ทำให้มีช่องว่างระหว่างต้นมากขึ้น รากและเรือนยอดสามารถแผ่ขยายออกไปได้ ซึ่งส่งผลให้ต้นไม้มีขนาดใหญ่ขึ้น ขนาดของต้นไม้มีความสัมพันธ์กับผกผันกับความหนาแน่นของต้นไม้ จำนวนต้นไม้น้อยลงต้นไม้มีขนาดใหญ่ขึ้น ขนาดของต้นไม้มีความสัมพันธ์ในทางเดียวกับเรือนยอดและเรือนราก คือเรือนยอดแผ่ขยายมากขึ้นต้นไม้มีขนาดใหญ่ขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการเนื้อไม้ ทำอย่างไรให้ต้นไม้มีขนาดใหญ่มากขึ้น ซึ่งราคาไม้ที่มีขนาดใหญ่จะมีราคาสูงมากกว่าไม้ขนาดเล็กกว่าหลายเท่า และลักษณะการเติบโตของต้นไม้ เมื่อต้นไม้ขึ้นหนาแน่น ยังไม่มีการตัดสางขยายระยะ เนื่องจากยังขายไม้ไม่ได้ราคา การเติบโตในช่วงแรกเมื่อต้นไม้ขึ้นหนาแน่นต้องตัดสางขยายระยะ มิเช่นนั้นต้นไม้จะไม่เติบโตถึงขายไม้ไม่ได้ เนื่องจากไม้มีขนาดเล็กและข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิจจา และ จงรัก (2556) ได้ศึกษาความหลากหลายของชนิดไม้ในสวนป่าภายใต้ระยะการปฏิบัติทางวนวัฒนวิทยาต่าง ๆ บริเวณสวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่ ความหลากหลายของชนิดไม้ในสวนป่าสักพบชนิดไม้ทั้งหมด 52 ชนิด 43 สกุล 24 วงศ์ โดยพบไม้ต้น 17 วงศ์ 26 สกุล 32 ชนิด ไม้หนุ่ม พบ 19 วงศ์ 35 สกุล 41 ชนิด และกล้าไม้พบ15 วงศ์ 25 สกุล 30 ชนิด สำหรับไม้ต้นในแปลงที่ยังไม่มีการตัดขยายระยะ พบชนิดไม้ทั้งหมด 4 วงศ์ 6 สกุล 6 ชนิด ชนิดที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 อันดับแรกคือ สัก แดง ประดู่ป่า พฤกษ์ และตะแบกเปลือกบาง ในแปลงที่ผ่านการตัดขยายระยะครั้งแรก พบชนิดไม้ทั้งหมด 14 วงศ์ 22 สกุล 26 ชนิด ชนิดที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 อันดับแรก คือ สัก ข่อย ผ่าเสี้ยน แดง และตะคร้อ และแปลงปลูกสักก่อนการตัดฟัน พบชนิดไม้ทั้งหมด 9 วงศ์ 13 สกุล 15 ชนิด ชนิดที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 อันดับแรกคือ สัก ประดู่ป่า เก็ดแดง ฉนวน และเก็ดดำ ความหลากหลายของชนิดไม้ โดยพิจารณาจากดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener Index พบว่า แปลงสักหลังการการตัดขยายระยะครั้งที่ 1 หลากหลายทางชนิดสูงซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1.74 - 3.03 (ไม้ต้น ไม้หนุ่มและกล้าไม้) เห็นว่าการปฏิบัติทางวนวัฒนวิทยาในสวนสักปลูกแบบเชิงเดี่ยวสามารถรักษาความหลากหลายของชนิดพืชไว้ได้เช่นกัน

Kaewkrom et al. (2005) ระบุว่าการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืนสามารถเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในป่าเศรษฐกิจได้ นอกจากนี้ยังพบว่าการปลูกแบบผสมผสานช่วยลดความหนาแน่นของหญ้าคา (*Imperata cylindrica*) โดยมีชนิดไม้เด่นในป่าเบญจพรรณมาขึ้นเจริญทดแทนในพื้นที่สวนป่า เช่น แดง ประดู่ มะค่าโมง และกุ๊ก เป็นต้น ซึ่งบ่งชี้ว่าบางชนิดอาจเหมาะสำหรับปลูกในกระบวนการฟื้นฟูในอนาคต

KoonKhunthod et al. (2007) ที่รายงานว่าในพื้นที่สวนป่าของสวนป่าแม่หยวก อำเภองาว จังหวัดลำปาง พบพรรณไม้ทั้งหมด 37 ชนิดในสวนป่าสักขนาด 0.6 เฮกแตร์ โดยวงศ์ที่พบมากที่สุด คือ Leguminosae และไม้ประดู่มีความหนาแน่นสูงสุด เท่ากับ 73.3 ต้น/แฮกแตร์ และลักษณะการแพร่กระจายของเมล็ดพันธุ์และคุณภาพของพื้นที่มีผลต่อการงอกใหม่ของไม้มากที่สุด ในพื้นที่สวนป่าของสวนป่าแม่หยวก มีสภาพใกล้เคียงกับป่าเบญจพรรณมากขึ้น เมื่อสวนป่าสักมีอายุมากขึ้น เพราะจะเปิดโอกาสให้ชนิดไม้อื่นเข้ามาเจริญทดแทนได้มากขึ้น

แหลมไทย และ รุ่งรวี (2562) ที่ศึกษาองค์ประกอบลักษณะเฉพาะหน้าที่ของพรรณพืชของพื้นที่ชายป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ บริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี จังหวัดแพร่ เพื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบของลักษณะเฉพาะหน้าที่ของพรรณพืช ของสังคมพืชชายป่าเต็งรังและชายป่าเบญจพรรณ พบว่า ชนิดไม้เด่นในป่าเต็งรังแสดงออกถึงลักษณะเฉพาะหน้าที่ของไม้โตช้ามากกว่าป่าเบญจพรรณ ได้แก่ ค่าสัดส่วนมวลต่อพื้นที่ใบ ความจุของใบ ความหนาแน่นของเนื้อไม้ ซึ่งลักษณะเฉพาะหน้าที่เหล่านี้เป็นคุณสมบัติของไม้โตช้า นี่อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ชนิดไม้เด่นในป่าเต็งรังโตช้ากว่าชนิดไม้เด่นในป่าเบญจพรรณ อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเชิงลึกที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมของแต่ละชนิดป่าเพื่อทราบข้อมูลเชิงลึกสำหรับการคัดเลือกชนิดไม้ที่เหมาะสมในการฟื้นฟูพื้นที่ชายป่าต่อไป

แหลมไทย และ รุ่งรวี (2562) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบลักษณะเชิงหน้าที่ของพันธุ์พืชกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้ บริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี จังหวัดแพร่ พบว่าองค์ประกอบลักษณะเชิงหน้าที่ที่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ได้แก่ ขนาดพื้นที่ใบ สัดส่วนมวลต่อพื้นที่ใบ ความหนาใบ สัดส่วนมวลแห้งของใบ ความหนาของเปลือกและความสูงสูงสุด ส่วนลักษณะเชิงหน้าที่ที่มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ได้แก่ ความจุใบ ความอิ่มน้ำของใบ ความหนาแน่นของเนื้อไม้ และความอิ่มน้ำของเนื้อไม้ ดังนั้นการใช้องค์ประกอบลักษณะเชิงหน้าที่ของพันธุ์พืชสามารถบ่งชี้ถึงความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้ได้

Asanok et al. (2013) ที่ใช้ลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช ในการหาศักยภาพของชนิดไม้ที่เหมาะสมต่อการฟื้นฟูในพื้นที่ป่าดิบเขา บริเวณดอยสุเทพ-ปุย โดยระบุว่าลักษณะของความหนาแน่นเนื้อไม้และขนาดของเมล็ดสามารถบ่งบอกถึงสถานภาพของป่าว่าถูกรบกวนหรือปลอดการรบกวนจากกิจกรรมจากมนุษย์หรือภัยพิบัติทางธรรมชาติ จากการวิจัยในพื้นที่ป่าดิบเขาระดับต่ำดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า การเติบโตของพรรณไม้ในป่าธรรมชาติปลอดการรบกวน (primary forest) มีค่าของความหนาแน่นเนื้อไม้และขนาดของเมล็ดสูงกว่าในพื้นที่ป่ารุ่นที่สอง (secondary forest) และขนาดของเมล็ดที่ใหญ่นั้นเป็นข้อจำกัดที่ทำให้การเพิ่มพูนของกล้าไม้ตามธรรมชาติเป็นไปได้น้อย ดังนั้นการฟื้นฟูป่าธรรมชาติจึงจำเป็นต้องมีการปลูกเสริมโดยการคัดเลือกชนิดพืชที่มีการปรับตัวที่เหมาะตามปัจจัยสิ่งแวดล้อมในละสภาพพื้นที่ ซึ่งลักษณะเชิงหน้าที่ดังกล่าวก็มีความแตกต่างกันไปตามชนิดไม้

Asanok et al. (2019) ที่ใช้ลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช บริเวณเขาหินปูน จังหวัดแพร่ พบว่าปริมาณของหินโผล่และแสงแดดเป็นปัจจัยสำคัญส่งผลต่อความหลากหลายของการทำงานลักษณะเชิงหน้าที่ และพื้นที่ใบเฉพาะและความหนาของใบของสังคมพืชเพิ่งขึ้นในพื้นที่ที่มีแสงมาก ส่วนความหนาแน่นของไม้และความสูงสูงสุดของสังคมพืชเพิ่งขึ้นในพื้นที่ต่ำ และมีแสงแดดน้อย และพบว่าในพื้นที่ที่มีหินโผล่มากมีการทำงานของลักษณะเชิงหน้าที่แบบแผ่ขยาย (functional divergent) ขณะที่พื้นที่ที่มีหินโผล่น้อยบริเวณตีนเขามีลักษณะเชิงหน้าที่แบบแคบ (functional convergent)

Marod et al. (2020) บริเวณพื้นที่ทดแทนขั้นปฐมภูมิของสันทรายบางเบิด จังหวัดชุมพร พบว่าพื้นที่ใบจำเพาะ ความหนาของใบ และความเหนียวใบ มีความแปรผันตามการปรากฏของสมบัติดิน โดยเฉพาะพื้นที่ใบจำเพาะมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับปริมาณธาตุอาหารในดิน ส่วนความหนาใบมีความสัมพันธ์กับทิศด้านลาดที่เกิดแรงปะทะจากลมทะเล

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เข็มทิศ (hand compass)
2. เทปวัดระยะ (measuring tape)
3. เทปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter tape)
4. เครื่องมือวัดความสูงต้นไม้แบบดิจิตอล (range finder)
5. เครื่องมือระบุพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (global positioning system: GPS)
6. ชุดเก็บตัวอย่างดิน (soil core)
7. แผงอัดพรรณไม้ กระดาษ ฟาง และอุปกรณ์เก็บตัวอย่างพืช
8. เครื่องเจาะเนื้อไม้ (increment borer)
9. เครื่องชั่งดิจิตอล (digital balance)
10. เครื่องแสกน (scanner)
11. เครื่องวัดความหนาแบบดิจิตอล (dial thickness gauge)

สถานที่ศึกษา

สวนป่าขุนแม่คำมีมีขนาดพื้นที่เท่ากับ 19,454 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่อำเภอร้องกวาง อำเภอหนองม่วงไข่ และอำเภอเมืองแพร่ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดแพร่ เป็นพื้นที่ต้นน้ำที่สำคัญของลุ่มน้ำยม และเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดกลาง น้ำไหลจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือไปยังทิศตะวันตกเฉียงใต้ไหลลงแม่น้ำยม ณ ตำบลแม่คำมี อำเภอหนองม่วงไข่ และ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ ทิศเหนือและทิศตะวันออก ติดกับอำเภอเวียงสา และอำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน มีความยาวเส้นขอบเขต เท่ากับ 141.19 กิโลเมตร ความยาวลำธารสายหลัก เท่ากับ 56.82 กิโลเมตร ความยาวลำธารทั้งหมด เท่ากับ 197.44 กิโลเมตร ระดับสูงสุดของพื้นที่ และระดับต่ำสุดของพื้นที่ เท่ากับ 1,380 และ 140 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 1,208.7 มิลลิเมตร อุณหภูมิสูงสุดในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 237.36 มิลลิเมตร ต่ำสุดในเดือนธันวาคม อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 40.41 และ 11.95 องศาเซลเซียส ในเดือนเมษายนและเดือนธันวาคม ตามลำดับ

และความเร็วลมสูงที่สุดเท่ากับ 30.58 กิโลเมตร/ชั่วโมง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดในเดือนมีนาคม สูงสุดในเดือนกันยายน

การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำแม่คำมี พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 2 มีพื้นที่เท่ากับ 77,479.85 ไร่ (คิดเป็นร้อยละ 27.40 ของพื้นที่) รองลงมาเป็นชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 5 และชั้น 1A ตามลำดับ ซึ่งมีพื้นที่เท่ากับ 64,744.29 และ 62,185.78 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 22.90 และ 21.99 ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่ถูกปกคลุมด้วยพื้นที่ป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพด ถึง 3,982.46 ไร่ ในพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1A และในพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 2 เป็นพื้นที่ไร่ข้าวโพดถึง 15,936.23 ไร่ และสวนยางพารา จำนวน 602.63 ไร่ มีอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังรวมเป็น เท่ากับ 2,161.79 ไร่ มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ ได้แก่ ข้าวโพด สวนผักพืชไร่ กะหล่ำปลี และ สวนยางพารา และอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,084.1 ไร่ต่อปี

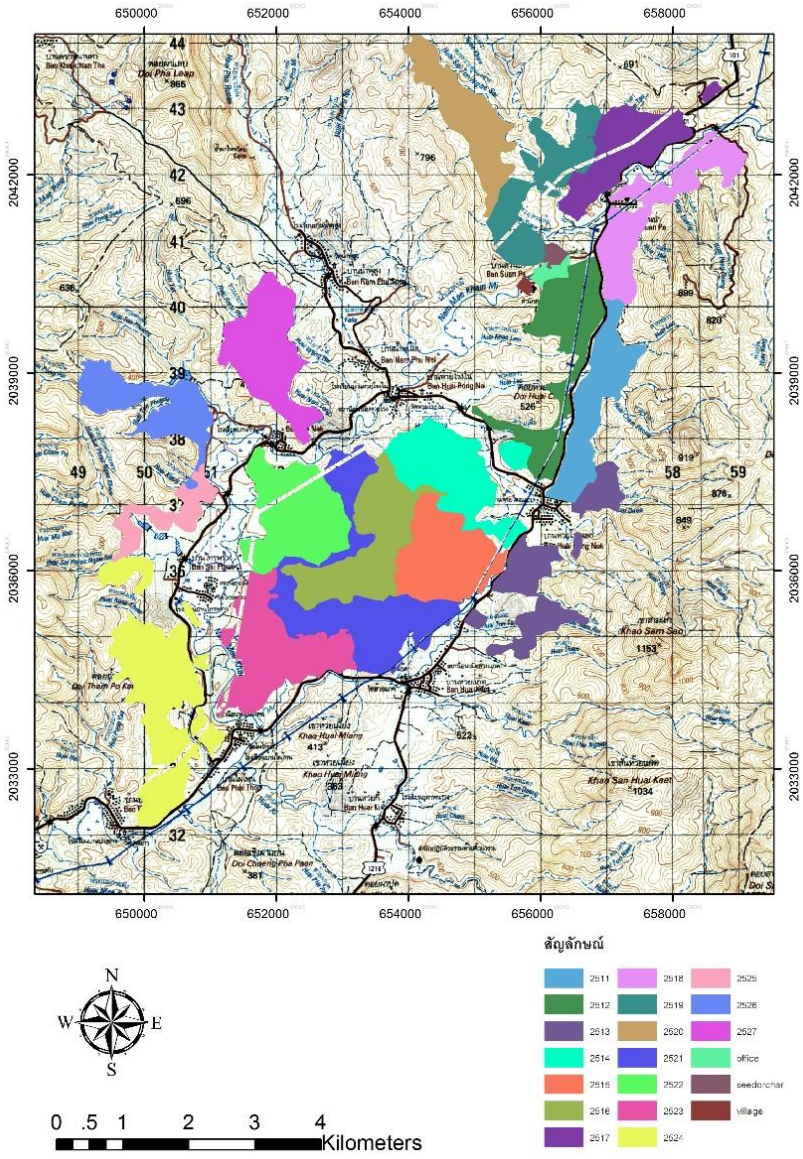
พื้นที่ดำเนินโครงการของสวนป่าขุนแม่คำมี โครงการ 1 ปลูกตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ มีแปลงปลูกทั้งหมด 17 แปลง จากนั้นได้แบ่งออกเป็นแปลงย่อย 36 แปลงย่อย และมีพื้นที่ตามขึ้นทะเบียน 19,454 ไร่ (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 2)

ตารางที่ 3 แสดงพื้นที่ปลูก และแปลงปีปลูกของสวนป่าขุนแม่คำมี

แปลงปีปลูก	พื้นที่ปลูก (ไร่)	อายุ(ปี)	แปลงปีปลูก	พื้นที่ปลูก (ไร่)	อายุ(ปี)
2511/44	472.38	19	2517/51	478.16	12
2511/47	471.62	16	2518/31	378.95	32
2512/45	348.75	18	2518/56	422.16	7
2512/48	605.25	15	2518/57	364.89	6
2513/46	380.47	17	2519/35	184.19	28
2513/49	617.53	14	2519/58	860.81	5
2514/46	186.72	17	2520	210.21	43
2514/47	278.97	16	2520/32	270.13	31
2514/52	525	11	2520/33	708.66	30
2514/53	220.31	10	2521	1,635	42
2515/48	264.04	15	2522/22	1,170	41
2515/49	92.55	14	2523/23	1,425	40
2515/52	229.31	11	2524/24	1,520	39
2515/54	466.1	9	2525/25	475	38
2516/54	597.53	9	2526/26	306.97	37

ตารางที่ 3 (ต่อ)

แปลงปีปลูก	พื้นที่ปลูก (ไร่)	อายุ(ปี)	แปลงปีปลูก	พื้นที่ปลูก (ไร่)	อายุ(ปี)
2516/55	531.35	8	2526/29	410.6	34
2516/57	225.12	6	2526/30	612.43	33
2517/50	507.84	13	2527/27	1,000	36
รวม (ไร่)			**19,454**		



ภาพที่ 2 ขอบเขตและแปลงปลูกสร้างสวนป่า ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี

ที่มา : ศูนย์วิจัยป่าไม้ (2557)

วนวัฒนวิธีในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี

สวนป่าขุนแม่คำมีมีการกำจัดวัชพืชโดยให้ชุมชนปลูกข้าวโพดแทรกระหว่างแถวในช่วงอายุ 1-5 ปี และหลังจากนั้นปล่อยให้เกิดการทดแทนตามธรรมชาติจนถึงอายุ 15 ปี จึงทำการตัดสางขยายระยะครั้งที่ 1 โดยวิธีการเลือกตัด (selection thinning) คือตัดไม้ออก เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ พร้อมกับทำความสะอาดสวน คือการเก็บเศษไม้ปลายไม้ออกจากพื้นที่พร้อมกับกำจัดวัชพืชในพื้นที่ หลังจากนั้นปล่อยให้มีการทดแทนตามธรรมชาติจนถึงอายุ 25 ปี จึงเริ่มตัดสาง รอบที่ 2 ได้ โดยใช้วิธีการเลือกตัด (selection thinning) และทำการตัดไปเรื่อย ๆ จนถึงอายุ 30 ปี จึงนำการเคลียร์พื้นที่เพื่อปลูกใหม่ แต่ทั้งนี้ได้เหลือไม้สักไว้ไร่ละ 3 -5 ต้น หรือชนิดไม้อื่น ๆ ที่ไม่ใช่ไม้สัก แต่ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมีได้มีการจัดการสวนป่าเพื่อให้มีความหลากหลายทางชีวภาพ จึงปล่อยให้แปลงปลูก 2522/22 มีอายุยาวนานถึง 40 ปี จนถึงปัจจุบันเพื่อรักษาไว้เป็นพื้นที่อนุรักษ์ต่อไป (สวนป่าขุนแม่คำมี, 2563)

การเก็บข้อมูลสังคมพืช

1. คัดเลือกพื้นที่สวนป่าสักที่เป็นตัวแทนที่ดีของแต่ละชั้นอายุ ได้แก่ 10 ปี (2517/51) 20 ปี (2511/44) 30 ปี (2518/31) 40 ปี (2522/22) และป่าเบญจพรรณ แล้วทำการวางแปลงตัวอย่างแบบสุ่มเจาะจง (purposive sampling) ขนาด 20 เมตร x 20 เมตร จำนวน 10 แปลง ต่อชนิดป่า รวมทั้งสิ้น 50 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. ทำการระบุชนิดไม้ตาม สำนักหอพรรณไม้ (2557) สำหรับชนิดไม้ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ทำการเก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้แห้ง (specimens) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับตัวอย่างชนิดไม้แห้งมาตรฐานที่หอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (Bangkok Forest Herbarium: BKF)

การเก็บข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อม

สุ่มขุดตัวอย่างดินชั้นบน (ความลึก 0-15 เซนติเมตร) ภายในแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ทุกแปลง จำนวน 5 จุด ได้แก่ ตรงจุดศูนย์กลาง และมุมทั้ง 4 โดยเก็บแบบทำลายโครงสร้างดินแล้วทำการคลุกเคล้าตัวอย่างดินทั้ง 5 จุดให้เข้ากันเป็นหนึ่งตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาอนุภาคดิน ได้แก่ อนุภาคดินทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) และธาตุอาหารที่สำคัญ ได้แก่

ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ณ ห้องปฏิบัติการคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเก็บข้อมูลลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช (plant functional traits)

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นใช้ลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืชที่ตอบสนองต่อกลยุทธ์ในการเจริญทดแทน ซึ่งหมายความรวมถึงศักยภาพในการเจริญเติบโต โดยอาศัยกระบวนการสังเคราะห์แสง ดังนั้นหากพืชชนิดใดมีลักษณะ (traits) ที่แสดงออกว่าสังเคราะห์แสงได้มากย่อมหมายถึงมีคุณสมบัติในการเจริญเติบโต และการเจริญทดแทนได้ดี (Pérez-Harguindeguy et al., 2013)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้ลักษณะของใบ (leaf traits) และลักษณะของลำต้น (stem traits) ในการประเมินประสิทธิภาพสังเคราะห์แสงของชนิดไม้ต้น เพื่อใช้ทำนายสมรรถภาพการจับยึดคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนี้

1) พื้นที่ใบจำเพาะ (specific leaf area: SLA)

2) ความหนาของใบ (leaf thickness: LT)

3) ขนาดพื้นที่ใบ (leaf area: LA)

4) สัดส่วนน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดของใบ (leaf dry matter content; LDMC)

5) ความหนาแน่นของเนื้อไม้ (wood density: WD)

การวัดลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช (plant functional traits)

ทำการเก็บข้อมูลลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช ของไม้ต้นเต็มวัย (mature tree) ทุกชนิดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง โดยวัดจำนวน 3 ต้นต่อชนิดที่มีสุขภาพดีที่สุด เพื่อใช้วิเคราะห์โครงสร้างของลักษณะเชิงหน้าที่ (functional traits structure) ภายในสังคมพืช ในการเลือกวัดต้นไม้ทุกแปลงตัวอย่างในลักษณะนี้จะทำให้ให้ทราบความแปรผันของลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืชแต่ละชนิดที่ได้รับอิทธิพลจากความแปรผันของสังคมและปัจจัยสิ่งแวดล้อมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น (Carmona et al., 2014) ซึ่งแต่ละลักษณะสามารถทำการวัดได้ ดังนี้

1) การเก็บตัวอย่างลักษณะเชิงหน้าที่ของใบ เมื่อคัดเลือกต้นไม้ตัวอย่างได้แล้ว ทำการวัดขนาด DBH และความสูงทั้งหมด ระบุพิกัดตำแหน่งด้วยเครื่อง GPS หลังจากนั้นทำการเก็บตัวอย่างใบโดยเก็บมาทั้งกิ่งหรือทั้งช่อใบ จุดที่เลือกเก็บต้องเป็นจุดที่ได้รับแสงมากที่สุดและเป็นใบที่เติบโตเต็มที่ (mature sun leaf) พร้อมกับบันทึกความสูงของตำแหน่งที่เก็บและเปอร์เซ็นต์การได้รับแสง

โดยประเมินจากการปกคลุมของเรือนยอด แล้วนำใบไม้ตัวอย่างที่ได้เก็บในถุงพลาสติกอย่างมิดชิดเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ

2) การเก็บตัวอย่างลักษณะเชิงหน้าที่ของเนื้อไม้ ซึ่งต้องเป็นต้นเดียวกันกับต้นที่เก็บตัวอย่างใบ โดยใช้เครื่องเจาะเนื้อไม้ (increment borer) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร เจาะที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 1.30 เมตร โดยตำแหน่งที่เจาะจะต้องเป็นผิวเปลือกที่ปกติ คือต้องไม่เป็นพูพอนหรือได้รับอันตรายจนทำให้เปลือกหรือเนื้อไม้เกิดความเสียหาย แล้วทำการเจาะให้ได้ความลึกอย่างน้อย 5 เซนติเมตร หลังจากนั้นนำตัวอย่างไม้ที่ได้ทั้งหมดรวมทั้งเปลือกเก็บไว้ในหลอดพลาสติก พร้อมกับบันทึกหมายเลขตัวอย่างเนื้อไม้ให้ตรงกับตัวอย่างใบ เพื่อนำตัวอย่างทั้งใบและเนื้อไม้ไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

3) การเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการ แบ่งเป็นการวิเคราะห์ใบและเนื้อไม้ ตามวิธีการของ Pérez-Harguindeguy et al. (2013) และ Cronelissen et al. (2003) ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์ใบ นำใบไม้ตัวอย่างที่เก็บได้พร้อมด้วยก้านใบประมาณ 2-10 ใบ (ขึ้นอยู่กับขนาดของใบ) นำไปสแกนด้วยเครื่องสแกนคอมพิวเตอร์ เพื่อนำภาพสแกนที่ได้ไปวิเคราะห์หาพื้นที่ใบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ImageJ (US National Institutes of Health; http://www.nih.gov/, accessed 22 February 2013) หลังจากนั้นนำใบไม้ทั้งหมดที่ทำการสแกนมาชั่งน้ำหนักสดด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล พร้อมกับบันทึกข้อมูล แล้วนำใบไม้ตัวอย่างทั้งหมดใส่ซองกระดาษไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลาเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักหามวลแห้งอีกครั้งหนึ่งพร้อมกับบันทึกข้อมูล หลังจากนั้นนำค่าต่าง ๆ ที่ได้ไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติของใบ (leaf traits) ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1 พื้นที่ใบจำเพาะ (specific leaf area: SLA) คำนวณได้จากการพื้นที่ใบที่ได้จากการสแกนหารด้วยน้ำหนักแห้งทั้งหมดที่ได้หลังจากการอบ มีหน่วยเป็นตารางเซนติเมตรต่อกรัม (cm^{-2} g.)

3.1.2 ความหนาของใบ (leaf thickness: LT) หาได้จากการวัดความหนาของแผ่นใบด้วยเครื่องวัดความหนาแบบดิจิตอล (digital thickness gauge) ทำการวัดความหนาของแผ่นใบบริเวณกลางใบ โดยหลีกเลี่ยงตรงที่มีเส้นใบนูน ทำการวัดประมาณ 2-3 ใบ จำนวน 2 จุดต่อ 1 ใบ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร (mm)

3.1.3 พื้นที่ใบ (leaf area: LA) คำนวณได้จากการหาค่าเฉลี่ยของพื้นที่ต่อหนึ่งใบ โดยนำพื้นที่ใบทั้งหมดที่หาได้จากการสแกนหารด้วยจำนวนใบที่สแกน ในหน่วยตารางเซนติเมตร (cm^2)

3.1.4 สัดส่วนน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดของใบ (leaf dry matter content; LDMC) หาได้จากสัดส่วนน้ำหนักแห้งของใบ (mg) ต่อน้ำหนักสดของใบ (g)

3.2 การวิเคราะห์เนื้อไม้ นำตัวอย่างเนื้อไม้ที่ได้มาตัดส่วนของเปลือกและแก่นออก หลังจากนั้นทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (D) และความยาวของชิ้นไม้ (L) พร้อมกับบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปคำนวณหาปริมาตรของชิ้นไม้ โดยใช้สูตรการหาปริมาตร (V) ของทรงกระบอก คือ $V = (0.5D)^2 \times \pi \times L$ (cm^3) หลังจากนั้นนำชิ้นไม้ไปชั่งน้ำหนักสดด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล แล้วนำชิ้นไม้ไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง พร้อมกับชั่งน้ำหนักแห้ง แล้วทำการวิเคราะห์ ความหนาแน่นของเนื้อไม้ (wood density: WD) คำนวณได้จากการนำมวลน้ำหนักแห้งหารด้วยปริมาตร มีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ($g\ cm^{-3}$)

ภาพที่ 3 การเก็บข้อมูลลักษณะเชิงหน้าที่ของพืช และการวัดลักษณะเชิงหน้าที่ของพืช ภาพ A คือ การเก็บตัวอย่างใบ B คือ การเก็บตัวอย่างเนื้อไม้ C คือ การสแกนตัวอย่างใบ D คือ การวัดความหนาของใบ E คือ การวัดขนาดเนื้อไม้ และ F คือ การชั่งตัวอย่างใบไม้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ลักษณะสังคมพืช

1. ลักษณะสังคมพืชด้วยดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (importance value index, IVI) ได้จากการหาความหนาแน่น (density, D) ความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด (dominance, Do) และความถี่ (frequency, F) จากนั้นทำการหาค่าความสัมพัทธ์ของทั้งสามค่าดังกล่าว คือ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative Density, RD) ความเด่นสัมพัทธ์ (relative Dominance, RDo) และความถี่สัมพัทธ์ (relative Frequency, RF) ซึ่งผลรวมของค่าความสัมพัทธ์ทั้งสามค่า ก็คือ ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของพรรณพืช โดยใช้สูตรดังนี้

1.1 ความหนาแน่น (density, D) คือ จำนวนต้นไม้ทั้งหมดของชนิดที่กำหนดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่างต่อหน่วยพื้นที่ที่ทำการสำรวจ

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

1.2 ความเด่น (dominance, Do) ในที่นี้จะใช้ความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด (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 ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชนิดไม้ (relative density, RD) คือ สัดส่วนของความหนาแน่นของชนิดไม้ที่ต้องการต่อค่าความหนาแน่นทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคม คิดเป็นค่าร้อยละ

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

1.5 ค่าความเด่นสัมพัทธ์ของชนิดไม้ (relative dominance, RDo) คือ ค่าสัดส่วนของความเด่นของชนิดไม้ที่ต้องการต่อค่าความเด่นทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคม คิดเป็นค่าร้อยละ

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

1.6 ค่าความถี่สัมพัทธ์ของชนิดไม้ (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. ดัชนีความหลากชนิด (species diversity index) โดยประยุกต์ใช้สมการของ Shannon – Wiener (Magurran, 1988) ดังนี้

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

เมื่อ H' = ค่าดัชนีความหลากชนิดของ Shannon – Wiener

S = จำนวนชนิดพืชพรรณ

Pi = สัดส่วนของจำนวนชนิดที่ i ต่อผลรวมของจำนวนทั้งหมดทุกชนิดในสังคม

3. ความเด่นของการปรากฏชนิดไม้ต้นด้วยสมการดัชนีความหลากหลายของ Simpson (Simpson'sindex, λ)

$$\lambda = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$$

เมื่อ λ = Simpson'sindex

Pi = สัดส่วนของความมากมายของจำนวนชนิดที่ i เมื่อเทียบกับจำนวนทั้งหมด (N) โดย Pi = ni/N เมื่อ i = 1,2,3,..,S

4. ความสม่ำเสมอของชนิดพรรณในแต่ละสังคมพืชด้วยสมการของ Pielou (1975)

$$J = \frac{H'}{\ln(s)}$$

เมื่อ H' = ดัชนีความหลากชนิดของ Shanon – Wiener

S = จำนวนชนิดทั้งหมด

การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (cluster analysis)

การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (cluster analysis) เพื่อหาสังคมย่อยของแปลงฟื้นฟู โดยใช้ขนาดพื้นที่หน้าตัดรวมของชนิดไม้ในแต่ละแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร มาใช้จำแนกสังคม (community classification) โดยประยุกต์ใช้หลักความคล้ายคลึงของ Sorensen (1948) ในการหาค่าความแตกต่างของสังคมพืช (dissimilarity) และใช้หลักการรวมกลุ่มตามวิธีของ Ward (Kent and Coker, 1994) วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม PC - ORD 6 (McCune and Mefford, 2011)

ลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช (plant functional trait)

1. ความเด่นของลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช (functional trait dominant) เชิงเดี่ยว (single trait) ในระดับสังคม เพื่อใช้อธิบายถึงองค์ประกอบของลักษณะเชิงหน้าที่ในแต่ละหมู่ไม้ โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยระดับสังคม (community-level weighted mean: CWM) ด้วย package ad4 ด้วยโปรแกรม R version 3.4.1 (Mouchet et al., 2010) ได้แก่ ค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยระดับสังคมของขนาดพื้นที่ใบจำเพาะ (community-level weighted mean of specific leaf area, CWM-SLA) ค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยระดับสังคมของขนาดพื้นที่ใบ (community-level weighted mean of leaf area, CWM-LA) ค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยระดับสังคมของความหนาใบ (community-level weighted mean of leaf area, CWM-LT) ค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยระดับสังคมของสัดส่วนมวลใบแห้ง (community-level weighted mean of leaf mass dry matter content, CWM-LDMC) และ ค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยระดับสังคมของความหนาแน่นเนื้อไม้ (community-level weighted mean of wood density, CWM-WD) หาได้จากสูตร ดังนี้

$$\mathrm{CWM} = \sum_{i=1}^{s} \mathrm{Pi} * \mathrm{trait\ i}$$

เมื่อ pi = ความมากมายสัมพัทธ์ของไม้ชนิดที่ i (ni/N) หรือสัดส่วนของจำนวนต้นไม้ชนิดที่ i ต่อจำนวนต้นทั้งหมด

และ Trait i = ค่าลักษณะเฉพาะหน้าที่ของไม้ชนิดที i (เมื่อ i =ชนิดที่ 1, 2, 3..., S)

2. ความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช โดยการรวมทุกลักษณะ (mutilative trait) เพื่อวิเคราะห์ค่าความหลากหลายของคุณสมบัติการทำงานของพืชในระดับสังคม (Mason et al., 2005) ได้แก่ การแพร่กระจายของลักษณะเชิงหน้าที่ (functional dispersion, FDis), ความร่ำรวยของลักษณะเชิงหน้าที่ (functional Richness, FRic), ค่าความสม่ำเสมอของลักษณะเชิงหน้าที่ (functional evenness, FEve), ค่าความแตกต่างของลักษณะเชิงหน้าที่ (functional divergence, FDiv) และ ค่าผลรวมเอนโทรปีของ Rao (rao's quadratic entropy, RaoQ) ด้วย package ad4 โดยโปรแกรม R version 3.4.1 ดังนี้

การจัดลำดับสังคมพืช (plant community ordination)

1. ความสัมพันธ์ของสังคมพืชกับปัจจัยแวดล้อม โดยวิเคราะห์การจัดเรียงสังคมพืชตามแนวการลดหลั่นของปัจจัยแวดล้อม คือ คุณสมบัติของดิน ได้แก่ อนุภาคดินทราย (sand) และ อนุภาคดินทรายแป้ง (silt) และ อนุภาคดินเหนียว (clay) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และ แมกนีเซียม (Mg) ด้วยวิธี Canonical Correspondence Analysis (CCA) โดยใช้โปรแกรม PC - ORD 6 (McCune and Mefford, 2011) ซึ่งการจัดลำดับสังคมด้วยวิธีนี้จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปัจจัยแวดล้อม หลักการโดยทั่วไปของวิธีการนี้คือ การใช้ multiple regression เพื่อการเลือกเอา linear combination ของปัจจัยแวดล้อมที่อธิบายความแปรผันของ species score ในแต่ละแกน วิธีการนี้จึงสามารถจัดลำดับสังคมพืชและชนิดไม้ภายในสังคมไปตามปัจจัยแวดล้อมได้ในเวลาเดียวกัน (De Souza et al., 2007) โดยส่วนใหญ่การลำดับด้วยวิธี CCA จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยโฟกัสไปที่องค์ประกอบของชนิด เช่น ความมากมายสัมพัทธ์ เป็นต้น ผลของการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะทำให้ทราบว่าคุณสมบัติใดของดินที่มีอิทธิพลเป็นตัวกำหนดการปรากฏขององค์ประกอบชนิดพันธุ์พืช

2. การปรากฏของลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช โดยการวิเคราะห์การจัดเรียงของชนิดไม้ยืนต้นในสังคมตามแนวการหลดหลั่นของลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช (plant functional trait) ได้แก่ ขนาดพื้นที่ใบจำเพาะ (specific leaf area; SLA, cm2 g-1) ความหนาใบ (leaf thickness; LT, mm) ขนาดพื้นที่ใบ (leaf area; LA, cm2) สัดส่วนมวลใบแห้ง (leaf mass dry matter content; LDMC, mg g-1) และความหนาแน่นของเนื้อไม้ (wood density; WD, g cm-3) ด้วยวิธี Principal component analysis (PCA) โปรแกรม PC - ORD 6 (McCune and Mefford, 2011) เนื่องจากการจัดลำดับด้วยวิธีนี้จะทำให้มองเห็นความแปรปรวนสูงสุด (maximum variability) ของลักษณะเชิงหน้าที่ในแต่ละชนิด จึงสามารถจำแนกแนวการลดหลั่นของลักษณะเชิงหน้าที่ของแต่ละ

ชนิดได้ (Fischer, 2019) ซึ่งจะทำให้ทราบว่าไม้ชนิดใดมีความโดดเด่นของลักษณะเชิงหน้าที่ในด้านใด ซึ่งจะช่วยให้สามารถอธิบายคุณลักษณะของชนิดไม้นั้น ๆ ว่ามีการแสดงออกทางการทำงานในระบบนิเวศอย่างไร

3. ความสัมพันธ์ของความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่ (CWM-trait, FRic, FDis, FEve FDiv, RaoQ) กับลักษณะองค์ประกอบของดิน ได้แก่ อนุภาคดินทราย (sand) อนุภาคดินเหนียว (clay) อนุภาคทรายแป้ง (silt) และธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โดยการจัดลำดับ (ordination) ด้วยวิธี Redundancy analysis (RDA) ด้วยโปรแกรม PC-ORD 6 (McCune and Mefford, 2011)

ทดสอบความแปรปรวน

1. ความแตกต่างของลักษณะไม้สัก ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH, cm) ความสูง (height, เมตร) ความหนาแน่น (density, ต้น/แฮกแตร์) และขนาดพื้นที่หน้าตัด (basal area, ตร.ม./แฮกแตร์) ในแต่ละหมู่ไม้ ได้แก่ แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี 20 ปี 30 ปี และ 40 ปี และป่าเบญจพรรณธรรมชาติ โดยการทดสอบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วย ANOVA ด้วยโปรแกรม SPSS version 6.0

2. ความแตกต่างของปัจจัยดินได้แก่ อนุภาคดินทราย (sand) และ อนุภาคดินทรายแป้ง (silt) และ อนุภาคดินเหนียว (clay) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และ แมกนีเซียม (Mg) ในแต่ละหมู่ไม้ ได้แก่ แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี 20 ปี 30 ปี และ 40 ปี และป่าเบญจพรรณธรรมชาติ โดยการทดสอบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วย ANOVA ด้วยโปรแกรม SPSS version 6.0

3. ความแปรปรวนของลักษณะเชิงหน้าที่ โดยการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยระดับสังคม (CWM) ได้แก่ CWM-SLA, CWM-LT, CWM-LA, CWM-LDMC และ CWM-WD และค่าความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่ ได้แก่ FRic, FEve, FDis, FDiv และ RaoQ ในแต่ละหมู่ไม้ ได้แก่ แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี 20 ปี 30 ปี และ 40 ปี และป่าเบญจพรรณธรรมชาติ โดยการทดสอบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วย ANOVA ด้วยโปรแกรม SPSS version 6.0

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. องค์ประกอบชนิด

1.1 แปลงสักอายุ 10 ปี

ระดับไม้ใหญ่ (Trees)

องค์ประกอบไม้ใหญ่ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร) พบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด 42 ชนิด 36 สกุล 21 วงศ์ ความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon-Weiner เท่ากับ 2.41 มีความหนาแน่นเท่ากับ 1,008 ต้นต่อเฮกแตร์ และมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 12.75 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ชนิดไม้เด่นที่พิจารณาจาก ค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ สัก (*Tectona grandis*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) แดง (*Xylia xylocarpa*) กรมเขา (*Aporosa nigricans*) เก็ดดำ (*Dalbergia cultrate*) เปล้าหลวง (*Croton persimilis*) กางขี้มอด (*Albizia odoratissima*) มะหาด (*Artocarpus lacucha*) กะเจียน (*Hubera cerasoides*) และตะแบกเลือด (*Terminalia mucronata*) มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 109.91, 35.23, 12.04, 9.76, 9.44, 8.96, 8.39, 7.92, 7.45 และ7.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในแปลงสักอายุ 10 ปี

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
1	สัก	477.5	6.77	47.39	53.08	9.43	109.91
2	ประดู่	57.5	2.80	5.71	21.97	7.55	35.23
3	แดง	27.5	0.59	2.73	4.60	4.72	12.04
4	กรมเขา	42.5	0.23	4.22	1.77	3.77	9.76
5	เก็ดดำ	30	0.10	2.98	0.80	5.66	9.44
6	เปล้าหลวง	30	0.16	2.98	1.26	4.72	8.96
7	กางขี้มอด	25	0.15	2.48	1.19	4.72	8.39
8	มะหาด	30	0.15	2.98	1.17	3.77	7.92
9	กะเจียน	27.5	0.12	2.73	0.94	3.77	7.45

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
10	ตะแบกเลือด	35	0.11	3.47	0.88	2.83	7.19
11	ตะแบกเปลือกบาง	20	0.07	1.99	0.51	3.77	6.27
12	ปอเลียงมัน	20	0.06	1.99	0.48	3.77	6.24
13	ทองหลางป่า	25	0.21	2.48	1.68	1.89	6.05
14	กระทุ่มเนิน	15	0.06	1.49	0.43	3.77	5.70
15	โมกมัน	10	0.02	0.99	0.18	3.77	4.95
16	ผ่าเสี้ยน	15	0.04	1.49	0.33	2.83	4.65
17	ตะแบกแดง	12.5	0.04	1.24	0.33	1.89	3.46
18	ติ้วขน	12.5	0.04	1.24	0.33	1.89	3.46
19	มะกอก	7.5	0.04	0.74	0.33	1.89	2.97
20	กาสามปีก	5	0.04	0.50	0.33	1.89	2.72
21	แคหัวหมู	7.5	0.04	0.74	0.33	1.89	2.97
22	ยมหิน	2.5	0.04	0.25	0.33	0.94	1.53
23	สมอไทย	7.5	0.04	0.74	0.33	0.94	2.02
24	เสลาดำ	5	0.04	0.50	0.33	0.94	1.77
25	กระโดน	5	0.04	0.50	0.33	0.94	1.77
26	กระบก	5	0.04	0.50	0.33	0.94	1.77
27	หมีเหม็น	5	0.04	0.50	0.33	0.94	1.77
28	ปอแดง	5	0.04	0.50	0.33	0.94	1.77
29	ตะคร้อ	5	0.04	0.50	0.33	0.94	1.77
30	โมกหลวง	5	0.04	0.50	0.33	0.94	1.77
31	พังแหร	2.5	0.04	0.25	0.33	0.94	1.53
32	มะเดื่อปล้อง	2.5	0.04	0.25	0.33	0.94	1.53
33	พฤกษ์	2.5	0.04	0.25	0.33	0.94	1.53

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
34	มะม่วงหัวแมงวัน	2.5	0.04	0.25	0.33	0.94	1.53
35	เม่าไข่ปลา	2.5	0.04	0.25	0.33	0.94	1.53
36	รกฟ้า	2.5	0.04	0.25	0.33	0.94	1.53
37	ขางหัวหมู	2.5	0.04	0.25	0.33	0.94	1.53
38	คูน	2.5	0.04	0.25	0.33	0.94	1.53
39	มะคังแดง	2.5	0.04	0.25	0.33	0.94	1.53
40	เพกา	2.5	0.04	0.25	0.33	0.94	1.53
41	ปอแก่นเทา	2.5	0.04	0.25	0.33	0.94	1.53
42	มะแฟน	2.5	0.04	0.25	0.33	0.94	1.53
	รวม	**1007.5**	**12.75**	**100**	**100**	**100**	**300**

ระดับลูกไม้/กล้าไม้ (Saplings/Seedlings)

องค์ประกอบของลูกไม้ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร) พบชนิดพรรณไม้จำนวนทั้งหมด 52 ชนิด 46 สกุล 22 วงศ์ ความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon-Weiner เท่ากับ 3.28 มีความหนาแน่นเท่ากับ 913 ต้นต่อเฮกแตร์ ชนิดไม้เด่นที่พิจารณาจาก ค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ เก็ดดำ ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*) โมกมัน (*Wrightia arborea*) กระทุ่มเนิน (*Mitragyna rotundifolia*) เก็ดขาว (*Dalbergia ovata*) สักกระพี้จั่น (*Millettia brandisiana*) ผ่าเสี้ยน (*Vitex canescens*) ประดู่ และมะหาด มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 23.14, 15.98, 10.77, 9.54, 9.40, 8.71, 7.16, 7.16, 6.11 และ5.84 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับลูกไม้/กล้าไม้ ที่สำรวจพบในแปลงสักอายุ 10 ปี

ลำดับ	Species	D	RD	RF	IVI
1	เก็ดดำ	147.5	16.16	6.98	23.14
2	ตะคร้อ	117.5	12.88	3.10	15.98
3	โมกมัน	70	7.67	3.10	10.77
4	กระทุ่มเนิน	37.5	4.11	5.43	9.54
5	เก็ดขาว	57.5	6.30	3.10	9.40
6	สัก	30	3.29	5.43	8.71
7	กระพี้จั่น	30	3.29	3.88	7.16
8	ผ่าเสี้ยน	30	3.29	3.88	7.16
9	ประดู่	27.5	3.01	3.10	6.11
10	มะหาด	25	2.74	3.10	5.84
11	กะเจียน	20	2.19	3.10	5.29
12	ปอแดง	20	2.19	3.10	5.29
13	หนามแท่ง	17.5	1.92	3.10	5.02
14	เหมือดโลด	17.5	1.92	3.10	5.02
15	เปล้าหลวง	12.5	1.37	3.10	4.47
16	เพกา	12.5	1.37	3.10	4.47
17	ตะแบกเปลือกบาง	20	2.19	1.55	3.74
18	ตะแบกเลือด	12.5	1.37	2.33	3.70
19	แสลงใจ	17.5	1.92	1.55	3.47
20	กางขี้มอด	7.5	0.82	2.33	3.15
21	ติ้วขน	12.5	1.37	1.55	2.92
23	กาสามปีก	10	1.10	1.55	2.65
24	เต็งหนาม	10	1.10	1.55	2.65
25	แคหางค่าง	7.5	0.82	1.55	2.37
26	แดง	7.5	0.82	1.55	2.37

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	RD	RF	IVI
27	มะขามป้อม	7.5	0.82	1.55	2.37
28	เม่าสร้อย	7.5	0.82	1.55	2.37
29	โมกหลวง	7.5	0.82	1.55	2.37
30	ส้มกบ	5	0.55	1.55	2.10
31	ปอแก่นเทา	10	1.10	0.78	1.87
32	ปอเลียงฝ้าย	10	1.10	0.78	1.87
33	เครือแมด	7.5	0.82	0.78	1.60
34	แคหัวหมู	7.5	0.82	0.78	1.60
35	รกฟ้า	7.5	0.82	0.78	1.60
36	รักขาว	5	0.55	0.78	1.32
37	สมอไทย	5	0.55	0.78	1.32
38	แสมสาร	5	0.55	0.78	1.32
39	หมัน	5	0.55	0.78	1.32
40	กรมเขา	2.5	0.27	0.78	1.05
41	กระโดน	2.5	0.27	0.78	1.05
42	กัดลิ้น	2.5	0.27	0.78	1.05
43	ขางหัวหมู	2.5	0.27	0.78	1.05
44	คูน	2.5	0.27	0.78	1.05
45	ตะโกพนม	2.5	0.27	0.78	1.05
46	ตะคร้ำ	2.5	0.27	0.78	1.05
47	ทองหลางป่า	2.5	0.27	0.78	1.05
48	ปอเกร็ดแรด	2.5	0.27	0.78	1.05
49	พฤกษ์	2.5	0.27	0.78	1.05
50	มะกอก	2.5	0.27	0.78	1.05
51	เสลาดำ	2.5	0.27	0.78	1.05
52	อะราง	2.5	0.27	0.78	1.05
	รวม	**912.5**	**100**	**100**	**200**

1.2 แปลงสักอายุ 20 ปี

ระดับไม้ใหญ่ (Trees)

องค์ประกอบไม้ใหญ่ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร) พบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด 21 ชนิด 17 สกุล 8 วงศ์ ความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon-Weiner เท่ากับ 1.56 มีความหนาแน่นเท่ากับ 570 ต้นต่อเฮกแตร์ และมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 17.81 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ชนิดไม้เด่นที่พิจารณาจาก ค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ สัก แดง กางขี้มอด ฉนวน เก็ดดำ ประดู่ ผ่าเสี้ยน สมอพิเภก (*Terminalia bellirica*) ตะเคียนหนู และตะคร้อ มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 123.08, 44.60, 24.07, 18.44, 12.49, 11.48, 9.68, 9.20, 8.77 และ8.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในแปลงสักอายุ 20 ปี

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
1	สัก	362.5	7.23	63.60	40.61	18.87	123.08
2	แดง	50	3.69	8.77	20.73	15.09	44.60
3	กางขี้มอด	25	1.83	4.39	10.25	9.43	24.07
4	ฉนวน	10	1.96	1.75	11.03	5.66	18.44
5	เก็ดดำ	32.5	0.20	5.70	1.13	5.66	12.49
6	ประดู่	10	1.06	1.75	5.95	3.77	11.48
7	ผ่าเสี้ยน	7.5	0.82	1.32	4.59	3.77	9.68
8	สมอพิเภก	12.5	0.58	2.19	3.23	3.77	9.20
9	ตะเคียนหนู	15	0.09	2.63	0.48	5.66	8.77
10	ตะคร้อ	12.5	0.03	2.19	0.19	5.66	8.05
11	สักขี้ไก่	2.5	0.04	0.44	0.21	3.77	4.42
12	เก็ดขาว	5	0.15	0.88	0.84	1.89	3.60
13	คูน	5	0.05	0.88	0.27	1.89	3.04
14	แคนา	2.5	0.02	0.44	0.10	1.89	2.42
15	แคหัวหมู	2.5	0.02	0.44	0.09	1.89	2.42

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
16	เครือแมด	2.5	0.02	0.44	0.09	1.89	2.41
17	โมกหลวง	2.5	0.01	0.44	0.07	1.89	2.39
18	ปอแก่นเทา	2.5	0.01	0.44	0.04	1.89	2.37
19	เก็ดแดง	2.5	0.01	0.44	0.03	1.89	2.36
20	งิ้วป่า	2.5	0.00	0.44	0.03	1.89	2.35
21	กระทุ่มเนิน	2.5	0.00	0.44	0.03	1.89	2.35
	รวม	**570**	**17.81**	**100**	**100**	**100**	**300**

ระดับลูกไม้/กล้าไม้ (Saplings/Seedlings)

องค์ประกอบของลูกไม้ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร) พบชนิดพรรณไม้จำนวนทั้งหมด 33 ชนิด 31 สกุล 18 วงศ์ ความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon-Weiner เท่ากับ 3.03 มีความหนาแน่นเท่ากับ 390 ต้นต่อเฮกแตร์ ชนิดไม้เด่นที่พิจารณาจาก ค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ เก็ดดำ เปล้าหลวง กระทุ่มเนิน เพกา (*Oroxylum indicum*) ตะคร้อ มะเดื่อปล้อง (*Ficus fistulosa*) สัก แคหางค่าง (*Fernandoa adenophylla*) คนทา (*Harrisonia perforata*) และแดง มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 22.16, 17.81, 14.30, 14.30, 14.13, 10.76, 10.28, 7.55, 6.58 และ5.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับลูกไม้/กล้าไม้ ที่สำรวจพบในแปลงสักอายุ 20 ปี

ลำดับ	Species	D	RD	RF	IVI
1	เก็ดดำ	52.5	13.46	8.70	22.16
2	เปล้าหลวง	52.5	13.46	4.35	17.81
3	กระทุ่มเนิน	27.5	7.05	7.25	14.30
4	เพกา	27.5	7.05	7.25	14.30
5	ตะคร้อ	32.5	8.33	5.80	14.13

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	RD	RF	IVI
6	มะเดื่อปล้อง	25	6.41	4.35	10.76
7	สัก	17.5	4.49	5.80	10.28
8	แคหางค่าง	12.5	3.21	4.35	7.55
9	คนทา	20	5.13	1.45	6.58
10	แดง	10	2.56	2.90	5.46
11	กางขี้มอด	7.5	1.92	2.90	4.82
12	ติ้วขน	7.5	1.92	2.90	4.82
13	ปอแก่นเทา	7.5	1.92	2.90	4.82
14	ผ่าเสี้ยน	7.5	1.92	2.90	4.82
15	มะกอก	7.5	1.92	2.90	4.82
16	สำโรง	7.5	1.92	2.90	4.82
17	ข้าวสารป่า	5	1.28	2.90	4.18
18	คูน	5	1.28	2.90	4.18
19	ตะโกพนม	5	1.28	2.90	4.18
20	มะหาด	5	1.28	2.90	4.18
21	หมีเหม็น	7.5	1.92	1.45	3.37
22	กะเจียน	5	1.28	1.45	2.73
23	ตะเคียนหนู	5	1.28	1.45	2.73
24	ส้มกบ	5	1.28	1.45	2.73
25	สะแกแสง	5	1.28	1.45	2.73
26	กระแจะ	2.5	0.64	1.45	2.09
27	กระพี้จั่น	2.5	0.64	1.45	2.09
28	ฉนวน	2.5	0.64	1.45	2.09
29	ถ่านไฟผี	2.5	0.64	1.45	2.09

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	RD	RF	IVI
30	ประดู่	2.5	0.64	1.45	2.09
31	ปอเลียงฝ้าย	2.5	0.64	1.45	2.09
32	ผีเสื้อหลวง	2.5	0.64	1.45	2.09
33	โมกมัน	2.5	0.64	1.45	2.09
	รวม	**390**	**100**	**100**	**200**

1.3 แปลงสักอายุ 30 ปี

ระดับไม้ใหญ่ (Trees)

องค์ประกอบไม้ใหญ่ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร) พบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด 47 ชนิด 38 สกุล 21 วงศ์ ความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon-Weiner เท่ากับ 2.75 มีความหนาแน่นเท่ากับ 883 ต้นต่อเฮกแตร์ และมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 17.31 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ชนิดไม้เด่นที่พิจารณาจาก ค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ สัก ประดู่ เก็ดดำ แดง ตะแบกเลือด ตะคร้อ ผ่าเสี้ยน ฉนวน (*Dalbergia nigrescens*) เปล้าหลวง และมะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum*) มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 56.30, 54.14, 45.20, 12.35, 8.36, 8.31, 8.13, 7.85, 7.79 และ7.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในแปลงสักอายุ 30 ปี

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
1	สัก	175	4.81	19.83	27.77	8.70	56.30
2	ประดู่	157.5	4.93	17.85	28.47	7.83	54.14
3	เก็ดดำ	175	2.89	19.83	16.67	8.70	45.20
4	แดง	40	0.45	4.53	2.60	5.22	12.35
5	ตะแบกเลือด	27.5	0.31	3.12	1.77	3.48	8.36
6	ตะคร้อ	20	0.29	2.27	1.69	4.35	8.31
7	ผ่าเสี้ยน	22.5	0.21	2.55	1.23	4.35	8.13

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
8	ฉนวน	12.5	0.36	1.42	2.08	4.35	7.85
9	เปล้าหลวง	32.5	0.26	3.68	1.50	2.61	7.79
10	มะกอกเกลื้อน	15	0.52	1.70	3.03	2.61	7.33
11	กาสามปีก	10	0.40	1.13	2.32	2.61	6.06
12	คนทา	22.5	0.12	2.55	0.68	1.74	4.97
13	กางขี้มอด	10	0.17	1.13	0.97	2.61	4.71
14	ตะเคียนหนู	15	0.18	1.70	1.03	1.74	4.46
15	กระพี้นางนวล	12.5	0.06	1.42	0.32	2.61	4.35
16	มะกอก	7.5	0.14	0.85	0.81	2.61	4.26
17	ปอเลียงมัน	5	0.20	0.57	1.13	1.74	3.44
18	แคทราย	5	0.13	0.57	0.77	1.74	3.08
19	ตะโกพนม	12.5	0.13	1.42	0.77	0.87	3.05
20	แคหางค่าง	7.5	0.02	0.85	0.13	1.74	2.71
21	ตะแบกแดง	5	0.06	0.57	0.36	1.74	2.66
22	สนั่น	5	0.06	0.57	0.34	1.74	2.65
23	ตะแบกเปลือกบาง	5	0.05	0.57	0.26	1.74	2.57
24	แคหัวหมู	5	0.04	0.57	0.22	1.74	2.52
25	โมกหลวง	5	0.02	0.57	0.11	1.74	2.41
26	ชิงชัน	7.5	0.04	0.85	0.25	0.87	1.97
27	มะขามป้อม	5	0.06	0.57	0.34	0.87	1.78
28	ยมหิน	5	0.03	0.57	0.17	0.87	1.61
29	กัดลิ้น	5	0.03	0.57	0.15	0.87	1.59
30	ทองหลางป่า	2.5	0.07	0.28	0.41	0.87	1.57
31	ตับเต่าต้น	5	0.01	0.57	0.08	0.87	1.52
32	ปอเลียงฝ้าย	5	0.01	0.57	0.06	0.87	1.50
33	มะหาด	2.5	0.05	0.28	0.29	0.87	1.44
34	ซ้อ	2.5	0.04	0.28	0.24	0.87	1.40

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
35	แข้งกวาง	2.5	0.04	0.28	0.21	0.87	1.37
36	เสี้ยวเครือ	2.5	0.02	0.28	0.13	0.87	1.28
37	เต็งหนาม	2.5	0.02	0.28	0.12	0.87	1.27
38	ติ้วขน	2.5	0.01	0.28	0.08	0.87	1.23
39	เต็ง	2.5	0.01	0.28	0.08	0.87	1.23
40	หมีเหม็น	2.5	0.01	0.28	0.08	0.87	1.23
41	อินทนิลบก	2.5	0.01	0.28	0.05	0.87	1.21
42	จิกน้ำ	2.5	0.01	0.28	0.05	0.87	1.20
43	กรมเขา	2.5	0.01	0.28	0.04	0.87	1.19
44	ขี้อ้าย	2.5	0.01	0.28	0.04	0.87	1.19
45	ถ่านไฟผี	2.5	0.01	0.28	0.04	0.87	1.19
46	ปอแก่นเทา	2.5	0.01	0.28	0.04	0.87	1.19
47	กระทุ่มเนิน	2.5	0.01	0.28	0.03	0.87	1.19
	รวม	**882.5**	**17.31**	**100**	**100**	**100**	**300**

ระดับลูกไม้/กล้าไม้ (Saplings/Seedlings)

องค์ประกอบของลูกไม้ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร) พบชนิดพรรณไม้จำนวนทั้งหมด 37 ชนิด 31 สกุล 18 วงศ์ ความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon-Weiner เท่ากับ 3.33 มีความหนาแน่นเท่ากับ 300 ต้นต่อเฮกแตร์ ชนิดไม้เด่นที่พิจารณาจาก ค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ กระทุ่มเนิน เก็ดดำ ตะคร้อ กระพี้นางนวล (*Dalbergia cana*) แดง ปอแก่นเทา (*Grewia eriocarpa*) เพกา พญารากดำ (*Diospyros rubra*) แคหางค่างและเปล้าหลวง มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 13.97, 13.71, 11.73, 10.89, 10.63, 8.97, 8.97, 7.82, 6.98 และ6.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับลูกไม้/กล้าไม้ ที่สำรวจพบในแปลงสักอายุ 30 ปี

ลำดับ	Species	D	RD	RF	IVI
1	กระทุ่มเนิน	25	8.33	5.63	13.97
2	เก็ดดำ	20	6.67	7.04	13.71
3	ตะคร้อ	22.5	7.50	4.23	11.73
4	กระพี้นางนวล	20	6.67	4.23	10.89
5	แดง	15	5.00	5.63	10.63
6	ปอแก่นเทา	10	3.33	5.63	8.97
7	เพกา	10	3.33	5.63	8.97
8	พญารากดำ	15	5.00	2.82	7.82
9	แคหางค่าง	12.5	4.17	2.82	6.98
10	เปล้าหลวง	12.5	4.17	2.82	6.98
11	เม่าไข่ปลา	12.5	4.17	2.82	6.98
12	โมกมัน	12.5	4.17	2.82	6.98
13	กางขี้มอด	7.5	2.50	4.23	6.73
14	ตะแบกเปลือกบาง	7.5	2.50	4.23	6.73
15	กาสามปีก	15	5.00	1.41	6.41
16	สัก	10	3.33	2.82	6.15
17	ปอแดง	7.5	2.50	2.82	5.32
18	กะเจียน	5	1.67	2.82	4.48
19	ชิงชัน	5	1.67	2.82	4.48
20	ตะเคียนหนู	5	1.67	2.82	4.48
21	เก็ดขาว	5	1.67	1.41	3.08
22	ยมหิน	5	1.67	1.41	3.08

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	RD	RF	IVI
23	ลาย	5	1.67	1.41	3.08
24	กรมเขา	2.5	0.83	1.41	2.24
25	ข่อย	2.5	0.83	1.41	2.24
26	ตะโกพนม	2.5	0.83	1.41	2.24
27	ติ้วเกลี้ยง	2.5	0.83	1.41	2.24
28	ติ้วขน	2.5	0.83	1.41	2.24
29	ปอเลียงฝ้าย	2.5	0.83	1.41	2.24
30	ผ่าเสี้ยน	2.5	0.83	1.41	2.24
31	มะกอก	2.5	0.83	1.41	2.24
32	มะขามป้อม	2.5	0.83	1.41	2.24
33	มะเดื่อปล้อง	2.5	0.83	1.41	2.24
34	มะหาด	2.5	0.83	1.41	2.24
35	ยางบง	2.5	0.83	1.41	2.24
36	ส้มกบ	2.5	0.83	1.41	2.24
37	เสี้ยวส้ม	2.5	0.83	1.41	2.24
	รวม	**300**	**100**	**100**	**200**

1.4 แปลงสักอายุ 40 ปี

ระดับไม้ใหญ่ (Trees)

องค์ประกอบไม้ใหญ่ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร) พบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด 27 ชนิด 25 สกุล 12 วงศ์ ความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon-Weiner เท่ากับ 2.12 มีความหนาแน่นเท่ากับ 683 ต้นต่อเฮกแตร์ และมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 22.73 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ชนิดไม้เด่นที่พิจารณาจาก ค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ สัก ประดู่ ตะคร้อ กางขี้มอด ผ่าเสี้ยน แดง กระพี้จั่น เก็ดขาว ปอเลียงมัน (*Berrya mollis*) และขว้าว (*Haldina cordifolia*) มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 91.91, 66.82, 18.71, 18.21, 16.72, 15.43, 9.94, 8.39 6.20 และ4.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในแปลงสักอายุ 40 ปี

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
1	สัก	202.50	10.85	29.67	47.75	14.49	91.91
2	ประดู่	217.50	7.62	31.87	33.51	1.45	66.82
3	ตะคร้อ	47.50	0.36	6.96	1.60	10.14	18.71
4	กางขี้มอด	22.50	1.41	3.30	6.21	8.70	18.21
5	ผ่าเสี้ยน	35.00	0.33	5.13	1.45	10.14	16.72
6	แดง	32.50	0.45	4.76	1.97	8.70	15.43
7	กระพี้จั่น	30.00	0.27	4.40	1.19	4.35	9.94
8	เก็ดขาว	20.00	0.25	2.93	1.11	4.35	8.39
9	ปอเลียงมัน	7.50	0.17	1.10	0.76	4.35	6.20
10	ขว้าว	5.00	0.24	0.73	1.06	2.90	4.69
11	กาสามปีก	5.00	0.16	0.73	0.72	2.90	4.35
12	แคทราย	7.50	0.04	1.10	0.20	2.90	4.19
13	ขางหัวหมู	7.50	0.03	1.10	0.13	2.90	4.13
14	กะเจียน	5.00	0.02	0.73	0.08	2.90	3.71

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
15	เปล้าหลวง	5.00	0.20	0.73	0.86	1.45	3.04
16	ปอแก่นเทา	2.50	0.17	0.37	0.73	1.45	2.55
17	ขี้อ้าย	5.00	0.02	0.73	0.09	1.45	2.27
18	ยอป่า	2.50	0.03	0.37	0.14	1.45	1.95
19	ปอมื่น	2.50	0.02	0.37	0.07	1.45	1.89
20	กระทุ่มเนิน	2.50	0.01	0.37	0.07	1.45	1.88
21	แสลงใจ	2.50	0.01	0.37	0.06	1.45	1.88
22	มะเฟืองช้าง	2.50	0.01	0.37	0.06	1.45	1.87
23	กุ๊ก	2.50	0.01	0.37	0.04	1.45	1.86
24	เก็ดดำ	2.50	0.01	0.37	0.04	1.45	1.85
25	แคหางค่าง	2.50	0.01	0.37	0.04	1.45	1.85
26	มะขามป้อม	2.50	0.01	0.37	0.03	1.45	1.84
27	ส้มกบ	2.50	0.01	0.37	0.03	1.45	1.84
	รวม	**682.5**	**22.73**	**100**	**100**	**100**	**300**

ระดับลูกไม้/กล้าไม้ (Saplings/Seedlings)

องค์ประกอบของลูกไม้ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร) พบชนิดพรรณไม้จำนวนทั้งหมด 20 ชนิด 20 สกุล 12 วงศ์ ความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon-Weiner เท่ากับ 2.51 มีความหนาแน่นเท่ากับ 170 ต้นต่อเฮกแตร์ ชนิดไม้เด่นที่พิจารณาจาก ค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ ตะคร้อ ส้มกบ (*Hymenodictyon orixense*) กระพี้จั่น ปอแก่นเทา ประดู่ ตะเคียนหนู (*Anogeissus acuminate*) โมกมัน สัก ขางหัวหมู (*Miliusa velutina*) และกะเจียน มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 48.33, 16.93, 15.46, 15.46, 14.23, 12.76, 12.52, 8.35, 7.11 และ5.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับลูกไม้/กล้าไม้ ที่สำรวจพบในแปลงสักอายุ 40 ปี

ลำดับ	Species	D	RD	RF	IVI
1	ตะคร้อ	50	29.41	18.92	48.33
2	ส้มกบ	15	8.82	8.11	16.93
3	กระพี้จั่น	12.5	7.35	8.11	15.46
4	ปอแก่นเทา	12.5	7.35	8.11	15.46
5	ประดู่	15	8.82	5.41	14.23
6	ตะเคียนหนู	12.5	7.35	5.41	12.76
7	โมกมัน	7.5	4.41	8.11	12.52
8	สัก	5	2.94	5.41	8.35
9	ขางหัวหมู	7.5	4.41	2.70	7.11
10	กะเจียน	5	2.94	2.70	5.64
11	เก็ดดำ	5	2.94	2.70	5.64
12	กระทุ่มเนิน	2.5	1.47	2.70	4.17
13	แคหางค่าง	2.5	1.47	2.70	4.17
14	แดง	2.5	1.47	2.70	4.17
15	เปล้าหลวง	2.5	1.47	2.70	4.17
16	ผ่าเสี้ยน	2.5	1.47	2.70	4.17
17	ยมหิน	2.5	1.47	2.70	4.17
18	ยอป่า	2.5	1.47	2.70	4.17
19	สำโรง	2.5	1.47	2.70	4.17
20	แสลงใจ	2.5	1.47	2.70	4.17
	รวม	**170**	**100**	**100**	**200**

1.5 ป่าเบญจพรรณธรรมชาติ

ระดับไม้ใหญ่ (Trees)

องค์ประกอบไม้ใหญ่ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร) พบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด 40 ชนิด 35 สกุล 19 วงศ์ ความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon-Weiner เท่ากับ 2.72 มีความหนาแน่นเท่ากับ 698 ต้นต่อเฮกแตร์ และมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 21.82 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ชนิดไม้เด่นที่พิจารณาจาก ค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ ประดู่ แดง กางขี้มอด เปล้าหลวง สัก มะกอกเกลื้อน เก็ดดำ โมกหลวง (*Holarrhena pubescens*) ปอแก่นเทา และเต็ง (*Shorea obtusa*) มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 64.10, 46.21, 27.33, 26.54, 20.04, 11.84, 10.23, 7.62, 5.65 และ5.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับไม้ใหญ่ ที่สำรวจพบในป่าเบญจพรรณธรรมชาติ

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
1	ประดู่	152.5	7.03	21.86	32.23	10	64.10
2	แดง	95	4.93	13.62	22.59	10	46.21
3	กางขี้มอด	55	2.72	7.89	12.45	7	27.33
4	เปล้าหลวง	110	1.26	15.77	5.77	5	26.54
5	สัก	67.5	0.73	9.68	3.36	7	20.04
6	มะกอกเกลื้อน	15	1.24	2.15	5.69	4	11.84
7	เก็ดดำ	22.5	0.44	3.23	2.00	5	10.23
8	โมกหลวง	20	0.16	2.87	0.75	4	7.62
9	ปอแก่นเทา	10	0.05	1.43	0.21	4	5.65
10	เต็ง	12.5	0.14	1.79	0.66	3	5.46
11	ผ่าเสี้ยน	5	0.39	0.72	1.80	2	4.52
12	รัง	7.5	0.28	1.08	1.29	2	4.37
13	กรมเขา	12.5	0.12	1.79	0.53	2	4.33
14	เสี้ยวเครือ	7.5	0.21	1.08	0.95	2	4.02

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
15	กระบก	7.5	0.17	1.08	0.79	2	3.87
16	กาสามปีก	5	0.16	0.72	0.74	2	3.45
17	กระทุ่มเนิน	5	0.09	0.72	0.43	2	3.15
18	งิ้วป่า	5	0.09	0.72	0.40	2	3.12
19	สะแกแสง	5	0.26	0.72	1.17	1	2.89
20	กัดลิ้น	5	0.02	0.72	0.08	2	2.79
21	ปอเลียงมัน	5	0.01	0.72	0.07	2	2.78
22	ตะแบกแดง	5	0.01	0.72	0.06	2	2.78
23	มะขามป้อม	7.5	0.13	1.08	0.58	1	2.65
24	ตะคร้อ	5	0.15	0.72	0.69	1	2.41
25	กระโดน	2.5	0.22	0.36	1.00	1	2.36
26	เสี้ยวส้ม	5	0.14	0.72	0.64	1	2.36
27	ขางหัวหมู	2.5	0.17	0.36	0.76	1	2.12
28	ตะเคียนหนู	2.5	0.16	0.36	0.74	1	2.10
29	เงี่ยงดุก	2.5	0.14	0.36	0.65	1	2.01
30	สมอพิเภก	5	0.03	0.72	0.15	1	1.86
31	เก็ดขาว	5	0.02	0.72	0.07	1	1.79
32	มะหาด	5	0.01	0.72	0.06	1	1.78
33	อินทนิลบก	2.5	0.04	0.36	0.16	1	1.52
34	สมอไทย	2.5	0.03	0.36	0.12	1	1.48
35	กะเจียน	2.5	0.02	0.36	0.10	1	1.46
36	แคทราย	2.5	0.02	0.36	0.08	1	1.44
37	แคฝอย	2.5	0.01	0.36	0.06	1	1.42
38	ยางเหียง	2.5	0.01	0.36	0.03	1	1.39

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	Do	RD	RDo	RF	IVI
39	ตับเต่าต้น	2.5	0.01	0.36	0.03	1	1.39
40	มะเม่าสาย	2.5	0.00	0.36	0.02	1	1.38
	รวม	**697.5**	**21.82**	**100**	**100**	**100**	**300**

ระดับลูกไม้/กล้าไม้ (Saplings/Seedlings)

องค์ประกอบของลูกไม้ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร) พบชนิดพรรณไม้จำนวนทั้งหมด 25 ชนิด 23 สกุล 14 วงศ์ ความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon-Weiner เท่ากับ 2.58 มีความหนาแน่นเท่ากับ 255 ต้นต่อเฮกแตร์ ชนิดไม้เด่นที่พิจารณาจาก ค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ ตะคร้อ เปล้าหลวง กางขี้มอด โมกมัน ประดู่ เก็ดดำ สัก แคหางค่าง แคทราย (*Dolichandrone serrulata*) และแดง มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 31.99, 31.99, 17.16, 17.16, 10.05, 9.19, 8.09, 7.11, 6.13 และ6.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ค่าความหนาแน่น (D; ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Do; ตรม/เฮกแตร์) ความถี่ (F; %) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD; %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo; %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF; %) และดัชนีความสำคัญ (IVI; %) ของชนิดไม้ในระดับลูกไม้/กล้าไม้ ที่สำรวจพบในป่าเบญจพรรณธรรมชาติ

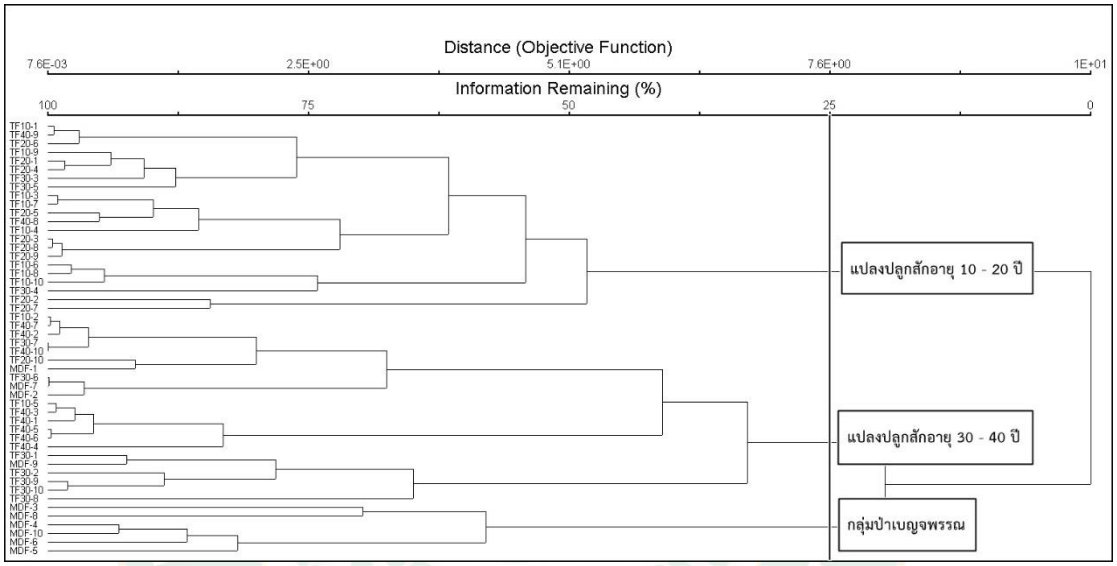
ลำดับ	Species	D	RD	RF	IVI
1	ตะคร้อ	55	21.57	10.42	31.99
2	เปล้าหลวง	55	21.57	10.42	31.99
3	กางขี้มอด	22.5	8.82	8.33	17.16
4	โมกมัน	22.5	8.82	8.33	17.16
5	ประดู่	15	5.88	4.17	10.05
6	เก็ดดำ	7.5	2.94	6.25	9.19
7	สัก	10	3.92	4.17	8.09
8	แคหางค่าง	7.5	2.94	4.17	7.11

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	RD	RF	IVI
9	แคทราย	5	1.96	4.17	6.13
10	แดง	5	1.96	4.17	6.13
11	ปอแก่นเทา	5	1.96	4.17	6.13
12	มะหาด	5	1.96	4.17	6.13
13	กระโดน	5	1.96	2.08	4.04
14	งิ้วป่า	5	1.96	2.08	4.04
15	มะกอก	5	1.96	2.08	4.04
16	กะเจียน	2.5	0.98	2.08	3.06
17	กาสามปีก	2.5	0.98	2.08	3.06
18	เก็ดขาว	2.5	0.98	2.08	3.06
19	ชิงชัน	2.5	0.98	2.08	3.06
20	ตะคร้ำ	2.5	0.98	2.08	3.06
21	มะกา	2.5	0.98	2.08	3.06
22	เม่าไข่ปลา	2.5	0.98	2.08	3.06
23	เสี้ยวส้ม	2.5	0.98	2.08	3.06
24	แสลงใจ	2.5	0.98	2.08	3.06
25	เหมือดโลด	2.5	0.98	2.08	3.06
	รวม	**255**	**100**	**100**	**200**

2. การจัดกลุ่มหมู่ไม้

การจำแนกสังคมพืชโดยการจัดกลุ่มหมู่ไม้ (cluster analysis) ที่ระดับความคล้ายคลึง 25 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบ่งกลุ่มสังคมพืชออกเป็น 3 สังคมย่อย ได้แก่ 1) ป่าเบญจพรรณ 2) แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี และ 20 ปี และ 3) แปลงปลูกสักอายุ 30 ปี และ 40 ปี โดยแปลงปลูกสักอายุ 30 ปี และ 40 ปี กับป่าเบญจพรรณมีความคล้ายคลึงกันมากกว่า แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี และ 20 ปี (ภาพที่ 4) แสดงให้เห็นว่า แปลงปลูกสักที่มีอายุมากมีองค์ประกอบสังคมพืชคล้ายคลึงกับป่าเบญจพรรณมากกว่าแปลงปลูกสักอายุน้อย



ภาพที่ 4 การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (cluster) ได้แก่ แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี (TF10) แปลงปลูกสักอายุ 20 ปี (TF20) แปลงปลูกสักอายุ 30 ปี (TF30) แปลงปลูกสักอายุ 40 ปี (TF40) และป่าเบญจพรรณธรรมชาติ (MDF) ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างสังคมพืชพบว่าแต่ละสังคมพืชมีความแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน (ตารางที่ 14) โดยพบว่าองค์ประกอบชนิดพืชของแปลงปลูกสักอายุ 30 ปี มีค่าจำนวนชนิดและค่าความหลากหลายมากที่สุด เนื่องจากในช่วงไม้สักอายุ 25 ปี มีการตัดสางขยายระยะ (Thinning) โดยจะตัดขยายระยะแบบเลือกตัด (selection thinning) กล่าวคือจะมีการเลือกตัดไม้ที่มีลักษณะดีเพื่อนำออกไปขาย และจะเป็นการตัดออกเฉพาะไม้สักไม่มีการทำความสะอาดสวนเพื่อลดค่าใช้จ่าย (ประเสริฐ, 2550) ทำให้จำนวนไม้สักน้อยลงจนเกิดช่องว่างระหว่างเรือนยอด (canopy gap) มากขึ้น ส่งผลให้ชนิดไม้อื่นสามารถเข้ามาเจริญเติบโตในพื้นที่ได้มากขึ้นด้วย (วิสุทธิ์, 2544 ; KoonKhunthod et al., 2007) และในแปลงปลูกสักอายุ 40 ปี กลับมีค่าความหนาแน่นลดลง เนื่องจากการที่สังคมพืชเริ่มเข้าสู่สังคมพืชถาวร ไม้ที่มีขนาดเล็ก หรือไม้เบิกนำเริ่มหายไปจากพื้นที่ ทำ

ให้ไม้ที่มีขนาดใหญ่สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ แสดงว่าสังคมพืชแห่งนี้เริ่มเข้าสู่การฟื้นตัวไปเป็นป่าธรรมชาติ สอดคล้องกับการศึกษาของ KoonKhunthod et al. (2007) ที่รายงานว่าในพื้นที่สวนป่าของสวนป่าแม่หยวกที่มีสภาพใกล้เคียงกับป่าเบญจพรรณมากขึ้น เมื่อสวนป่าสักมีอายุมากขึ้น เพราะจะเปิดโอกาสให้ชนิดไม้อื่นเข้ามาเจริญทดแทนได้มากขึ้น ในขณะที่ Kaewkrom et al. (2005) ระบุว่าการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืนสามารถเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในป่าเศรษฐกิจได้ โดยมีชนิดไม้เด่นในป่าเบญจพรรณมาขึ้นเจริญทดแทนในพื้นที่สวนป่า เช่น แดง และประดู่ เป็นต้น เช่นเดียวกับงานวิจัยนี้ที่มีไม้แดง และประดู่ เป็นไม้เด่นในสวนป่าสักทุกชั้นอายุ โดยไม้แดง และประดู่เป็นไม้ทั่วไปของป่าเบญจพรรณ (generalist species) คือมีคุณสมบัติเป็นทั้งไม้เบิกนำและไม้ในสังคมถาวรของป่าเบญจพรรณ (Asanok et al., 2020) และการเพิ่มขึ้นของค่าดัชนีความหลากชนิดของแปลงปลูกสักอายุ 30 ปี เนื่องจากหลังการตัดสางขยายระยะไม้สักออกจากพื้นที่แล้ว ย่อมทำให้มีพื้นที่ว่างสำหรับไม้ชนิดอื่นขึ้นเจริญทดแทนได้ โดยเฉพาะกลุ่มไม้เบิกนำ เพราะการเกิดช่องว่างระหว่างเรือนยอดส่งผลให้มีแสงส่องผ่านสู่พื้นดินมากขึ้น ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมกับไม้เบิกนำ (Asanok et al., 2013) ส่วนแปลงปลูกสักอายุ 20 ปี นั้นมีลักษณะทางสังคมค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงปลูกอื่น ๆ เนื่องจากเมื่อสักมีอายุ 15 ทางองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้จะมีการตัดสางขยายระยะโดยวิธีเลือกตัด (selection thinning)) และจะมีการทำความสะอาดสวนอีกครั้งหนึ่งคือการตัดไม้กระยาเลยที่มีขนาดเล็กและกำจัดวัชพืชออกจากพื้นที่เพื่อส่งเสริมให้ไม้สักได้เจริญเติบโตอย่างเต็มที่ (ประเสริฐ, 2550) ดังนั้นแปลงปลูกสักอายุ 20 ปี ไม้กระยาเลยอื่น ๆ จึงไม่สามารถเข้ามาตั้งตัวและเจริญเติบโตเป็นไม้ขนาดใหญ่ได้ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อปล่อยให้สวนป่าสักมีการเจริญทดแทนเป็นเวลานานขึ้นย่อมทำให้มีการปรับลักษณะทางสังคมเข้าใกล้กับป่าธรรมชาติมากขึ้น เช่น แปลงปลูกสักอายุ 30 หรือ 40 ปี เป็นต้น

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบลักษณะทางสังคมพืช (Species Composition) ได้แก่ แปลงปลูกสัก อายุ 10 ปี 20 ปี 30 ปี 40 ปี และป่าเบญจพรรณธรรมชาติ (MDF) ในสวนป่าขุนแม่คำมี

ลักษณะทางสังคม	10 ปี	20 ปี	30 ปี	40 ปี	MDF
ไม้ใหญ่					
จำนวนชนิด	42	21	47	27	40
จำนวนสกุล	36	17	38	25	35
จำนวนวงศ์	21	8	21	12	19
ความหนาแน่น (ต้น/เฮกแตร์)	1008	570	883	683	698
พื้นที่หน้าตัด (ตารางเมตร/เฮกแตร์)	12.75	17.81	17.31	22.73	21.82
Shannon index (*H'*)	2.41	1.56	2.75	2.12	2.72
Simpson index (**λ**)	0.24	0.42	0.12	0.20	0.11
Pielou index (*J*)	0.64	0.51	0.71	0.64	0.74
กล้าไม้/ลูกไม้					
จำนวนชนิด	52	33	37	20	25
จำนวนสกุล	46	31	31	20	23
จำนวนวงศ์	22	18	18	12	14
ความหนาแน่น (ต้น/เฮกแตร์)	912.5	390	300	170	255
Shannon index (*H'*)	3.28	3.03	3.33	2.51	2.58
Simpson index (**λ**)	0.06	0.07	0.04	0.13	0.12
Pielou index (*J*)	0.83	0.87	0.92	0.84	0.80

3. ลักษณะของไม้สัก

พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($p < 0.001$) โดยสักอายุ 40 ปี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 24.92±4.84 รองลงมาได้แก่สักอายุ 30 ปี 20 ปี 10 ปี และป่าเบญจพรรณธรรมชาติ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 18.11±5.89, 15.13±2.19, 12.44±1.58 และ 8.14±6.68 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนความสูงเฉลี่ยของไม้สักพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($p < 0.001$) โดยสักอายุ 40 ปี มีขนาดความสูงเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 23.85±3.31 รองลงมาได้แก่สักอายุ 20 ปี 30 ปี 10 ปี และป่าเบญจพรรณธรรมชาติ มีขนาดความสูงเฉลี่ย เท่ากับ 17.08±2.77, 14.91±3.91, 12.01±1.43, และ 9.08±7.37 เมตร ตามลำดับ ส่วนพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยพบว่ามีความแตกต่างกันอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($p < 0.001$) โดยสักอายุ 40 ปี มีขนาดพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 0.43±0.17 รองลงมาได้แก่สักอายุ 20 ปี 10 ปี 30 ปี และป่าเบญจพรรณธรรมชาติ มีขนาดพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย เท่ากับ 0.29±0.08, 0.27±0.11, 0.19±0.09 และ 0.03±0.03 ตามลำดับ ความหนาแน่นของไม้สักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยแปลงปลูกสักอายุ 10 ปี มีความหนาแน่นสูงสุด คือ 477.5±88.55 ต้นต่อเฮกแตร์ และมีจำนวนลดลงเรื่อย ๆ ตามช่วงอายุที่เพิ่มขึ้น ส่วนป่าเบญจพรรณธรรมชาติมีจำนวนต้นไม่สักน้อยที่สุด และปริมาณมวลชีวภาพพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($p < 0.001$) โดยสักอายุ 40 ปี มีปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุด เท่ากับ 3.86±1.68 รองลงมาได้แก่สักอายุ 20 ปี 10 ปี 30 ปี และป่าเบญจพรรณธรรมชาติมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย เท่ากับ 2.07±0.66, 1.40±0.69, 1.28±0.71 และ 0.18±0.24 ตามลำดับ (ตารางที่ 15)

จากผลขั้นต้นไม้สักอายุ 20 ปี มีค่าความโต ความสูง พื้นที่หน้าตัด และมวลชีวภาพ เพิ่มขึ้นโดดเด่นกว่าแปลงอื่น ๆ เนื่องจากมีการตัดสางขยายระยะโดยวิธีเลือกตัด (selection thinning) ในปีที่ 15 ทำให้ไม้สักที่เหลือในแปลงเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วตามหลักวนวัฒนวิธี (ประเสริฐ, 2550) และในปีที่ 30 ค่าความสูง พื้นที่หน้าตัด ความหนาแน่น และมวลชีวภาพมีค่าลดลง เนื่องจากการตัดสางขยายระยะแบบเลือกตัด (selection thinning) เมื่ออายุ 25 – 30 โดยจะมีการเลือกตัดไม้ที่มีลักษณะดีเพื่อนำออกไปขาย และจะเป็นการตัดออกเฉพาะไม้สักไม่มีการทำความสะอาดสวนเพื่อลดค่าใช้จ่าย (ประเสริฐ, 2550) ทำให้ไม้สักที่เหลืออยู่ภายในแปลงมีจำนวนน้อยลง เป็นเหตุให้ค่าต่าง ๆ ลดลงตามไปด้วย และหากปล่อยทิ้งไว้จนอายุถึง 40 ปี ขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้สักก็จะเพิ่มขึ้นอีกครั้ง แสดงให้เห็นว่าจัดการด้วยระบบวนวัฒนวิธีช่วยให้ไม้สักมีการเจริญเติบที่ดีกว่าการเจริญเติบโตในป่าธรรมชาติ

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบลักษณะการเติบโตของไม้สักในแปลงปลูกอายุ 10 ปี 20 ปี 30 ปี 40 ปี และป่าเบญจพรรณ (MDF) ได้แก่ ความโตที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH, เซนติเมตร), ความสูง (H, เมตร), ขนาดพื้นที่หน้าตัด (Ba, ตร.ม./แฮกแตร์), ความหนาแน่น (D, ต้น/แฮกแตร์) และมวลชีวภาพ (Mass, ตัน) ในสวนป่าขุนแม่คำมี

Type	10	20	30	40	MDF	Sig.
DBH	12.44±1.58^{bcd}	15.13±2.19^{bc}	18.11±5.89^{b}	24.92±4.84^{a}	8.14±6.68^{d}	***
H	12.01±1.43^{cd}	17.08±2.77^{b}	14.91±3.91^{bc}	23.85±3.31^{a}	9.08±7.37^{de}	***
Ba	0.27±0.11^{bc}	0.29±0.08^{b}	0.19±0.09^{c}	0.43±0.17^{a}	0.03±0.03^{d}	***
D	477.5±88.55^{a}	362.5±87.60^{b}	175±107.37^{c}	202.5±58.27^{c}	67.5±70.76^{d}	***
Mass	1.40±0.69^{b}	2.07±0.66^{b}	1.28±0.71^{b}	3.86±1.68^{a}	0.18±0.24^{c}	***

หมายเหตุ : a, b, c, d และ e หมายถึง การจัดกลุ่มทางสถิติ

4. คุณสมบัติดิน

พบว่าอนุภาคดินทราย และอนุภาคดินเหนียวของแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.001) โดยแปลงปลูกสักอายุ 10 ปี มีค่าอนุภาคดินทรายเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 47.5±19.06 ส่วนแปลงปลูกสักอายุ 40 ปี มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 27.9±4.33 ในทางตรงกันข้ามแปลงสักอายุ 40 ปี กลับมีค่าอนุภาคดินเหนียวสูงสุด เท่ากับ 48.8±4.08 และแปลงปลูกสักอายุ 10 ปี มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 31.1±13.44 (ตารางที่ 16) ส่วนปริมาณธาตุอาหารพบว่าปริมาณของไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ของแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.001) โดยแปลงปลูกสักอายุ 40 ปี มีปริมาณของไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียมสูงสุด เท่ากับ 0.29±0.03, 1476.6±498.46 และ 473.28±71.01 ตามลำดับ ในขณะที่โพแทสเซียมพบมากสุดในป่าเบญจพรรณธรรมชาติ และแปลงปลูกสักอายุ 30 ปี มีค่าเท่ากับ 144.39±47.82 และ 117.01±38.79 ตามลำดับ ส่วนแปลงปลูกสักอายุ 10 ปี พบว่ามีธาตุอาหารดังกล่าวค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่น ๆ

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบคุณสมบัติดินได้แก่ อนุภาคดินทราย (sand, %) และ อนุภาคดินทรายแป้ง (silt, %) และ อนุภาคดินเหนียว (clay, %) ไนโตรเจน (N, %) ฟอสฟอรัส (P, mg/kg) โพแทสเซียม (K, mg/kg) แคลเซียม (Ca, mg/kg) แมกนีเซียม (Mg, mg/kg) ภายในพื้นที่แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี 20 ปี 30 ปี 40 ปี และ ป่าเบญจพรรณธรรมชาติ (MDF) ในพื้นสวนป่าขุนแม่คำมี

Soil	10	20	30	40	MDF	Sig
Sand	47.5±19.06^{a}	29.8±6.02^{bc}	42.7±9.73^{ab}	27.9±4.33^{c}	45.9±6.24^{a}	***
Silt	21.4±5.82	25.1±2.51	24.1±7.29	23.3±1.57	22.2±1.62	NS
Clay	31.1±13.44^{b}	45.1±5.88^{a}	33.2±5.53^{b}	48.8±4.08^{a}	31.9±5.32^{b}	***
N	0.13±0.04^{c}	0.23±0.04^{b}	0.16±0.03^{c}	0.29±0.03^{a}	0.24±0.05^{b}	***
P	4.33±1.58	4.79±1.50	4.48±1.60	8.73±8.9	3.54±1.16	NS
K	80.57±37.12^{b}	77.83±13.33^{b}	117.01±38.79^{ab}	101.82±27.08^{ab}	144.39±47.82^{a}	***
Ca	570.79±393.55^{b}	867.96±266.09^{b}	520.24±165.98^{b}	1476.6±498.46^{a}	642.86±191.59^{b}	***
Mg	170.3±80.82^{c}	289.16±81.36^{b}	196.86±70.11^{c}	473.28±71.01^{a}	194.27±41.95^{c}	***

หมายเหตุ: *p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001, and NS = not significant.; a, b, c และ d หมายถึง การจัดกลุ่มทางสถิติ

5. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดินและสังคมพืช

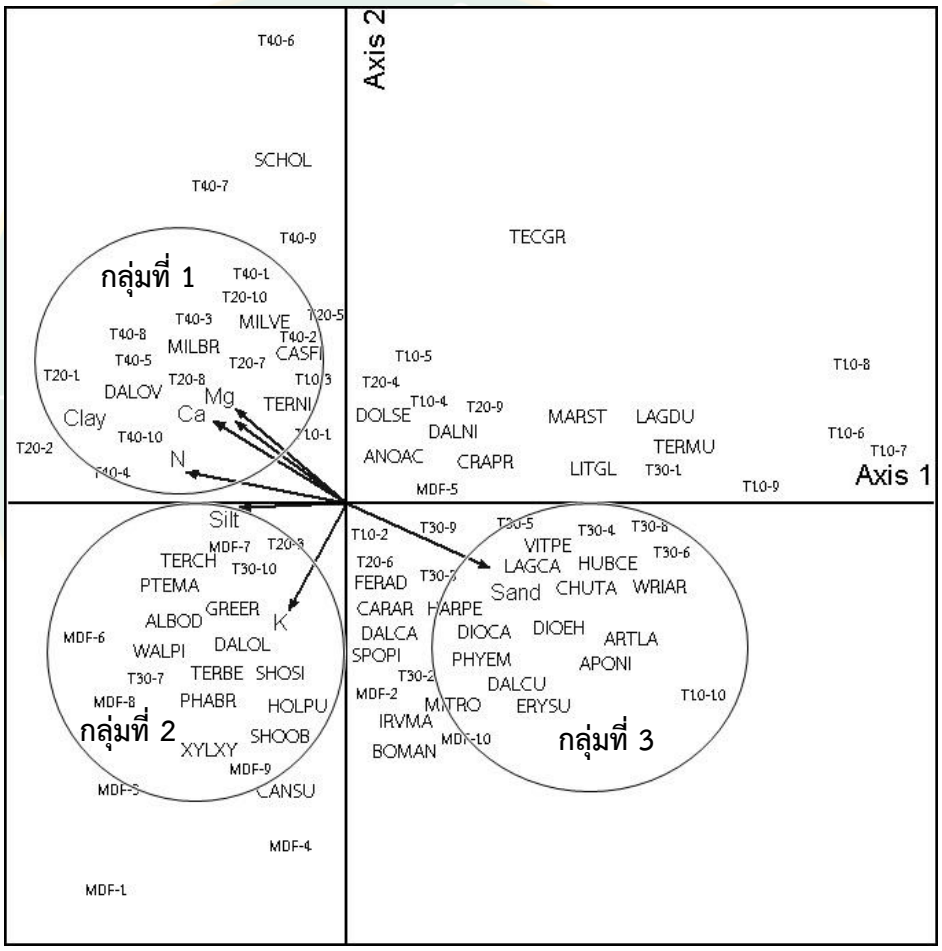
จากผลการวิเคราะห์โดยการลำดับสังคมพืชตามการแปรผันของปัจจัยสิ่งแวดล้อมด้วยวิธี CCA พบว่า ค่า Eigenvalue ของแกนที่ 1 มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 2.57 รองลงมาคือแกนที่ 2 และแกนที่ 3 มีค่าเท่ากับ 1.70 และ 1.06 ตามลำดับ และค่าความสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation) มีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) แสดงว่าผลการวิเคราะห์การลำดับแบบ CCA ระหว่างปัจจัยแวดล้อมและองค์ประกอบชนิดพันธุ์พืช สามารถเชื่อถือได้ โดยแกน 1 (Axis 1) ของ CCA มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเชิงบวกกับอนุภาคดินทราย และมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับอนุภาคดินเหนียว ไนโตรเจน และแมกนีเซียม ในขณะที่แกน 2 (Axis 2) พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเชิงลบกับโพแทสเซียม และมีความสำพันธ์ในเชิงบวกกับแมกนีเซียม ส่วนแกน 3 (Axis 3) มีความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมทุกปัจจัยอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ดังนั้นการใช้ค่าความสัมพันธ์ของแกน 1 และ 2 เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของการลำดับสังคมพืชกับปัจจัยแวดล้อมด้านดินจึงน่าเชื่อถือที่สุด

โดยกราฟของการปรากฏของชนิดพรรณไม้ตามแนวการลดหลั่นของปัจจัยแวดล้อมด้านดินระหว่างแกนที่ 1 และ แกนที่ 2 สามารถแบ่งพืชออกได้เป็น 3 กลุ่ม (ภาพที่ 5) คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มพืชที่มี อนุภาคดินเหนียว ไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียม เป็นตัวกำหนด ได้แก่ เก็ดขาว (*Dalbergia ovata*; DALOV) กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana*; MILBR) ขางหัวหมู (*Miliusa velutina*; MILVE) คูน (*Cassia fistula*; CASFI) และ ขี้อ้าย (*Terminalia nigrovenulosa*; TERNI) เป็นต้น แสดงว่าชนิดไม้เหล่านี้สามารถตั้งตัวได้ดีในพื้นที่ที่มีการสะสมธาตุอาหารจำนวนมาก เช่น ป่าเบญจพรรณ และแปลงปลูกสักที่มีอายุ 30-40 ปี แสดงให้เห็นว่า ในพื้นที่แปลงปลูกสักหากมีการปฏิบัติอย่างดี รวมถึงมีการปล่อยทิ้งไว้ให้มีการเจริญทดแทนเป็นเวลานานย่อมสามารถส่งเสริมให้มีการสะสมธาตุอาหารในดินเพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากการย่อยสลายอินทรียวัตถุและเศษซากพืชที่ร่วงหล่นจากการปฏิบัติทางวนวัฒน์ เช่น การลิดกิ่ง เป็นต้น (Fernández-Moya et al., 2015) และธาตุอาหารเหล่านี้มักมีการสะสมมากในป่าเบ็ดเตล็ด (miscellaneous forest) คือป่าที่มีการผสมกันระหว่างชนิดไม้ปลูกและชนิดที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ (Mishra et al., 2017)

กลุ่มที่ 2 กลุ่มพืชที่มีปริมาณ โพแทสเซียม เป็นตัวกำหนด เช่น ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*; PTEMA) แดง (*Xylia xylocarpa*; XYLXY) สมอพิเภก (*Terminalia bellirica*; TERBE) ชิงชัน (*Dalbergia oliveri*; DALOL) และ สมอไทย (*Terminalia chebula*; TERCH) เป็นต้น เนื่องจากโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะช่วยในกระบวนการลำเลียงและส่งเสริมให้เกิดประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสง (Hasanuzzaman et al., 2018) ซึ่งโพแทสเซียมมีการสะสมมากในพื้นที่ป่าเบญจพรรณธรรมชาติ เนื่องจากในป่าธรรมชาติมีพรรณพืชที่หลากหลายที่สามารถหมุนเวียนธาตุอาหารกลับคืนสู่พื้นดิน นอกจากนั้นการเกิดไฟป่าเป็นเวลานานส่งผลให้เกิดการสะสมโพแทสเซียมมากตามไปด้วย (Mishra et al., 2017) นอกจากนั้นชนิดไม้เหล่านี้ยังปรากฏอยู่ในพื้นที่แปลงปลูกป่าสักอื่น ๆ ด้วยโดยเฉพาะในพื้นที่สวนป่าสักอายุ 40 ปี แต่ปรากฏในพื้นที่ป่าเบญจพรรณมากที่สุด แสดงว่าธาตุอาหารโพแทสเซียมในดินเป็นเป็นปัจจัยจำกัดที่โดดเด่นในการกำหนดชนิดไม้เด่นในป่าเบญจพรรณของพื้นที่ศึกษาที่ทำให้มีความแตกต่างของหมู่ไม้ในแปลงปลูกสักอื่น ๆ

กลุ่มที่ 3 กลุ่มพืชที่มี อนุภาคดินทราย เป็นตัวกำหนด เช่น ตะแบกแดง (*Lagerstroemia calyculata*; LAGCA) ยมหิน (*Chukrasia tabularis*; CHUTA) ตับเต่าต้น (*Diospyros ehretioides*; DIOEH) ตะโกพนม (*Diospyros castanea*; DIOCA) และ กาสามปีก (*Vitex peduncularis*; VITPE) เป็นต้น เนื่องจากอนุภาคดินทรายปรากฏอยู่มากในพื้นที่แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี และ ป่าเบญจพรรณธรรมชาติ ซึ่งแสดงออกถึงอิทธิพลการปรากฏชนิดไม้ส่วนใหญ่เป็นชนิดไม้

เบิกนำในป่าเบญจพรรณที่ถูกรบกวน (Asanok et al., 2020) ซึ่งลักษณะทั่วไปของไม้เบิกนำมักจะสามารถตั้งตัวได้แม้ในสภาวะที่เกิดความเค้นจากสภาพแวดล้อม เช่น มีแสงแดดจัด หรือ มีธาตุอาหารต่ำ (Goodale et al., 2012) เป็นต้น และส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่มีอนุภาคดินทรายมากมักมีการสะสมธาตุอาหารน้อย (Dong et al., 2009) จึงทำให้ชนิดไม้เหล่านี้สามารถตั้งตัวได้ดีในพื้นที่สวนป่าสักอายุ 10 ปี หรือในพื้นที่ที่เป็นช่องว่างระหว่างเรือนยอดของป่าเบญจพรรณธรรมชาติ (Dupuy and Chazdon, 2008) ดังนั้นชนิดพืชเหล่านี้จึงถือว่ามีความทนทานต่อการขาดธาตุอาหารได้ดี จึงทำให้สามารถเจริญทดแทนได้แม้ว่าจะอยู่ในพื้นที่ ๆ ไม่สมบูรณ์ก็ตาม



ภาพที่ 5 การลำดับด้วยวิธี CCA ระหว่างปัจจัยดิน ได้แก่ อนุภาคดินทราย (sand) และ อนุภาคดินทรายแป้ง (silt) และ อนุภาคดินเหนียว (clay) และธาตุอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และ แมกนีเซียม (Mg) กับชนิดไม้สำคัญ ในพื้นที่สวนป่าสักอายุ 10 ปี (T10) 20 ปี (T20) 30 ปี (T30) 40 ปี (T40) และป่าเบญจพรรณธรรมชาติ (MDF) ภายในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี

6. ลักษณะของเชิงหน้าที่ของพรรณพืช

พบว่าชนิดไม้เด่นที่แสดงออกทางลักษณะเชิงหน้าที่ โดยการจัดลำดับตามค่าแกนของการลำดับด้วยวิธี PCA แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มชัดเจน พบว่าพื้นที่ใบ (LA) มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับแกนที่ 1 (Axis 1) และแกนที่ 2 (Axis 2) พื้นที่ใบจำเพาะ (SLA) มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับแกนที่ 1 (Axis 1) และมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับแกนที่ 2 (Axis 2) ส่วนสัดส่วนน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดของใบ (LDMC) และความหนาแน่นของเนื้อไม้ (WD) มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับแกนที่ 1 จึงสามารถแบ่งองค์ประกอบหลักของลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืชออกเป็น 3 กลุ่ม (ภาพที่ 6) ได้แก่ 1) ชนิดที่มีค่าสัดส่วนน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดของใบ (LDMC) และความหนาแน่นของเนื้อไม้ (WD) สูง คือ แดง (*Xylia xylocarpa* : XYLXY) กางขี้มอด (*Albizia odoratissima* : ALBOD) ตะคร้อ (*Schleichera oleosa* : SCHOL) ก่อแพะ (*Quercus kerrii* : QUEKE) และมะแฟน (*Protium serratum* : PROSE) เป็นต้น ซึ่งชนิดไม้ที่แสดงออกของลักษณะเชิงหน้าที่เหล่านี้ถือว่าเป็นชนิดที่มีอาการเชิงอนุรักษ์ (conservative syndromes) คือมีความทนทานย่อยสลายได้ยากทำให้มีการกักเก็บปริมาณคาร์บอนไว้ในทั้งใบและเนื้อไม้ได้ดี (Conti and Díaz, 2013) นอกจากนี้พืชกลุ่มนี้เป็นพืชโตช้า เนื่องจากมีศักยภาพในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อยทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นได้อย่างลำบาก และเป็นชนิดพืชที่มีลักษณะเชิงหน้าที่เป็นแบบต้นทุนสูง (high cost species) เนื่องจากต้องใช้ทรัพยากรจำนวนมากสำหรับการเจริญเติบโต และหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศได้ช้า (McGill et al., 2006)

2) ชนิดที่มีค่าพื้นที่ใบจำเพาะ (SLA) สูง คือ ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus* : PTEMA) ปอเลียงมัน (*Berrya mollis* : BERMO) มะคังแดง (*Dioecrescis erythroclada* : DIOER) คนทา (*Harrisonia perforate* : HARPE) และ โมกมัน (*Wrightia arborea* : WRIAR) เป็นต้น ซึ่งชนิดพืชเหล่านี้แสดงออกลักษณะเชิงหน้าที่เป็นกลุ่มอาการสิ้นเปลือง (acquisitive syndromes) คือสามารถเก็บกักคาร์บอนได้ง่ายแต่ก็ย่อยสลายได้อย่างรวดเร็ว (Conti and Díaz, 2013) ซึ่งการกักเก็บคาร์บอนนั้นเกิดจากประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงได้ดีจึงทำให้กลุ่มไม้เหล่านี้เติบโตได้อย่างรวดเร็ว (Wright et al., 2004) พืชกลุ่มนี้จึงถือว่าเป็นชนิดพืชที่มีลักษณะเชิงหน้าที่เป็นแบบต้นทุนต่ำ (low cost species) เนื่องจากใช้ทรัพยากรจำนวนน้อยเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และพืชเหล่านี้ยังส่งผลให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหารหรือทำหน้าที่ในระบบนิเวศได้รวดเร็ว (faster function) เนื่องจากมีกระบวนการย่อยสลายในอัตราที่สูงส่งผลให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหารเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว (McGill et al., 2006) ลักษณะของชนิดไม้ที่มีค่าขนาดพื้นที่ใบจำเพาะสูงมักเป็นชนิดไม้ที่มี

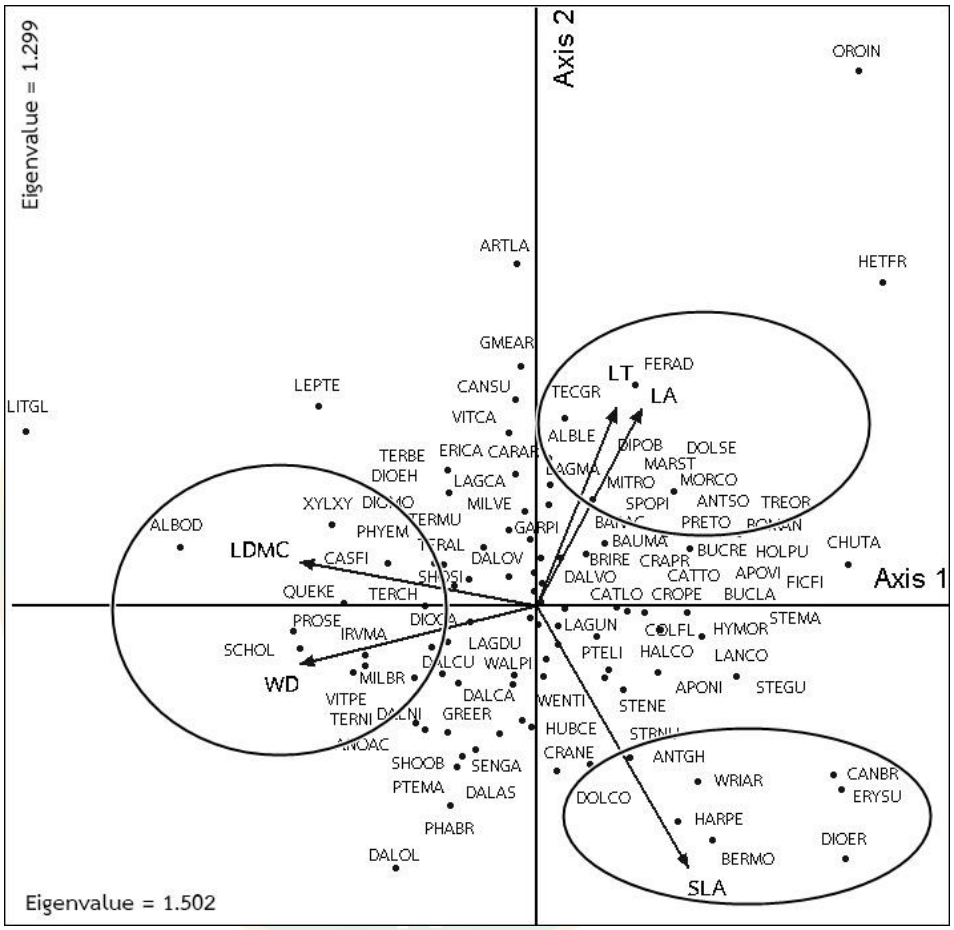
ลักษณะของไม้เบิกนำและไม้ในสังคมถาวรในชนิดเดียวกันหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าชนิดไม้ทั่วไป (generalist species) (Asanok et al., 2020)

3) ชนิดพืชที่มีพื้นที่ใบ (LA) และความหนาของใบ (LT) สูง คือ แคหางค่าง (*Fernandoa adenophylla* : FERAD) สัก (*Tectona grandis* : TECGR) พฤกษ์ (*Albizia lebbeck* : ALBLE) และยางเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius* : DIPOB) เป็นต้น ซึ่งชนิดพืชเหล่านี้แสดงออกลักษณะเชิงหน้าที่เป็นกลุ่มอาการสิ้นเปลือง (acquisitive syndromes) คือการที่มีใบขนาดใหญ่ และ อาการเชิงอนุรักษ์ (conservative syndromes) คือ การที่มีใบหนา เนื่องจากชนิดไม้ที่มีการแสดงออกของลักษณะของใบขนาดใหญ่ (larger leaf area) และหนา (thicker leaf) จากการถูกความเค้นของปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ได้รับแสงแดดอย่างรุนแรง ถิ่นอาศัยมีธาตุอาหารอยู่น้อย และถูกรบกวนอย่างรุนแรง เป็นต้น ซึ่งชนิดไม้ที่สามารถตั้งตัวได้ในพื้นที่แบบนี้ย่อมมีความทนทานทางนิเวศต่อสภาพแวดล้อมที่ความรุ่นแรง ดังนั้นลักษณะที่แสดงของลักษณะเชิงหน้าที่เหล่านี้จึงแสดงถึงคุณสมบัติของไม้เบิกนำที่มักตั้งตัวอยู่ในพื้นที่ที่มีความเค้นจากปัจจัยแวดล้อมที่รุนแรง (Castillo, 2015) ซึ่งเป็นชนิดไม้ที่มีต้นทุนต่ำเช่นเดียวกับพืชกลุ่มที่ 2 เนื่องจากชนิดไม้ที่มีใบขนาดใหญ่ย่อมมีพื้นที่ในการสังเคราะห์แสงได้มาก และชนิดไม้ที่มีใบหนาย่อมมีพื้นที่รองรับรงควัตถุสำหรับสังเคราะห์แสงได้มาก เช่น คลอโรฟิลล์ เป็นต้น และการที่พืชมีใบหนาย่อมมีพื้นที่สำหรับบรรจุน้ำได้มากกว่าพืชที่มีใบบาง (Asanok et al., 2013)

7. ความหลากหลายลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช

พบว่าลักษณะเชิงหน้าที่โดยรวม (mutilative trait) มีเพียงค่าความร่ำรวยของลักษณะเชิงหน้าที่ (FRic) ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.001) คือ โดยที่แปลงปลูกสักอายุ 30 ปี มีมากที่สุด เท่ากับ 7.06±1.51 รองลงมาได้แก่ 10 ปี, 40 ปี และป่าเบญจพรรณธรรมชาติ เท่ากับ 6.37±3.43, 4.67±1.22 และ 5.40±1.14 ตามลำดับ (ตารางที่ 17) ส่วนค่าอื่น ๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ชี้ให้เห็นว่าแปลงปลูกสักอายุ 30 ปี และ 10 ปี มีความร่ำรวยของลักษณะเชิงหน้าที่มากที่สุด เนื่องจากในช่วง 30 ปี มีการตัดสางขยายระยะ ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเรือนยอดขึ้น จึงส่งเสริมให้มีไม้อื่น ๆ ที่มีลักษณะเชิงหน้าที่ที่หลากหลายเข้ามาเจริญทดแทนในพื้นที่ได้ ซึ่งการเกิดช่องว่าระหว่างเรือนยอดนั้นทำให้ปัจจัยสิ่งแวดล้อมเอื้อต่อการเพิ่มพื้นที่ของทำงานของลักษณะเชิงหน้าที่ (functional trait space) จึงทำให้พืชที่มีลักษณะเชิงหน้าที่ที่หลากหลายเข้ามาตั้งตัวในพื้นที่ได้ (Mason et al., 2005) ส่วนแปลงปลูกสักช่วง 10 ปี เป็นช่วงเวลาที่พรรณพืชเข้ามาเจริญทดแทนในพื้นที่ และมีการตั้งตัวของชนิดไม้อื่น ๆ ได้ดีในสวนป่า เห็นได้จาก

การมีชนิดปรากฏอยู่เป็นจำนวนมากในพื้นที่ (ตารางที่ 14) จึงเอื้อประโยชน์ให้ชนิดไม้ที่มีลักษณะเชิงหน้าที่ที่หลากหลายเข้ามาปรากฏในพื้นที่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Rolo et al. (2016) ที่รายงานว่าในพื้นที่ปลูกป่าที่มีอายุน้อยจะมีความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่มากกว่าพื้นที่ป่าดั้งเดิม (old growth)



ภาพที่ 6 การลำดับด้วยวิธี PCA ของลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช ได้แก่ ขนาดพื้นที่ใบจำเพาะ (SLA) ความหนาใบ (LT) ขนาดพื้นที่ใบ (LA) สัดส่วนมวลใบแห้ง (LDMC) และความหนาแน่นเนื้อไม้ (WD) ของชนิดไม้สำคัญ ภายในพื้นที่แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี 20 ปี 30 ปี 40 ปี และป่าเบญจพรรณธรรมชาติภายในพื้นที่สวนป่าแม่คำมี

เมื่อพิจารณาความเด่นของลักษณะเชิงหน้าที่ คือ ลักษณะเชิงหน้าที่เชิงเดี่ยว (single trait) พบว่าค่าถ่วงจำเพาะในระดับสังคมของแต่ละลักษณะ (trait) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.001) ในแต่ละพื้นที่ศึกษา โดยค่า CWM-SLA และค่า CWM-WD ปรากฏค่าสูงสุดในแปลงปลูกสักอายุ 30 ปี 40 ปี และ ในป่าเบญจพรรณธรรมชาติ (ตารางที่ 17) ส่วนค่า CWM-LDMC แปรผันไปในทิศทางเดียวกับค่า CWM-WD แสดงให้เห็นว่าไม้เด่นที่ตั้งตัวในป่าเหล่านี้มีการขึ้นปะปนกันระหว่างชนิดไม้ที่มีลักษณะเชิงหน้าที่ที่บ่งชี้ว่ามีศักยภาพในการสังเคราะห์แสงได้มากและเติบโตได้เร็ว (faster growth) เนื่องจากมีค่า SLA สูง (Wright et al., 2004) ซึ่งปะปนอยู่กับชนิดไม้ที่มีลักษณะเชิงหน้าที่ที่บ่งชี้ว่าเติบโตได้ช้า (slow growth) และมีศักยภาพในการป้องกันอันตรายจากโรคหรือแมลงที่จะเข้ามาทำลายได้ดี เห็นได้จากการที่ปรากฏค่า WD สูง (Cronelissen et al., 2003) ดังนั้นพรรณไม้เด่นในป่าเหล่านี้จึงประกอบด้วยชนิดไม้ที่มีลักษณะทั้ง 2 คุณสมบัติ คือ ชนิดที่เติบโตได้ช้าโดยแสดงออกในคุณสมบัติด้านเนื้อไม้ (wood trait) และชนิดที่เจริญเติบโตได้เร็วโดยแสดงออกทางคุณสมบัติของใบ (leaf trait) ในขณะที่แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี และ 20 ปี ปรากฏค่า CWM-LT และค่า CWM-LA สูงสุด (ตารางที่ 17) แสดงว่าในช่วงที่ป่าสักมีอายุน้อย คือ 10-20 ปี มีพรรณไม้ที่มีใบขนาดใหญ่ และใบหนา ซึ่งเป็นลักษณะเชิงหน้าที่ของไม้เบิกนำที่เข้ามาตั้งตัวในสังคม เนื่องจากในพื้นที่แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี และ 20 ปี มีช่วงเวลาให้ชนิดไม้กระยาเลยตั้งตัวในระยะเวลา 5 ปี เท่ากัน เนื่องจากจะมีการกำจัดวัชพืชเมื่อแปลงปลูกสักมีอายุ 5 ปี และมีการตัดสางขยายระยะในรอบแรกตอนสักอายุ 15 จึงเท่ากับสังคมพืชทั้งสองอยู่ในระยะการทดแทนในช่วงเริ่มต้น (early successional area) ซึ่งเป็นธรรมดาที่มักจะมีไม้เบิกนำเข้ามายึดพื้นที่ได้มากกว่าไม้ในสังคมถาวร (Fan et al., 2019) และนอกจากนั้นการปรากฏชนิดที่มีใบขนาดใหญ่จำนวนมากในพื้นที่ยังบ่งบอกถึงการเกิดการรบกวนอย่างรุนแรงในพื้นที่อีกด้วย (Cronelissen et al., 2003)

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบความแปรปรวน (ANOVA) ของความหลากหลายลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช ได้แก่ ความร่ำรวยลักษณะเชิงหน้าที่ (FRic) การแพร่กระจายของลักษณะเชิงหน้าที่ (FDis) ความสม่ำเสมอของลักษณะเชิงหน้าที่ (FEve), การแตกกระจายของลักษณะเชิงหน้าที่ (FDiv) และค่าเอ็นโทรปีของ Rao (RaoQ) และค่าถ่วงน้ำหนักจำเพาะของลักษณะเชิงหน้าที่ในระดับสังคม (CWM) ของ ขนาดพื้นที่ใบจำเพาะ (SLA) ขนาดพื้นที่ใบ (LA) ความหนาใบ (LT) สัดส่วนมวลแห้งของใบ (LDMC) และความหนาแน่นของเนื้อไม้ (WD) ในพื้นที่แปลงปลูกสัก อายุ 10 ปี 20 ปี 30 ปี 40 ปี และป่าเบญจพรรณธรรมชาติ (MDF) ของสวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่

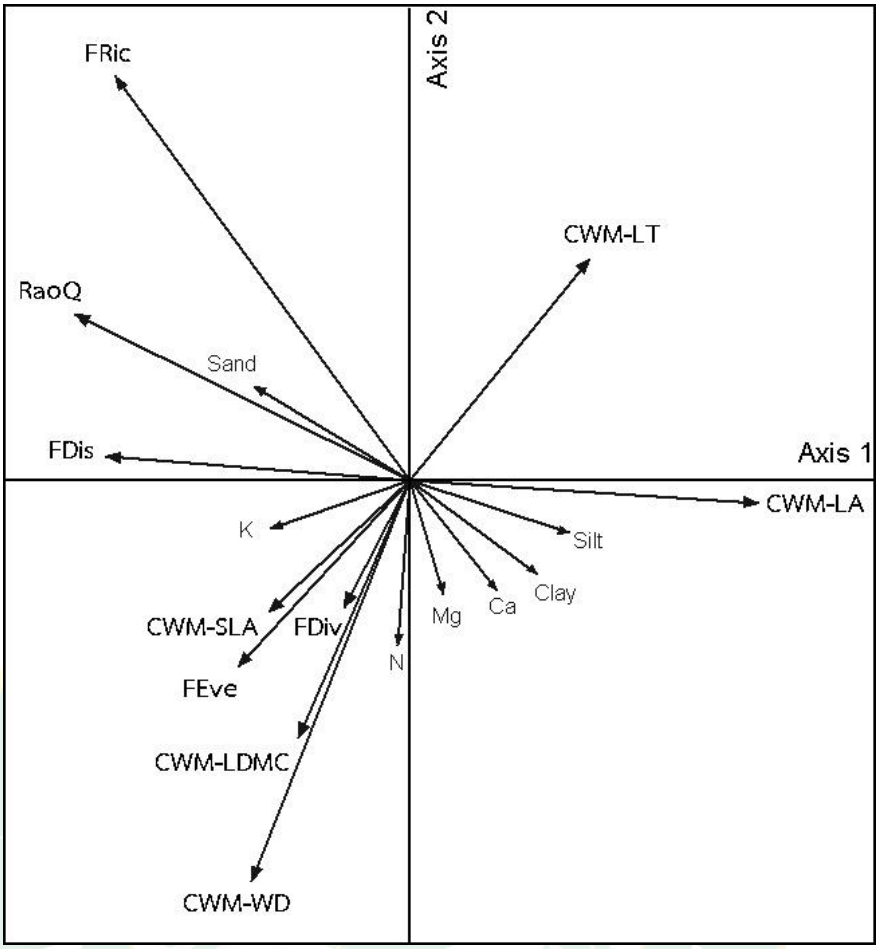
Trait	10 ปี	20 ปี	30 ปี	40 ปี	MDF	Sig
CWM						
LT	0.31±0.01^{a}	0.31±0.02^{a}	0.26±0.02^{b}	0.26±0.02^{b}	0.27±0.02^{b}	***
LA	538.22±155.93^{ab}	618.39±81.46^{a}	314.30±90.67^{c}	444.69±86.61^{bc}	317.47±86.05^{c}	***
SLA	121.25±10.78^{ab}	113.19±4.87^{b}	133.36±12.51^{a}	133.78±8.17^{a}	132.49±12.57^{a}	***
LDMC	397.32±38.71^{b}	417.93±30.67^{ab}	392.69±19.10^{b}	414.10±24.45^{ab}	440.89±49.44^{a}	*
WD	0.64±0.03^{b}	0.66±0.02^{b}	0.71±0.04^{a}	0.72±0.03^{a}	0.74±0.03^{a}	***
FRic	6.37±3.43^{a}	3.31±2.16^{b}	7.06±1.51^{a}	4.67±1.22^{ab}	5.40±1.14^{ab}	**
FEve	0.61±0.21	0.57±0.31	0.65±0.07	0.75±0.10	0.75±0.10	NS
FDiv	0.76±0.28	0.71±0.38	0.75±0.12	0.86±0.09	0.85±0.04	NS
FDis	1.61±0.55	1.37±0.45	1.68±0.24	1.76±0.14	1.73±0.32	NS
RaoQ	3.53±1.42	2.52±1.03	3.47±0.73	3.38±0.39	3.45±1.13	NS

หมายเหตุ: *p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001, and NS = not significant.; a, b, c, d และ e หมายถึง การจัดกลุ่มทางสถิติ

8. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดินกับลักษณะเชิงหน้าที่

พบว่าความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่ (Mutilative trait) คือ ค่า FRic, RaoQ และ FDis แปรผันตามการปรากฏของอนุภาคดินทราย (ภาพที่ 7) แสดงว่าอนุภาคดินทรายมีอิทธิพลทำให้เกิดความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่ในภาพรวมของสังคมได้มากที่สุด เนื่องจากดินที่ปรากฏอนุภาคดินทรายอยู่มากส่วนใหญ่มักเป็นดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์และมีธาตุอาหารน้อย (Tahir and Morschner, 2016) แต่อย่างไรก็ตามในสภาพแวดล้อมมีความเค้น (environmental stress) สูงขึ้นนี้ กลับส่งผลให้ชนิดไม้ที่มีความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่เข้ามาตั้งตัวได้มากขึ้น เพราะ

สภาวะความเค้นของปัจจัยแวดล้อมช่วยให้เกิดพื้นที่การทำงานของลักษณะเชิงหน้าที่ (functional trait space) ได้มากยิ่งขึ้นในสังคมคมพืชนั้น ๆ (Mason et al., 2005) ในขณะที่ธาตุอาหารโดยเฉพาะโพแทสเซียม (K) มีอิทธิพลต่อค่าความเด่นของลักษณะเชิงหน้าที่ โดยเฉพาะ CWM-SLA (ภาพที่ 7) แสดงว่าในสังคมที่ปรากฏโพแทสเซียม อยู่มากส่งผลให้หมู่ไม้ที่มีค่าพื้นที่ใบจำเพาะ (SLA) เข้ามาตั้งตัวได้ดี จากตารางที่ 18 แปลงปลูกสักอายุ 30 ปี และ 40 ปี มีค่า CWM-SLA สูงสุด ซึ่งใกล้เคียงกับป่าเบญจพรรณธรรมชาติ แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการปลูกสักเวลานานขึ้นย่อมก่อให้เกิดการสะสมธาตุอาหารมากขึ้นโดยเฉพาะโพแทสเซียม เป็นเหตุให้ดินเกิดความอุดมสมบูรณ์ขึ้น ดังนั้นชนิดไม้ที่มีศักยภาพสูงในด้านการใช้ประโยชน์จากธาตุอาหาร หรือชนิดที่มีศักยภาพการสังเคราะห์แสงได้สูงจึงเข้ามาตั้งตัวในพื้นที่ได้จนประสบความสำเร็จ สอดคล้องกับรายงานของ Katabuchi et al. (2012) ที่ระบุว่าในพื้นที่ ๆ มีธาตุอาหารสมบูรณ์ส่งผลให้ชนิดไม้ที่มีค่า SLA สูงตั้งตัวได้ดี ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาของ Marod et al. (2020) บริเวณพื้นที่ทดแทนขั้นปฐมภูมิของสันทราย ที่ระบุว่าในพื้นที่อับลมของสันทราย จะมีการสะสมธาตุอาหารสูง และมักจะมีไม้ที่มีค่า SLA สูง ตั้งตัวได้ดีเช่นเดียวกัน



ภาพที่ 7 การลำดับด้วยวิธี RDA ระหว่างความหลากหลายลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืช ได้แก่ ความร่ำรวยลักษณะเชิงหน้าที่ (FRic) การแพร่กระจายของลักษณะเชิงหน้าที่ (FDis) ความสม่ำเสมอของลักษณะเชิงหน้าที่ (FEve), การแตกกระจายของลักษณะเชิงหน้าที่ (FDiv) และค่าเอ็นโทรปีของ Rao (RaoQ) และค่าถ่วงน้ำหนักจำเพาะของลักษณะเชิงหน้าที่ในระดับสังคม (CWM) ของ ขนาดพื้นที่ใบจำเพาะ (SLA) ขนาดพื้นที่ใบ (LA) ความหนาใบ (LT) สัดส่วนมวลแห้งของใบ (LDMC) และความหนาแน่นของเนื้อไม้ (WD) และปัจจัยดิน ได้แก่ อนุภาคดินทราย (sand) และ อนุภาคดินทรายแป้ง (silt) และ อนุภาคดินเหนียว (clay) และธาตุอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และ แมกนีเซียม (Mg) ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

พื้นที่สวนป่าขุนแม่คำพบจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ทั้งหมด 96 ชนิด 71 สกุล 27 วงศ์ จากไม้ทั้งหมด 2,124 ต้น ในพื้นที่สวนป่าสักหลังจากที่มีการตัดสางขยายระยะแล้ว สามารถส่งเสริมให้ไม้สักเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และหลังจากที่มีการตัดต้นสักออกในช่วงอายุระหว่าง 20 – 30 ปี สามารถส่งเสริมให้ไม้ชนิดอื่นเข้ามาเจริญทดแทนในพื้นที่สวนป่าสักได้มากขึ้น และพร้อมจะปรับสภาพพื้นที่ภายในสังคมให้เข้าใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติมากขึ้นเมื่อปล่อยให้สวนป่าสักมีอายุยาวนานถึง 40 ปี ส่วนลักษณะเชิงหน้าที่ของพรรณพืชที่เข้ามาเจริญทดแทนในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมีสามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1) กลุ่มชนิดที่มีค่าสัดส่วนน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดของใบ (LDMC) และ ความหนาแน่นของเนื้อไม้ (WD) สูง ซึ่งเป็นไม้โตช้าและเป็นพืชต้นทุนสูง ได้แก่ กางขี้มอด ตะคร้อ ก่อแพะ และมะแฟน เป็นต้น

2) กลุ่มชนิดที่มีค่าพื้นที่ใบจำเพาะ (SLA) สูง มีศักยภาพในการสังเคราะห์แสงได้ดี เจริญเติบโตเร็ว และเป็นพืชต้นทุนต่ำ ได้แก่ ประดู่ ปอเลียงมัน มะคังแดง คนทา และโมกมัน เป็นต้น

3) กลุ่มชนิดพืชที่มีพื้นที่ใบ (LA) และความหนาของใบ (LT) สูง มีศักยภาพในการสังเคราะห์แสงได้ดี เจริญเติบโตเร็ว และเป็นพืชต้นทุนต่ำ ได้แก่ แคหางค่าง สัก และ พฤกษ์ เป็นต้น

เมื่อพิจารณาความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่โดยรวม (mutilative trait) พบว่ามีค่าสูงสุดในพื้นที่แปลงปลูกสักอายุ 30 ปี และ 40 ปีโดยเฉพาะค่าความร่ำรวยของลักษณะเชิงหน้าที่ ส่วนค่าความเด่นของลักษณะเชิงหน้าที่พบว่า CWM-SLA, CWM-LDMC และ CWM-WD พบมากในแปลงปลูกสักอายุ 40 ปี และป่าเบญจพรรณธรรมชาติ และ ค่า CWM-LT และ CWM-LA พบมากในพื้นที่แปลงปลูกสักอายุ 10 ปี และ 20ปี นอกจากนั้นยังพบว่าค่า mutilative trait แปรผันตามการปรากฏของอนุภาคดินทราย แสดงความเค้นที่เกิดจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมในส่วนของสมบัติดินทั้งในส่วนของอนุภาคดิน (soil texture) และธาตุอาหารในดิน (soil nutrient) มีอิทธิพลต่อความผันแปรความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่โดยรวม (multivariate traits) และความเด่นในระดับสังคมของหมู่ไม้ (community weighted mean of traits) ส่วนค่าความเด่นของลักษณะเชิงหน้าที่ถูก

กำหนดโดยธาตุอาหารในดิน เช่น โพแทสเซียม มีผลต่อการปรากฏของ CWM-SLA เป็นต้น แสดงว่าความเค้นที่เกิดจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น อนุภาคดินทรายที่ขาดแคลนธาตุอาหารช่วยให้เกิดความหลากหลายของลักษณะเชิงหน้าที่ ส่วนความอุดมสมบูรณ์ของดินช่วยให้เกิดความเด่นของลักษณะเชิงหน้าที่ โดยเฉพาะค่า CWM-SLA ดังนั้นภายใต้การจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน ที่มีการตัดสางขยายระยะและส่งเสริมให้มีการเจริญทดแทนของพรรณพืช นอกจากจะเป็นการส่งเสริมให้เกิดความหลากหลายของชนิดพืชแล้ว ยังส่งเสริมให้เกิดความหลากหลายของการทำงานของพรรณพืชด้วย

ข้อเสนอแนะ

การจัดการให้เกิดการเจริญทดแทนของชนิดไม้ในพื้นที่สวนป่าเพื่อให้เกิดความหลากชนิดละความหลากหลายของการทำงานของระบบนิเวศนั้น จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยแวดล้อมและชนิดไม้ที่จะส่งเสริมให้เกิดการทดแทนเป็นสำคัญ เช่น ในพื้นที่ดินทรายที่มีการปลูกสร้างสวนป่าใหม่ ๆ อายุประมาณ 10 อาจมีการรบกวนอย่างรุนแรงอยู่ดังนั้นการส่งเสริมให้มีชนิดไม้ที่มีพื้นที่ใบขนาดใหญ่และใบหนา ให้ขึ้นในพื้นที่จะช่วยให้หมู่ไม้ตั้งตัวได้เร็วขึ้น แต่ชนิดไม้เหล่านี้ส่วนใหญ่มักเป็นไม้เบิกนำอยู่แล้วจึงไม่จำเป็นต้องปลูกแต่ควรจะส่งเริมให้คงอยู่ในพื้นที่คือไม่ตัดออก อย่างไรก็ตามต้องพิจารณาความเหมาะสมไม่ให้มีมากเกินไปเพราะจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของไม้สัก ส่วนในพื้นที่ที่เป็นดินเหนียวมีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ควรส่งเสริมให้ชนิดไม้ที่มีค่าพื้นที่ใบจำเพาะสูงขึ้นเจริญทดแทน เนื่องจากพืชกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นไม้ในสังคมถาวรและมีการเจริญเติงโตได้รวดเร็ว แต่การที่จะนำชนิดไม้เหล่านี้ไปปลูกนั้นอาจเป็นการสิ้นเปลืองเกินไป ดังนั้นการเหลือแม่ไม้เหล่านี้ไว้ในพื้นที่ในตอนที่เตรียมพื้นที่ก่อนปลูกอาจช่วยให้เมล็ดไม้ของชนิดพืชเหล่านี้กระจายในพื้นที่ได้ง่ายขึ้นและสามารถตั้งตัวได้อย่างรวดเร็วเป็นต้น และในพื้นที่สวนป่านั้นควรจะจัดการให้มีป่าธรรมชาติคงเหลืออยู่ในพื้นที่ เพราะนอกจากจะเป็นแหล่งพันธุกรรมที่สำคัญแล้วยังใช้เป็นแหล่งอ้างอิงที่จะทำให้เราทราบว่าสามารถจัดการป่าเศรษฐกิจให้เกิดความหลากหลายได้ในระดับใด เช่นในกรณีของสวนป่าขุนแม่คำมี ทำให้เราทราบว่าสวนป่าสักอายุ 40 ปี มีความหลากชนิดและหมู่ไม้ที่มีลักษณะเชิงหน้าที่ใกล้เคียงกับป่าเบญจพรรณธรรมชาติ เป็นต้น

ดังนั้นในทางการจัดการป่าไม้โดยเฉพาะการจัดการป่าเศรษฐกิจนอกจากจะคำนึงถึงเฉพาะไม้เศรษฐกิจที่ทำการปลูกขึ้นแล้วยังจำเป็นต้องคำนึงถึงการจัดการเพื่อให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพขึ้นในพื้นที่ด้วย เช่น ในกรณีศึกษาที่สวนป่าขุนแม่คำมี เป็นต้น เนื่องจากการที่พื้นที่สวนป่าเศรษฐกิจถือว่าเป็นพื้นที่ป่าไม้ที่สำคัญอีกแห่งหนึ่งของประเทศ โดยเฉพาะหากพิจารณาว่าการปลูกสร้างสวนป่าก็คือการฟื้นฟูป่าอย่างหนึ่ง ดังนั้นในระยะที่มีการฟื้นฟูนั้นการจัดการให้เกิดความ

หลากหลายย่อมเป็นการส่งเสริมให้เกิดการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพขึ้นในพื้นที่ไม่แพ้กับพื้นที่อนุรักษ์อื่น ๆ ถึงแม้ว่าในที่สุดพื้นที่สวนป่าเศรษฐกิจจะมีการตัดไม้ออกเพื่อสร้างรายได้ก็ตาม แต่ในช่วงระยะเวลาที่เริ่มตั้งแต่การปลูกจนถึงการตัดไม้ออกจากพื้นที่นั้นเท่ากับพื้นที่สวนป่าได้ก่อให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพไปแล้ว เช่น กรณีพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี ในพื้นที่แปลงปลูกหนึ่ง ๆ ได้มีการรักษาความหลากหลายทางชีวภาพไปแล้วถึง 30 ปี และเนื่องจากการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืนจะมีการตัดไม้เป็นรอบตัดฟัน ดังนั้นพื้นที่ที่ทำหน้าที่รักษาความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่สวนป่าจะยังคงอยู่ตลอดไป ซึ่งการจัดการพื้นที่สวนป่าเศรษฐกิจให้เกิดความหลากหลายนั้นนอกจากจะเป็นการช่วยรักษาทรัพยากรธรรมชาติให้ยั่งยืนแล้ว ในพื้นที่เหล่านั้นยังก่อให้เกิดแหล่งอาหารให้แก่ชุมชน โดยรอบให้เกิดความมั่นคงทางอาหารขึ้นมาได้ และจะช่วยลดสภาวะยากจนของชุมชนต่อไป เท่ากับทำให้เกิดเสถียรภาพของทรัพยากรธรรมชาติ ความเป็นอยู่ของชุมชน และเศรษฐกิจที่มั่นคงควบคู่กันไป ภายใต้แนวคิดการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมป่าไม้. 2562. **ข้อมูลสถิติกรมป่าไม้ ปี 2562**. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กรมป่าไม้: กรุงเทพฯ. 168 น.

กิจจา บุญศรี และ จงรัก วัชรินทร์รัตน์. 2556. ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในสวนป่าสักภายใต้ระยะการปฏิบัติทางวนวัฒนวิทยาต่าง ๆ บริเวณสวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่. **การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิชาการเครือข่ายงานวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 2.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

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 และ อุทิศ กุฎอินทร์. 2552. **นิเวศวิทยาป่าไม้**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ. 502 น.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2545. **แบบจำลองคณิตศาสตร์การชะล้างพังทลายของดิน และมลพิษตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำ**. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. กรุงเทพ ฯ.

ประเสริฐ เนตรประจิตร. 2550. **คู่มือการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน**. องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้: กรุงเทพฯ. 16 น.

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

วิสุทธิ์ สุวรรณาภินันท์. 2544. **ระบบวนวัฒน์**. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยป่าไม้. 2557. **ความหลากหลายทางชีวภาพของสวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่**. คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ. 213 น.

สวนป่าขุนแม่คำมี. 2563. **แผนการจัดการสวนป่าขุนแม่คำมี พ.ศ. 2563**. สำนักองการอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคเหนือบน: ลำปาง.

แหลมไทย อาษานอก และ รุ่งรวี ทวีสุข. 2562. องค์ประกอบลักษณะเฉพาะหน้าที่ของพรรณพืชของพื้นที่ชายป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ บริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี จังหวัดแพร่. **การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิชาการเครือข่ายงานวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 8.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

แหลมไทย อาษานอก และ รุ่งรวี ทวีสุข. 2562. ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบลักษณะเชิงหน้าที่ของพันธุ์พืชกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้ บริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี จังหวัดแพร่. **รายงานการประชุมการป่าไม้ พ.ศ. 2562.** ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

แหลมไทย อาษานอก, วียะวัฒน์ ใจตรง, โดม ประทุมทอง, สัญชัย เมฆฉาย, ธารรัตน์ แก้วกระจ่าง, ฑีฆา โยธาภักดี และ ต่อลาภ คำโย. 2559. การสำรวจและจัดทำฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ ในพื้นที่สวนป่านครน่าน จังหวัดน่าน. **รายงานวิจัย.** องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้.

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.

Almeida, B. A., Green, A. J., Sebastia´n-Gonza´lez, E. and Anjos, L. d. 2018. Comparing species richness, functional diversity and functional composition of waterbird communities along environmental gradients in the neotropics. **PLoS ONE**. 13(7).

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.

Asanok, L., Kamyo, T. and Marod, D. 2019. Environmental factors related to community-level functional traits in limestone hill forests along an altitudinal gradient: a case study in northern Thailand. **Forestry Studies**. 17(1): 86-99.

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., 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., Taweesuk, R. and Papakjan, N. 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**. 5867376.

Baraloto, C., C. E. T. Paine, L. Poorter, J. Beauchene, D. Bonal, A.-M. Domenach, B. Herault, S. Patin, J.-C. Roggy and J. Chave. 2010. Decoupled leaf and stem economics in rain forest trees. **Ecol. Lett.** 13, 1-10.

Botta-Dukát, Z. 2005. Rao's quadratic entropy as a measure of functional diversity based on multiple traits. **Journal of Vegetation Science**. 16(5): 533–540.

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. **Nat. Hist. Bull. of Siam Soc**. 31: 109–122.

Carmona, C.P., Rota, C., Azcárate, F.M. and Peco, B. 2014. More for less: sampling strategies of plant functional traits across local environmental gradients. **Functional Ecology**. 29: 579–588.

Castillo. R. F. d. 2015. Aguilar Santelises, R., R. F. del Castillo 2015. Demographic and socio-economic attributes as determinants of traditional plant knowledge among the Mixtecs of Oaxaca in Southern Mexico. **Human Ecology**. 43(3).

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.

Conti, G. and Díaz, S. 2013. Plant functional diversity and carbon storage – an empirical test in semi-arid forest ecosystems. **J. of Ecology**. 101: 18-28.

Cornelissen, J.H.C., Lavorel, S., Garnier, E., Diaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D.E., Reich, P.B., ter Steege, H., Morgan, H.D., van der Heijden, M.G.A., Pausas, J.G., Poorter, H., 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Aust. J. Bot**. 51, 335–380.

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

De Souza, J.P., Araújo, G.M., Haridasan, M. 2007. Influence of soil fertility on the distribution of tree species in a deciduous forest in the Triângulo Mineiro region of Brazil. **Plant Ecol**. 191, 253–263.

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

Díaz, S. and Cabido, M. 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. **Trends in Ecology & Evolution**. 16: 646-655.

Dong, H., Swanson, L. W., Chen, L., Fanselow, M. S. and Toga, A. W. 2009. Genomic-anatomic evidence for distinct functional domains in hippocampal field CA1. **Proc Natl Acad Sci U S A**. 106(28): 11794–9.

Dupuy, J. M., and Chazdon, R. L. 2008. Interacting effects of canopy gap, understory vegetation and leaf litter on tree seedling recruitment and composition in tropical secondary forests. **Forest Ecology and Management**. 255(11): 3716–3725.

Fan, K., Tao, J., Zang, L., Yao, J., Huang, J., Lu, X., Ding, Y., Xu, Y. and Zang, R. 2019. Changes in Plant Functional Groups during Secondary Succession in a Tropical Montane Rain Forest. **Forests**. 10.

Fernández-Moya, J., Murillo, R., Portuguez, E., Fallas, J. L., Ríos, V., Kottman, F., Verjans, J. M., Mata, R. and Alvarado, A. 2015. Nutrient accumulation and export in teak (*Tectona grandis* L.f.) plantations of Central America. **iForest**. 8: 33-44.

Fischer, T. 2019. PCA-based supervised identification of biological soil crusts in multispectral images. **MethodsX**. 6: 764-772.

Goodale, B. C., Du, J. K. L., Bisson, W. H., Janszen, D. B., Waters, K. M., Tanguay, R. L. 2012. AHR2 Mutant Reveals Functional Diversity of Aryl Hydrocarbon Receptors in Zebrafish. **PLoS ONE**. 7(1): e29346.

Hasanuzzaman, M., Borhannuddin Bhuyan, M. H. M., Nahar, K., Hossain, Md. S., Al Mahmud J., Hossen, Md. S., Masud, A. A. C., Moumita, and Fujita, M. 2018. Potassium: A Vital Regulator of Plant Responses and Tolerance to Abiotic Stresses. **Agronomy**. 8(3).

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.

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. **For. Ecol. and Manage**. 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.

Kaewkrom, P., Gajaseni, J., Jordan, C. and Gajaseni, N. 2005. Floristic regeneration in five types of teak plantations in Thailand. **Forest Ecology and Management.** 210: 351-361.

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.

Katabuchi M., Hiroko, K., Stuart, J.D., Sylvester, T. and Tohru, N. 2012. Soil resource availability shapes community trait structure in a species-rich dipterocarp forest. **Journal of Ecology**. 100, 643–651.

Kattge J, S. Díaz, S. Lavorel, I.C. Prentice, P. Leadley, G. Bönisch, E. Garnier, M. Westoby, P.B Reich, I.J Wright, J.H.C Cornelissen, C. Violle, S.P Harrison, P.M Van Bodegom, M. Reichstein, B.J Enquist, N.A Soudzilovskaia, D.D Ackerly, M. Anand, O. Atkin, M. Bahn, T.R Baker, D. Baldocchi, R. Bekker, C.C Blanco, B. Blonder, W.J Bond, R. Bradstock, D.E Bunker, F. Casanoves, J. Cavender-Bares, J.Q Chambers, F.S Chapin, J. Chave, D. Coomes, W.K Cornwell, J.M Craine, B.H Dobrin, L. Duarte, W. Durka, J. Elser, G. Esser, M. Estiarte, W.F Fagan, J. Fang, F. Fernández-Méndez, A. Fidelis, B. Finegan, O. Flores, H. Ford, D. Frank, G.T Freschet, N.M Fyllas, R.V Gallagher, W.A Green, A.G Gutierrez, T. Hickler, S.I Higgins, J.G Hodgson, A. Jalili, S. Jansen, C.A Joly, A.J Kerkhoff, D. Kirkup, K. Kitajima, M. Kleyer, S. Klotz, J.M.H Knops, K. Kramer, L. Kühnl, H. Kurokawa, D. Laughlin, T.D Lee, M. Leishman, F. Lens, T. Lenz, S.L Lewis, J. Lloyd, J. Llusià, F. Louault, S. Ma, M.D Mahecha, P. Manning, T. Massad, B.E Medlyn, J. Messie, A.T Moles, S.C Müller, K. Nadrowski, S. Naeem, Ü. Niinemets, S. Nöllert, A. Nüske, R. Ogaya, J. Oleksyn, V.G Onipchenko, Y. Onoda, J. Ordoñez, G. Overbeck, W.A Ozinga, S. Patiño, S. Paula, J.G Pausas, J. Peñuelas, O.L Phillips, V. Pillar, H. Poorter, L. Poorter, P. Poschlod, A. Prinzing, R. Proulx, A. Rammig, S. Reinsch, B. Reu, L. Sack, B. Salgado-Negret, J. Sardans, S. Shiodera,

B. Shipley, A. Siefert, E. Sosinski, J.F Soussana, E. Swaine., N. Swenson, K. Thompson, P. Thornton, M. Waldram, E. Weiher, M. White, S. White, S.J Wright, B. Yguel, S. Zaehle, A.E Zanne, C. Wirth. 2011. TRY – A globaldatabase of plant traits. **Global Change Biology** 17: 2905–2935.

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. **Afr. J. Ecol**. 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. **Adv. in Geoecol**. 27: 47–70.

KoonKhunthod. N., Sakurai, S. and Tanaka, S. 2007. Composition and diversity of woody regeneration in a 37-year-old teak (*Tectona grandis* L.) plantation in Northern Thailand. **Forest Ecology and Management.** 247: 246-254.

Legras, G. and Gaertner, J. 2018. Assessing functional evenness with the FEve index: A word of warning. **Ecological Indicators**. 90: 257–260.

Legras, G., Nicolas, L. and Jean-Claude, G. 2018. Functional richness: Overview of indices and underlying concepts. **Acta Oecologica-international Journal of Ecology**. 87: 34–44.

Magurran, A.E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.

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. **Ecol**. 80: 2635–2650.

Marod, D, Kutintara, U., Yarwudhi, C., Tanaka, H. & 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. and Nakashizuka, T. 2002. The effects of drought and fire on seed and seedling dynamics in a tropical seasonal forest in Thailand. **Plant Ecology** 161: 41–57.

Marod, D., Sungkaew, S., Mizunaga, H. and Thongsawi, J. 2020. Association of community-level traits with soil properties in a tropical coastal sand dune. **Environment and Natural Resources Journal**. 18(1): 101-109.

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.

Mason, N. W. H., Mouillot, D., Lee, W. G. and Wilson, J. B. 2005. Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. **OIKOS**. 111: 112-118.

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.

McGill, B. J., Enquist, B. J., Weiher, E. and Westoby, M. 2006. Rebuilding community ecology from functional traits. **TRENDS in Ecology and Evolution**. 21: 178–185.

Mishra, R., van Drogen, F., Dechant, R., Oh, S., Jeon, NL., Lee, SS. and Peter, M. 2017. Protein kinase C and calcineurin cooperatively mediate cell survival under compressive mechanical stress. **Proc Natl Acad Sci U S A**. 114(51): 13471–13476.

Mouchet, M.A., Villeger, S., Mason, N.W.H. and Mouillot, D. 2010. Functional diversity measures: an overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. **Functional Ecology**. 24: 867–876.

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

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

Pakeman, R. J. 2014. Functional trait metrics are sensitive to the completeness of the species' trait data. **Methods in Ecology and Evolution**. 5: 9–15.

Pérez-Harguindeguy, N., Díaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., Bret-Harte, M. S., Cornwell, W. K., Craine, J. M., Gurvich, D. E., Urcelay, C., Veneklaas, E. J., Reich, P. B., Poorter, L., Wright, I. J., Ray, P., Enrico, L., Pausas, J. G., de Vos, A. C., Buchmann, N., Funes, G., Quétier, F., Hodgson, J. G., Thompson, K., Morgan, H. D., ter Steege, H., van der Heijden, M.G. A., Sack, L., Blonder, B., Poschlod, P., Vaieretti, M. V., Conti, G., Staver, A. C., Aquino, S. and Cornelissen, J. H. C. 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany** 61: 167–234.

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. **For. Ecol. and Manage**. 84: 61–69.

Qi, W., Zhou, X., Ma, M., Knops, J. M. H., Li, W. and Du, G. 2015. Elevation, moisture and shade drive the functional and phylogenetic meadow communities' assembly in the northeastern Tibetan Plateau. **Community Ecology**. 16(1): 66–75.

Richards, P.W. 1957. THE GROWTH OF GOVERNMENT IN SOUTH AFRICA SINCE UNION. **South African Journal of Economics**. 25(4): 239-263.

_____. 1981. **The Tropical Rainforest: An Ecological Study**. Cambridge University Press, Cambridge.

Rolo, V., Olivier, P. and Aarde, R. Van. 2016. Seeded pioneer die-offs reduce the functional trait space of new-growth coastal dune forests. **For. Ecol. Manage**. 377: 26–35.

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.

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.

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

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

Tahir, S. and Marschner, P. 2016. Clay addition to sandy soil - effect of clay concentration and ped size on microbial biomass and nutrient dynamics after addition of low C/N ratio residue. **J. Soil Sci. Plant Nutr**. 16(4).

Tyler, C.M. 1995. Factors contributing to postfire seedling establishment in chaparral: direct and indirect effects of fire. **Ecol**. 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.

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.

Webb, C.T., Hoeting, J.A., Ames, G.M., Pyne, M.I. and Poff, N.L. 2010. A structured and dynamic framework to advance traits-based theory and prediction in ecology. **Ecol. Lett.** 13, 267–283.

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. **Biol. Rev**. 49: 207–264.

_____. 1975. **Communities and Ecosystem, second eds**. McMil Publicaion, New York.

Wright, I.J., Reich, P.B., Westoby, M., Ackerly, D.D., Baruch, Z., Bongers, F., Cavender-Bares, J., Chapin, T., Cornelissen, J.H.C., Diemer, M., Flexas, J., Garnier, E., Groom, P.K., Gulias, J., Hikosaka, K., Lamont, B.B., Lee, T., Lee, W., Lusk, C., Midgley, J.J., Navas, M.L., Niinemets, U., Oleksyn, J., Osada, N., Poorter, H., Poot, P., Prior, L., Pyankov, V.I., Roumet, C., Thomas, S.C., Tjoelker, M.G., Veneklaas, E.J. and Villar, R., 2004. The worldwide leaf economics spectrum. **Nature** 428: 821–827.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 บัญชีรายชื่อไม้ต้นที่สำรวจพบในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี

ลำดับ	ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์
1	กรมเขา	*Aporosa nigricans*	Phyllanthaceae
2	กระแจะ	*Naringi crenulata*	Rutaceae
3	กระเชา	*Holoptelea integrifolia*	Ulmaceae
4	กระโดน	*Careya arborea*	Lecythidaceae
5	กระทุ่มเนิน	*Mitragyna rotundifolia*	Rubiaceae
6	กระบก	*Irvingia malayana*	Irvingiaceae
7	กระพี้จั่น	*Millettia brandisiana*	Fabaceae
8	กระพี้นางนวล	*Dalbergia cana*	Fabaceae
9	ก่อแพะ	*Quercus kerrii*	Fagaceae
10	กะเจียน	*Hubera cerasoides*	Annonaceae
11	กัดลิ้น	*Walsura pinnata*	Malvaceae
12	กางขี้มอด	*Albizia odoratissima*	Fabaceae
13	กาสามปีก	*Vitex peduncularis*	Lamiaceae
14	กุ๊ก	*Lannea coromandelica*	Anacardiaceae
15	เก็ดขาว	*Dalbergia ovata*	Fabaceae
16	เก็ดดำ	*Dalbergia cultrata*	Fabaceae
17	เก็ดแดง	*Dalbergia assamica*	Fabaceae
18	ขว้าว	*Haldina cordifolia*	Rubiaceae
19	ข่อย	*Streblus asper*	Moraceae
20	ขางหัวหมู	*Miliusa velutina*	Annonaceae
21	ข้าวสารป่า	*Pavetta indica*	Rubiaceae
22	ขี้อ้าย	*Terminalia nigrovenulosa*	Combretaceae
23	แข้งกวาง	*Wendlandia tinctoria*	Rubiaceae
24	คนทา	*Harrisonia perforata*	Simaroubaceae

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์
25	คำมอกหลวง	*Gardenia sootepensis*	Rubiaceae
26	คูน	*Cassia fistula*	Fabaceae
27	เครือแมด	*Dalbergia volubilis*	Fabaceae
28	แคทราย	*Dolichandrone serrulata*	Bignoniaceae
29	แคนา	*Dolichandrone columnaris*	Bignoniaceae
30	แคฝอย	*Stereospermum neuranthum*	Bignoniaceae
31	แคหัวหมู	*Markhamia stipulata*	Bignoniaceae
32	แคหางค่าง	*Fernandoa adenophylla*	Bignoniaceae
33	งิ้วป่า	*Bombax anceps*	Malvaceae
34	เงี่ยงดุก	*Catunaregam longispina*	Rubiaceae
35	จิกน้ำ	*Barringtonia acutangula*	Lecythidaceae
36	ฉนวน	*Dalbergia nigrescens*	Fabaceae
37	ช้างน้าว	*Ochna integerrima*	Ochnaceae
38	ชิงชัน	*Dalbergia oliveri*	Fabaceae
39	ซ้อ	*Gmelina arborea*	Lamiaceae
40	แดง	*Xylia xylocarpa*	Fabaceae
41	ตะโกพนม	*Diospyros castanea*	Ebenaceae
42	ตะคร้อ	*Schleichera oleosa*	Sapindaceae
43	ตะคร้ำ	*Garuga pinnata*	Burseraceae
44	ตะเคียนหนู	*Anogeissus acuminata*	Combretaceae
45	ตะแบกแดง	*Lagerstroemia calyculata*	Lythraceae
46	ตะแบกเปลือกบาง	*Lagerstroemia duperreana*	Lythraceae
47	ตะแบกเลือด	*Terminalia mucronata*	Combretaceae
48	ตับเต่าต้น	*Diospyros ehretioides*	Ebenaceae

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์
49	ติ้วเกลี้ยง	*Cratoxylum cochinchinense*	Hypericaceae
50	ติ้วขน	*Cratoxylum formosum subsp. pruniflorum*	Hypericaceae
51	ติ้วดำ	*Cratoxylum sumatranum subsp. neriifolium*	Hypericaceae
52	เต็ง	*Shorea obtusa*	Dipterocarpaceae
53	เต็งหนาม	*Bridelia retusa*	Phyllanthaceae
54	ถ่านไฟผี	*Diospyros montana*	Ebenaceae
55	ทองหลางป่า	*Erythrina subumbrans*	Fabaceae
56	ประดู่	*Pterocarpus macrocarpus*	Fabaceae
57	ปอเกร็ดแรด	*Sterculia macrophylla*	Malvaceae
58	ปอแก่นเทา	*Grewia eriocarpa*	Malvaceae
59	ปอแดง	*Sterculia guttata*	Malvaceae
60	ปอมื่น	*Colona floribunda*	Malvaceae
61	ปอเลียงฝ้าย	*Eriolaena candollei*	Malvaceae
62	ปอเลียงมัน	*Berrya mollis*	Malvaceae
63	เปล้าหลวง	*Croton persimilis*	Euphorbiaceae
64	ผักหวาน	*Melientha suavis*	Opiliaceae
65	ผ่าเสี้ยน	*Vitex canescens*	Lamiaceae
66	ผีเสื้อหลวง	*Casearia grewiifolia*	Salicaceae
67	ฝีมอบ	*Beilschmiedia roxburghiana*	Lauraceae
68	พญารากดำ	*Diospyros rubra*	Ebenaceae
69	พระเจ้าร้อยท่า	*Heteropanax fragrans*	Araliaceae
70	พฤกษ์	*Albizia lebbeck*	Fabaceae

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์
71	พังแหร	*Trema orientalis*	Cannabaceae
72	เพกา	*Oroxylum indicum*	Bignoniaceae
73	มะกอก	*Spondias pinnata*	Anacardiaceae
74	มะกอกเกลื้อน	*Canarium subulatum*	Burseraceae
75	มะกา	*Bridelia ovata*	Phyllanthaceae
76	มะขามป้อม	*Phyllanthus emblica*	Phyllanthaceae
77	มะคังแดง	*Dioecrescis erythroclada*	Rubiaceae
78	มะเดื่อปล้อง	*Ficus hispida*	Moraceae
79	มะเฟืองช้าง	*Lepisanthes tetraphylla*	Sapindaceae
80	มะแฟน	*Protium serratum*	Burseraceae
81	มะม่วงหัวแมงวัน	*Buchanania lanzan*	Anacardiaceae
82	มะเม่าสาย	*Antidesma sootepense*	Phyllanthaceae
83	มะหาด	*Artocarpus lacucha*	Moraceae
84	เม่าไข่ปลา	*Antidesma ghaesembilla*	Phyllanthaceae
85	เม่าสร้อย	*Antidesma acidum*	Phyllanthaceae
86	โมกมัน	*Wrightia arborea*	Apocynaceae
87	โมกหลวง	*Holarrhena pubescens*	Apocynaceae
88	ยมหิน	*Chukrasia tabularis*	Meliaceae
89	ยอป่า	*Morinda coreia*	Rubiaceae
90	ยางบง	*Persea kurzii*	Lauraceae
91	ยางเหียง	*Dipterocarpus obtusifolius*	Dipterocarpaceae
92	รกฟ้า	*Terminalia alata*	Combretaceae
93	รักขาว	*Semecarpus cochinchinensis*	Anacardiaceae
94	รัง	*Shorea siamensis*	Dipterocarpaceae

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์
95	ลาย	*Microcos paniculata*	Malvaceae
96	สนั่น	*Pterospermum littorale*	Malvaceae
97	ส้มกบ	*Hymenodictyon orixense*	Rubiaceae
98	สมอไทย	*Terminalia chebula*	Combretaceae
99	สมอพิเภก	*Terminalia bellirica*	Combretaceae
100	สะแกแสง	*Cananga brandisiana*	Annonaceae
101	สัก	*Tectona grandis*	Lamiaceae
102	สักขี้ไก่	*Premna tomentosa*	Lamiaceae
103	ส้านใหญ่	*Dillenia obovata*	Dilleniaceae
104	สำโรง	*Sterculia pexa*	Malvaceae
105	เสลาดำ	*Lagerstroemia undulata*	Lythraceae
106	เสี้ยวเครือ	*Phanera bracteata*	Fabaceae
107	เสี้ยวส้ม	*Bauhinia malabarica*	Fabaceae
108	แสมสาร	*Senna garrettiana*	Fabaceae
109	แสลงใจ	*Strychnos nux-vomica*	Loganiaceae
110	หนามแท่ง	*Catunaregam tomentosa*	Rubiaceae
111	หมัน	*Cordia cochinchinensis*	Boraginaceae
112	หมีเหม็น	*Litsea glutinosa*	Lauraceae
113	หัวแมงวัน	*Buchanania reticulata*	Anacardiaceae
114	เหมือดโลด	*Aporosa villosa*	Phyllanthaceae
115	อะราง	*Peltophorum dasyrrhachis*	Fabaceae
116	อินทนิลบก	*Lagerstroemia macrocarpa*	Lythraceae

ตารางภาคผนวกที่ 2 ค่าลักษณะเชิงหน้าที่ของชนิดไม้ต้น ได้แก่ ขนาดพื้นที่ใบจำเพาะ (SLA, cm^2/g) ขนาดพื้นที่ใบ (LA, cm^2) ความหนาใบ (LT, mm) สัดส่วนมวลแห้งของใบ (LDMC, mg/g) และความหนาแน่นของเนื้อไม้ (WD, g/cm^3) ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี

ชนิด	LT	LA	SLA	LDMC	WD
กรมเขา	0.26±0.02	52.40±6.97	147.30±12.47	247.67±5.75	0.62±0.04
กระโดน	0.31±0.04	265.65±10.46	82.75±4.08	326.30±2.00	0.61±0.03
กระทุ่มเนิน	0.32±0.07	172.27±37.04	112.57±18.77	331.60±18.41	0.65±0.05
กระบก	0.23±0.03	49.82±8.99	121.08±10.39	399.50±31.94	0.85±0.01
กระพี้จั่น	0.16±0.00	90.30±11.80	120.79±2.37	474.37±24.84	0.61±0.05
กระพี้นางนวล	0.20±0.01	167.26±25.75	133.47±8.74	378.36±14.19	0.71±0.06
ก่อแพะ	0.23±0.01	30.73±4.83	109.18±13.99	501.60±8.98	0.85±0.03
กะเจียน	0.24±0.02	39.25±11.77	167.37±17.56	377.76±7.93	0.64±0.03
กัดลิ้น	0.25±0.04	255.29±141.52	158.09±31.24	371.46±29.56	0.71±0.02
กางขี้มอด	0.23±0.04	433.40±202.09	121.15±18.23	849.37±598.14	0.74±0.05
กาสามปีก	0.23±0.02	117.42±16.38	125.64±43.45	399.40±30.14	0.90±0.20
กุ๊ก	0.20±0.03	286.79±102.24	153.58±23.59	348.02±11.58	0.38±0.02
เก็ดขาว	0.27±0.03	195.12±80.04	134.62±74.67	386.11±21.02	0.73±0.06
เก็ดดำ	0.23±0.02	44.64±7.41	128.20±27.84	364.11±94.86	0.75±0.01
เก็ดแดง	0.22±0.05	175.71±51.09	191.66±30.77	515.81±326.80	0.69±0.09
ขว้าว	0.26±0.01	397.36±138.80	169.85±57.17	318.49±7.29	0.63±0.05
ขางหัวหมู	0.31±0.02	180.46±67.43	128.40±3.09	368.31±26.30	0.68±0.06
ขี้อ้าย	0.21±0.02	17.35±8.88	144.72±24.65	410.55±26.51	0.77±0.01
แข้งกวาง	0.23±0.00	26.47±0.00	136.47±0.00	336.81±0.00	0.64±0.00
คนทา	0.24±0.02	78.29±11.98	227.63±34.34	381.79±27.11	0.48±0.41
คูน	0.20±0.03	444.31±109.14	111.24±2.85	456.13±6.72	0.85±0.05
เครือแมด	0.27±0.00	114.25±0.00	131.68±0.00	354.05±0.00	0.62±0.00
แคทราย	0.45±0.09	268.26±90.79	148.27±54.94	251.33±26.08	0.64±0.04
แคนา	0.15±0.00	421.77±0.00	170.23±0.00	279.94±0.00	0.65±0.00
แคฝอย	0.20±0.00	188.64±0.00	136.36±0.00	329.16±0.00	0.60±0.00
แคหัวหมู	0.30±0.03	604.01±263.20	120.85±42.31	358.81±82.54	0.55±0.02
แคหางค่าง	0.34±0.06	1436.74±104.02	126.10±18.35	300.65±28.07	0.71±0.00
งิ้วป่า	0.25±0.02	212.64±108.65	108.83±10.59	304.30±19.93	0.28±0.09
เงี่ยงดุก	0.29±0.00	30.08±0.00	134.48±0.00	311.37±0.00	0.62±0.00
จิกน้ำ	0.29±0.00	107.71±0.00	111.43±0.00	343.89±0.00	0.57±0.00

ตารางภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชนิด	LT	LA	SLA	LDMC	WD
ฉนวน	0.18±0.03	66.32±9.75	149.72±8.86	459.07±27.16	0.63±0.07
ชิงชัน	0.13±0.02	96.00±11.00	185.27±29.37	401.72±8.81	0.88±0.06
ซ้อ	0.44±0.02	105.58±18.07	79.87±2.77	398.47±23.73	0.58±0.04
แดง	0.29±0.08	343.94±204.76	100.32±2.89	469.10±31.73	0.88±0.02
ตะโกพนม	0.23±0.01	72.62±11.99	123.16±8.47	417.89±8.00	0.69±0.00
ตะคร้อ	0.18±0.03	238.85±113.27	112.06±5.13	505.23±23.40	0.83±0.05
ตะคร้ำ	0.27±0.03	254.82±84.47	118.51±26.28	349.85±44.94	0.61±0.04
ตะเคียนหนู	0.24±0.07	14.51±3.83	161.52±15.65	426.44±22.65	0.79±0.08
ตะแบกแดง	0.33±0.04	65.62±5.49	117.66±37.36	409.24±53.84	0.65±0.06
ตะแบกเปลือกบาง	0.22±0.03	42.72±16.69	122.10±43.89	445.31±6.90	0.61±0.02
ตะแบกเลือด	0.32±0.01	57.10±21.34	109.96±7.29	367.65±10.39	0.78±0.03
ตับเต่าต้น	0.29±0.07	203.88±7.08	82.91±13.84	388.42±21.76	0.66±0.04
ติ้วขน	0.33±0.02	26.09±2.13	138.14±19.86	351.81±38.69	0.64±0.10
ติ้วดำ	0.22±0.00	25.98±4.84	176.82±15.81	333.03±13.33	0.65±0.04
เต็ง	0.22±0.03	133.62±40.10	172.71±69.25	394.79±40.12	0.78±0.07
เต็งหนาม	0.28±0.02	84.54±16.46	120.45±9.13	352.37±19.23	0.59±0.04
ถ่านไฟผี	0.30±0.00	27.82±0.00	107.84±0.00	402.92±0.00	0.69±0.00
ทองหลางป่า	0.26±0.02	146.30±24.34	220.27±19.96	188.89±12.20	0.38±0.03
ประดู่	0.21±0.01	246.14±91.80	172.12±48.99	362.53±19.93	0.81±0.03
ปอเกร็ดแรด	0.22±0.00	127.87±0.00	143.35±0.00	371.56±0.00	0.22±0.00
ปอแก่นเทา	0.25±0.04	58.34±23.02	171.69±78.27	414.95±21.34	0.64±0.09
ปอแดง	0.28±0.03	149.50±47.55	183.20±40.09	361.61±36.18	0.30±0.04
ปอมื่น	0.36±0.00	63.97±0.00	178.51±0.00	411.25±0.00	0.58±0.00
ปอเลียงฝ้าย	0.33±0.02	229.11±127.85	112.81±11.10	321.56±19.80	0.72±0.08
ปอเลียงมัน	0.23±0.01	95.11±28.54	219.56±19.12	230.25±30.78	0.57±0.09
เปล้าหลวง	0.26±0.00	128.17±23.46	123.77±10.26	312.51±14.21	0.58±0.03
ผ่าเสี้ยน	0.39±0.05	186.81±39.50	94.01±23.33	396.04±27.96	0.62±0.03
พระเจ้าร้อยท่า	0.23±0.02	2639.00±1527.08	132.58±14.29	266.00±79.85	0.35±0.02
พฤกษ์	0.25±0.00	935.92±0.00	108.89±0.00	443.13±0.00	0.52±0.00
พังแหร	0.43±0.00	40.95±0.00	169.93±0.00	397.25±0.00	0.31±0.00
เพกา	0.31±0.03	2774.31±1021.64	72.93±28.80	262.37±52.45	0.34±0.03
มะกอก	0.24±0.02	243.47±21.28	102.59±11.62	331.99±9.56	0.45±0.03
มะกอกเกลื้อน	0.33±0.07	270.74±92.25	69.04±29.55	416.02±32.48	0.49±0.13

ตารางภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชนิด	LT	LA	SLA	LDMC	WD
มะขามป้อม	0.26±0.03	32.48±3.27	93.37±13.71	433.11±12.31	0.71±0.02
มะคังแดง	0.34±0.00	354.99±0.00	291.14±0.00	216.00±0.00	0.60±0.00
มะเดื่อปล้อง	0.36±0.00	92.93±0.00	172.51±0.00	349.33±0.00	0.45±0.00
มะเฟืองช้าง	0.31±0.00	615.84±0.00	70.75±0.00	501.70±0.00	0.85±0.00
มะแฟน	0.19±0.00	224.42±0.00	116.58±0.00	439.87±0.00	0.79±0.00
มะม่วงหัวแมงวัน	0.29±0.02	165.53±55.37	144.87±70.19	336.77±30.86	0.48±0.0.
มะเม่าสาย	0.43±0.00	14.15±0.00	139.59±0.00	206.66±0.00	0.63±0.00
มะหาด	0.59±0.49	105.15±30.46	85.20±14.76	398.12±32.01	0.71±0.12
เม่าไข่ปลา	0.25±0.00	42.14±1.81	183.55±62.53	262.67±20.76	0.63±0.02
โมกมัน	0.28±0.02	27.97±8.45	213.76±2.19	292.38±25.02	0.54±0.00
โมกหลวง	0.32±0.09	91.56±35.87	150.95±65.14	307.54±85.11	0.51±0.01
ยมหิน	0.25±0.05	438.70±213.86	154.98±54.52	373.24±30.29	0.64±0.11
ยอป่า	0.35±0.00	176.72±0.00	109.77±0.00	321.25±0.00	0.48±0.00
ยางเหียง	0.36±0.02	396.85±204.14	124.24±11.23	396.15±13.32	0.62±0.03
รกฟ้า	0.28±0.01	56.44±15.59	105.82±24.61	331.79±53.61	0.72±0.03
รัง	0.27±0.02	135.14±21.67	111.13±6.76	375.80±8.18	0.71±0.03
สนั่น	0.28±0.05	24.43±2.10	154.50±9.62	411.6828.01	0.56±0.04
ส้มกบ	0.32±0.00	92.09±0.00	151.29±0.00	222.57±0.00	0.59±0.00
สมอไทย	0.26±0.01	102.73±79.40	112.90±9.49	385.10±20.76	0.75±0.06
สมอพิเภก	0.35±0.03	148.65±59.96	83.28±17.77	345.14±26.87	0.75±0.08
สะแกแสง	0.34±0.05	170.07±53.17	246.59±103.48	250.00±41.83	0.44±0.04
สัก	0.34±0.05	807.32±116.78	109.93±14.04	388.60±81.79	0.61±0.06
สักขี้ไก่	0.27±0.00	153.53±0.00	110.74±0.00	382.93±0.00	0.37±0.00
เสลาดำ	0.27±0.03	24.12±5.50	136.37±65.33	332.40±94.03	0.58±0.06
เสี้ยวเครือ	0.17±0.03	61.21±12.97	179.35±22.18	465.75±61.49	0.69±0.04
เสี้ยวส้ม	0.31±0.04	54.50±12.35	121.92±40.64	297.95±43.32	0.66±0.05
แสมสาร	0.19±0.02	250.88±47.94	157.36±30.08	333.44±68.36	0.74±0.03
แสลงใจ	0.27±0.01	148.98±16.93	163.21±20.26	252.09±22.63	0.63±0.03
หนามแท่ง	0.31±0.02	30.59±17.44	140.75±36.92	333.42±84.00	0.67±0.06
หมีเหม็น	0.31±0.05	88.73±43.97	96.47±6.87	1177.19±1366.09	0.59±0.01
หัวแมงวัน	0.30±0.02	61.25±41.40	113.69±34.08	337.89±106.54	0.55±0.04
เหมือดโลด	0.30±0.05	79.38±13.69	131.72±46.42	261.76±79.80	0.56±0.16
อินทนิลบก	0.32±0.01	90.50±17.03	93.39±2.98	299.74±4.06	0.64±0.05

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวรุ่งรวี ทวีสุข

เกิดเมื่อ 11 มีนาคม 2539

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2560 วิทยาศาสตรบัณฑิต เกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ