

การจำแนกศักยภาพ ถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก (*Tectona grandis* L.f.)  
ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน  
ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการจัดการป่าไม้  
มหาวิทยาลัยแม่โจ้  
พ.ศ. 2566

การจำแนกศักยภาพ ถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก (*Tectona grandis* L.f.)  
ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน  
ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



ติณณ์ วรिनยอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการป่าไม้

สำนักบริหารและพัฒนาวិชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การจำแนกศักยภาพ ถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก (*Tectona grandis* L.f.)  
ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน  
ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ดิฉัน วรนิยong

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการจัดการป่าไม้

พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต่อลาภ คำโย)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑล นอแสงศรี)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

(อาจารย์ ดร.อิสริย์ ฮาวปินใจ)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนากร ลัทธธีระสุวรรณ)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว

.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)

รองอธิการบดี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

ชื่อเรื่อง	การจำแนกศักยภาพ ถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก ( <i>Tectona grandis</i> L.f.) ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
ชื่อผู้เขียน	นายติณณ์ วรรินยอง
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการป่าไม้
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต่อลาภ คำโย

### บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การจำแนกศักยภาพ ถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก (*Tectona grandis* L.f.) ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาลักษณะสังคมพืชในธรรมชาติ 2) เพื่อสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมกับการปรากฏของไม้สัก และ 3) เพื่อประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จำแนกศักยภาพความเหมาะสมต่อถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก พบว่า สังคมพืชของไม้สักมีการกระจายตัวอยู่ในป่าเบญจพรรณ พบจำนวนชนิดของไม้ใหญ่ 54 ชนิด 50 สกุล 28 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลาย 3.08 ไม้ดัชนีความสำคัญสูงสุด คือ สัก (*Tectona grandis*) เต็ง (*Shorea obtusa*) แดง (*Xylocarpus xylocarpa*) ปอหู่ช้าง (*Pterospermum acerifolium*) และรกฟ้า (*Terminalia alata*) มีค่า 99.06, 26.35, 14.52, 14.48 และ 14.08 ตามลำดับ จัดกลุ่ม 3 สังคมพืชย่อย ได้แก่ สังคมเชิงเขา สังคมพืชกลางเขา และสังคมพืชยอดเขา ปัจจัยแวดล้อมที่มีความสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี จากการสร้างแบบจำลอง Maximum Entropy model พบค่า AUC มีค่า 0.919 ปัจจัยสำคัญมากที่มีผลต่อถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก ได้แก่ ความลาดชัน และปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนแล้งมากที่สุด การจำแนกศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของไม้สักธรรมชาติ จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่าพื้นที่ความเหมาะสมต่ำที่สุด ต่ำ ปานกลาง และสูง คิดเป็นร้อยละ 64.42, 21.97, 9.74 และ 3.38 ตามลำดับ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนจัดการปลูกฟื้นฟูไม้สักในพื้นที่เหมาะสมสูงตามธรรมชาติเพื่อเพิ่มเติมประชากรไม้สัก รวมไปถึงงานวางแผนการป้องกันพื้นที่ที่มีไม้สักได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

คำสำคัญ : แบบจำลองแมกซ์เซน, ถิ่นอาศัย, ไม้สัก, จังหวัดแม่ฮ่องสอน

<b>Title</b>	TEAK POTENTIAL HABITAT CLASSIFICATION AT THE NAWAMINTHARARAJINI TEAK ROYAL PROJECT, MAE HONG SON PROVINCE WITH GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS
<b>Author</b>	Mr. Tin Wongrinyong
<b>Degree</b>	Master of Science in Forest Management
<b>Advisory Committee Chairperson</b>	Assistant Professor Dr. Torlarp Kamyo

### ABSTRACT

The study on Teak potential habitat classification at The Nawaminthararajini Teak Royal Project with Geographic Information Systems Mae Hong Son Province. The objectives of the study was 1) to identify plant community characteristics 2) to identify the relationship model between some environmental factors with an appearance of *Tectona grandis* and 3) to investigate of geographic information systems for natural potential site identification of *Tectona grandis*. The result showed that *Tectona grandis* occupied in the Mixed deciduous forest were 54 species 50 genus and 28 families. Presented the species diversity of Shannon–Weiner index was 3.08. The important value index, followed by *Tectona grandis*, *Shorea obtusa*, *Xylia xylocarpa*, *Pterospermum acerifolium* and *Terminalia alata* at the IVI of 99.06, 26.35, 14.52, 14.48 and 14.08 respectively. The cluster analysis showed 3 subcommunity: Low Forest (LF), Medium Forest (MF) and High Forest (HF). The environmental factors with statistical significant indicated that the distance water, elevation and mean annual temperature. The relationship Maximum Entropy model at the AUC of 0.919 the most significant factors are including slope and precipitation in the driest month. The areas of natural potential site identification for *Tectona grandis* in Mae Hong Son Province has shown the Least suitable, Low suitable, Medium suitable and High suitable at 64.42, 21.97, 9.74 and 3.38 %, respectively. This finding can be applied to the Teak restoration management plan in these areas to increase the teak population in nature forest, in addition, the protected plan also can

be promoted with high capacity management.

Keywords : Maximum Entropy Modeling, Habitat Suitability, Teak, Mae Hong Son province



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีโดยได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ต่อลาภ คำโย ผศ.ดร.มณฑล นอแสงศรี และ ดร.อิสริย์ ฮาวปินใจ ซึ่งคอยให้ความช่วยเหลือ องค์ความรู้ และข้อเสนอแนะคำปรึกษาเกี่ยวกับการศึกษานี้มาตลอดจนวิทยานิพนธ์สำเร็จตามเป้าหมายวัตถุประสงค์ ขอขอบคุณประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.ปณิดา กาจินะ ผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้ให้ ข้อเสนอแนะและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา ขอขอบคุณโครงการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรม ไม้สักและพัฒนาคุณภาพชีวิตของราษฎร บริเวณป่าลุ่มน้ำของ-ลุ่มน้ำปาย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดแม่ฮ่องสอน หน่วยงานที่ตั้งพื้นที่ศึกษาที่อนุญาตและให้ความอนุเคราะห์สำหรับการเก็บข้อมูล ภาคสนาม รวมทั้งครอบครัวอันเป็นที่รักสนับสนุนเป็นกำลังใจด้านการศึกษาอย่างดีเสมอมาจนสำเร็จไปด้วยดี

ดิฉัน วรนิยง



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและการตรวจสอบเอกสาร.....	4
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไม้สัก.....	4
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	7
แบบจำลองกระจายของชนิด.....	9
การศึกษาสังคมพืช.....	10
ป่าเบญจพรรณ.....	13
ป่าสักนวมินทร์ราชินี.....	14
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
บทที่ 3 วิธีการวิจัย.....	22



วัสดุและอุปกรณ์.....	22
สถานที่ศึกษา.....	22
แผนการศึกษาลักษณะสังคมพืชถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก .....	23
แผนการศึกษาแบบจำลองของการปรากฏของไม้สัก .....	26
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ .....	35
ลักษณะสังคมพืชบริเวณป่าสักนวมินทรราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	35
ความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงพื้นที่ต่อการปรากฏของสังคมพืช.....	49
แบบจำลองความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงพื้นที่ต่อถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก .....	51
การจำแนกศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของไม้สักในธรรมชาติ พื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	57
บทที่ 5 สรุป และข้อเสนอแนะ .....	60
สรุปผลการวิจัย.....	60
ข้อเสนอแนะ .....	61
บรรณานุกรม.....	62
ภาคผนวก.....	66
ประวัติผู้วิจัย.....	69

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ปัจจัยด้านชีวภูมิอากาศ (bioclimatic factors) จำนวน 19 ปัจจัย .....	29
ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ระหว่างปัจจัยชีวภูมิอากาศ.....	31
ตารางที่ 3 สังคมพืชเชิงปริมาณระดับไม้ใหญ่ ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัด แม่ฮ่องสอน .....	35
ตารางที่ 4 ดัชนีความสำคัญระดับไม้ใหญ่ ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัด แม่ฮ่องสอน .....	36
ตารางที่ 5 สังคมพืชเชิงปริมาณระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ ในธรรมชาติบริเวณป่าสัก นวมิ นทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน .....	39
ตารางที่ 6 ดัชนีความสำคัญระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ ในธรรมชาติบริเวณป่าสัก นวมินทร ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน .....	39
ตารางที่ 7 ดัชนีความสำคัญระดับไม้ใหญ่ สังคมพืชบริเวณเชิงเขา (Low Forest: LF) ในธรรมชาติ บริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน .....	41
ตารางที่ 8 ดัชนีความสำคัญระดับไม้ใหญ่ สังคมพืชบริเวณกลางเขา (Medium Forest: MF) ใน ธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน .....	43
ตารางที่ 9 ดัชนีความสำคัญระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ สังคมพืชบริเวณกลางเขา (Medium Forest: MF) ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	45
ตารางที่ 10 ดัชนีความสำคัญระดับไม้ใหญ่ สังคมพืชบริเวณยอดเขา (High Forest: HF) ในธรรมชาติ บริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน .....	46
ตารางที่ 11 ดัชนีความสำคัญระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ สังคมพืชบริเวณยอดเขา (High Forest: HF) ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน .....	47
ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบปัจจัยเชิงพื้นที่ของสังคมพืช ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน .....	50
ตารางที่ 13 ค่าสัดส่วนความสัมพันธ์ (percent contribution) ของปัจจัยเชิงพื้นที่.....	53

ตารางที่ 14 ระดับศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของไม้สักธรรมชาติ พื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ..... 57



## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 สภาพป่าพื้นที่ป่าสักนวมินทร์ราชินี .....	15
ภาพที่ 2 วานแผ่นดินเย็นนวลงาม (สมราน, 2561).....	16
ภาพที่ 3 พื้นที่ศึกษาป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน .....	23
ภาพที่ 4 ปัจจัยด้านกายภาพ (physical factors) ที่นำมาสร้างแบบจำลอง.....	27
ภาพที่ 5 ปัจจัยด้านชีวภูมิอากาศ (bioclimatic factors) ที่นำมาสร้างแบบจำลอง .....	28
ภาพที่ 6 การจำแนกสังคมพืชในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน .....	40
ภาพที่ 7 การจัดลำดับของปัจจัยเชิงพื้นที่ต่อการปรากฏของสังคมพืช ในธรรมชาติ บริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน .....	51
ภาพที่ 8 Omission และ Predicted ของแบบจำลอง .....	52
ภาพที่ 9 ค่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง (Area Under Curve: AUC) .....	52
ภาพที่ 10 ค่าสัดส่วนความสัมพันธ์ (percent contribution) ของปัจจัยเชิงพื้นที่.....	54
ภาพที่ 11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏของไม้สักกับปัจจัยเชิงพื้นที่.....	56
ภาพที่ 12 ระดับศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของไม้สักธรรมชาติ พื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน .....	58

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความสำคัญของปัญหา

“ป่าสักนวมินทร์ราชินี” เป็นชื่อป่าสักที่ได้รับพระราชทานนามจากสมเด็จพระนางเจ้าฯ สิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ พระบรมราชชนนีพันปีหลวง ตามหนังสือสำนักพระราชเลขาธิการ ที่ รล 0004.1/1813 ลง วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2554 มีพื้นที่ตั้งอยู่ในขอบเขตลุ่มน้ำของและลุ่มน้ำปาย ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าลุ่มน้ำปาย สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 สาขาแม่สะเรียง กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ท้องที่อำเภอเมือง อำเภอปางมะผ้า และอำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่มีการสำรวจโดยกรมป่าไม้ เมื่อปี พ.ศ. 2549 พบว่ามีป่าผสมผลัดใบที่มีไม้สัก ขึ้นอยู่ตามธรรมชาติกระจายอยู่ทั่วไปเป็นพื้นที่กว้าง ไม้สักมีลักษณะดี สภาพป่ามีความสมบูรณ์ เป็นระบบนิเวศที่หายาก ของประเทศไทย และชนิดพันธุ์สัตว์ป่าอีกมากมาย (โครงการอนุรักษ์แหล่ง พันธุ์กรรมไม้สักฯ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2562) นับเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญยิ่งต่อการอนุรักษ์ สมควรที่ทุกภาคส่วนจะร่วมกันสงวน รักษา และอนุรักษ์ไว้ให้คงความสมบูรณ์ สามารถอำนวย ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อไปในอนาคต

จากสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมทั้งภูมิประเทศ ดินและอากาศที่เหมาะสม ป่าไม้สักแห่งนี้ มีการฟื้นตัวจากการผ่านการสัมปทานทำไม้ของไม้สักจนกลับมาเป็นป่าที่อุดมสมบูรณ์ได้อย่างรวดเร็ว (มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2550) นอกจากนี้ยัง พบว่าไม้สักในที่แห่งนี้สามารถ ขึ้นได้ถึงความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางถึง 1,236 เมตร จากที่เคยมีการบันทึกไว้ว่าไม้สัก ในธรรมชาติจะกระจายพันธุ์อยู่ไม่เกินความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 800 เมตร (กรมป่าไม้, 2556) อย่างไรก็ตาม ช่วงเวลาที่ผ่านมาเกิดปัญหาจากชุมชนที่อาศัยอยู่ในเขตป่าอนุรักษ์ ปรากฏ ความรุนแรงมากขึ้น จากการทำไร่เลื่อนลอย การเผาป่า การนำสัตว์เลี้ยงเข้ามาเลี้ยงในพื้นที่ป่าสัก และการลักลอบตัดไม้ที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการคุกคามความอุดมสมบูรณ์ของป่าแห่งนี้ (โครงการ อนุรักษ์แหล่งพันธุ์กรรมไม้สักฯ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2562) จากปัญหาที่เกิดขึ้นสู่การคำนึง ถึงปัญหา เรื่องการทำพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกฟื้นฟูไม้สักในธรรมชาติ และหาพื้นที่ที่เหมาะสม ในการปลูกไม้สักเพื่อการใช้สอยในพื้นที่สวนป่า ซึ่งจะลดการใช้ไม้สักจากธรรมชาติ ซึ่งเป็นไม้หลัก ถือได้ว่าเป็นไม้ที่เป็นสัญลักษณ์ของประเทศไทยที่มีการนำมาใช้เป็นสินค้าออกอันดับต้น ๆ ของประเทศและในอดีตมีการทำไม้สักเป็นอันดับต้น ๆ ของโลกก็ว่าได้ (Moonsan, 1992) โดยเฉพาะ ประชาชนทางภาคเหนือ นิยมใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องใช้เพื่อการค้าขายมากที่สุด รวมทั้งไม้สัก

ที่ทำการวิจัยครั้งนี้เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ และเป็นไม้ในป่าผสมผลัดใบ ซึ่งพื้นที่ป่าสักนวมินทรราชินี มีสภาพภูมิประเทศเป็นป่าผสมผลัดใบเป็นส่วนมาก และเป็นพื้นที่ที่มีไม้สักคุณภาพดีขึ้นอยู่แล้ว จึงเหมาะสำหรับการเป็นพื้นที่ศึกษาอย่างยิ่ง

ดังนั้น การศึกษาวิจัยครั้งนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างยิ่งต่อประชาชน ในเขตภาคเหนือ ที่จะได้ทราบถึงลักษณะพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกไม้สักเพื่อนำไปเป็นไม้ใช้สอยและยังสามารถเพิ่มจำนวนต้นไม้ในพื้นที่ที่เหมาะสมอย่างถูกต้อง เพื่อช่วยในการรักษาสภาพแวดล้อมและช่วยลดภาวะโลกร้อนได้ รวมทั้งสามารถนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ไปดัดแปลงใช้ในพื้นที่ที่มีลักษณะใกล้เคียงเพื่อปลูกไม้สักได้อีกด้วย

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาลักษณะสังคมพืชและองค์ประกอบชนิดพันธุ์ในป่าธรรมชาติ บริเวณป่าสักนวมินทรราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน
2. เพื่อสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมกับการปรากฏของไม้สักในธรรมชาติ บริเวณป่าสักนวมินทรราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน
3. เพื่อประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จำแนกศักยภาพความเหมาะสมต่อถิ่นที่ขึ้นของไม้สักในธรรมชาติ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงลักษณะสังคมพืชและองค์ประกอบชนิดพันธุ์ในป่าธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทรราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่มีการกระจายตามระดับชั้นความสูงและปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการปรากฏของสังคมพืช
2. แบบจำลองความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมกับการปรากฏของไม้สักในธรรมชาติ บริเวณป่าสักนวมินทรราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่สร้างขึ้นจากแบบจำลอง Maximum entropy (MaxEnt) วิเคราะห์ตำแหน่งของป่าสักนวมินทรราชินีและการปรากฏของไม้สักในจังหวัดแม่ฮ่องสอน
3. ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับจำแนกศักยภาพความเหมาะสมต่อถิ่นที่ขึ้นของไม้สักในธรรมชาติ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

## ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาไม้สัก พื้นที่ที่มีการขึ้นอยู่ตามธรรมชาติ พบตั้งแต่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 300 ถึง 1,300 เมตร บริเวณป่าสักทามมินทรราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน ศึกษาสังคมพืชในพื้นที่จากการวางแผนตัวอย่างขนาด 20×20 เมตร จำนวน 20 แปลง ใช้ชั้นข้อมูลปัจจัยแวดล้อม 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านกายภาพ (physical factors) และปัจจัยด้านชีวภูมิอากาศ (bioclimatic factors) วิเคราะห์ความสัมพันธ์และเลือกใช้แบบจำลอง Maximum entropy (MaxEnt) แสดงถึงศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของไม้สักและปัจจัยแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์ทั่วพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2563 ถึง 2565

## นิยามศัพท์เฉพาะ

**ไม้สัก** เป็นชนิดไม้ต้นธรรมชาติกระจายขึ้นอยู่ทั่วผืนป่าอุดมสมบูรณ์ขึ้นอยู่หนาแน่นและกว้างใหญ่ที่สุดในประเทศไทย บริเวณป่าลุ่มน้ำของ-ลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีขนาดใหญ่ ความโตเส้นรอบวงมากถึง 50 เซนติเมตรขึ้นไป ความสูงมากถึง 50 เมตร และสามารถพบบนพื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางมากกว่า 1,300 เมตร

**ป่าสักทามมินทรราชินี** เป็นพื้นที่ที่สำรวจพบป่าไม้สักธรรมชาติพื้นที่กว่า 492 ตารางกิโลเมตร ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะเป็นแหล่งพันธุกรรมไม้สักขนาดใหญ่ในธรรมชาติ ได้รับพระราชทานชื่อป่าสักแห่งนี้ว่า “ป่าสักทามมินทรราชินี”

**จังหวัดแม่ฮ่องสอน** เป็นจังหวัดในภาคเหนือของประเทศไทย มีทรัพยากรธรรมชาติที่คงความอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะทรัพยากรป่าไม้ แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 8 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน อำเภอขุนยวม อำเภอปาย อำเภอแม่สะเรียง อำเภอแม่ลาน้อย อำเภอสบเมย และอำเภอปางมะผ้า

**ปัจจัยแวดล้อม** เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของไม้สักที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ป่าสักทามมินทรราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน ประกอบไปด้วยปัจจัยแวดล้อม 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านกายภาพ (physical factors) และปัจจัยด้านชีวภูมิอากาศ (bioclimatic factors)

**แบบจำลอง Maximum entropy (MaxEnt)** เป็นแบบจำลองสำหรับการศึกษาความสัมพันธ์การกระจายหรือถิ่นที่ขึ้นของสิ่งมีชีวิตเฉพาะร่วมกับปัจจัยทางด้านนิเวศวิทยา หลักการใช้เฉพาะจุดหรือตำแหน่งที่พบการปรากฏเท่านั้น สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรที่แตกต่างกัน และบอกปัจจัยแวดล้อมว่าปัจจัยใดมีความสำคัญมากกว่ากัน

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร

#### ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไม้สัก

##### 1. ข้อมูลทั่วไปไม้สัก

ไม้สัก มีชื่อสารบัญ ว่า Teak ชื่อทางพฤกษศาสตร์ คือ *Tectona grandis* Linn.f. อยู่ในวงศ์ Lamiaceae เป็นไม้ที่ขึ้นอยู่ในป่าผลัดใบเขตร้อน มีถิ่นกำเนิดจำกัดอยู่เฉพาะในเอเชียตอนใต้ แถบประเทศอินเดียตอนใต้ พม่า ไทยเฉพาะภาคเหนือ ลาวและอินโดนีเซีย ซึ่งชาวฮินดูนำไปปลูกเมื่อ 500 ถึง 700 ปีมาแล้ว สำหรับประเทศไทยมีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติ ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง แพร่ น่าน สุโขทัย อุตรดิตถ์ พิษณุโลก พิจิตร เพชรบูรณ์ ตาก กำแพงเพชร นครสวรรค์ และอุทัยธานี (กรมป่าไม้, 2556) ไม้สัก ชอบขึ้นตามพื้นที่ที่เป็นภูเขา หรือตามพื้นที่ราบ แต่ดินระบายน้ำได้ดี น้ำไม่ท่วมขัง ซึ่งอาจจะเป็นดินร่วนปนทราย หรือดินที่มีความลึกมาก ๆ โดยเฉพาะดินที่เกิดจากหินปูน ซึ่งแตก แยกผุพังจนกลายเป็นดินร่วนลึกไม้สัก จะเจริญเติบโตดีมาก นอกจากนี้มักขึ้นอยู่เป็นกลุ่มไม้สักล้วน ๆ เป็นหย่อม ๆ หรืออาจขึ้นปะปนอยู่กับไม้ป่าเบญจพรรณชนิดอื่น ๆ เช่น ไม้แดง ประดู่ มะค่าโมง ชิงชัน ตะแบก โดยมีไม้ไผ่ชนิดต่าง ๆ เป็นไม้ชั้นล่าง

ไม้สัก เป็นไม้ที่มีชื่อเสียงรู้จักกันแพร่หลายทั่วโลกเนื่องจากเนื้อไม้มีคุณภาพดี มีสีน้ำตาลลายที่สวยงาม เนื้อไม้เป็นสีน้ำตาลทองหรือมีลวดลายสีดำสลับ เนื้อไม้ค่อนข้างละเอียด มีเส้นตรง น้ำหนักเบา ทำให้ง่ายต่อการเลื่อย ไส และตกแต่ง แต่มีความแข็งแรงและทนทาน สามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้แทบทุกอย่างเท่าที่ไม้เนื้อแข็งชนิดอื่น ๆ จะทำได้ เช่น ใช้ในงานก่อสร้างและโครงสร้างของที่อยู่อาศัย ใช้ทำดาตไฟฟ้าเรือ ใช้ทำเครื่องเรือน เฟอร์นิเจอร์และใช้ในการแกะสลักได้อย่างยอดเยี่ยม ที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ไม้สักยังมีความต้านทานต่อลมฟ้าอากาศที่จะทำลายเนื้อไม้ ดังจะเห็นได้จากสภาพของโบสถ์ วิหาร ที่มีอายุหลายร้อยปีที่สร้างขึ้นด้วยไม้สักในจังหวัดต่าง ๆ ทางภาคเหนือของประเทศ ทั้งนี้เนื่องมาจากเนื้อไม้ของไม้สักจะมีน้ำมันหรือสารแทรกบางชนิด เช่น สารเทคโตควิโนน (tectoquinone) ซึ่งเป็นสารที่เป็นพิษต่อปลวกและเห็ดราบางชนิดเนื่องจากคุณสมบัติเด่นของไม้สักดังกล่าวจึงทำให้มีการลักลอบตัดฟันทำลายอย่างกว้างขวาง จนผลผลิตในป่าธรรมชาติไม่เพียงพอกับความต้องการจึงมีความจำเป็นต้องดำเนินการปลูกสร้างสวนป่าไม้สักขึ้นเพื่อผลิตไม้สักสนองความต้องการใช้ในอนาคต (วีระพงษ์, 2544)



## 2. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ไม้สัก เป็นไม้ผลัดใบขนาดใหญ่ มีลำต้นปลายตรง มักมี พูพอน บริเวณโคนต้น เรือนยอดกลม ลำต้นมีความสูงตั้งแต่ 20 เมตรขึ้นไป มีเปลือกหนา สีเทา หรือน้ำตาลอ่อน แกมเทา มีใบขนาดใหญ่ กว้าง 20 ถึง 30 เซนติเมตร ยาว 30 ถึง 40 เซนติเมตร. ดอกมีขนาดเล็กสีขาวนวล ออกเป็นช่อขนาดใหญ่ บริเวณปลายกิ่ง ในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง ตุลาคม ผลลักษณะรูปร่างค่อนข้างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ถึง 2 เซนติเมตร ผลหนึ่ง ๆ จะมีเมล็ด 1 ถึง 4 เมล็ด (กรมป่าไม้, 2542) โดยทั่วไปมักจะเรียกผลสักว่า "เมล็ดสัก" ซึ่งเมื่อแก่จัด จะเป็นสีน้ำตาล ลักษณะเนื้อไม้สักจะมีสีน้ำตาลทอง เรียกว่า สักทอง ถึงสีน้ำตาลแก่ และมักจะมีเส้นสีน้ำตาลแก่แทรก เรียกว่า สักทองลายดำ เนื้อไม้มีเส้นตรง เนื้อหยาบ แข็งปานกลาง เลื่อยไสกบ ตกแต่งง่ายไม่ค่อยยืดหดหรือบิดงอง่ายเหมือนไม้ชนิดอื่น มีความทนทานต่อการทำลายของมอดและปลวก ตลอดจนเชื้อราได้ดี จึงมีความทนทานตามธรรมชาติสูง และ มีลวดลายสวยงาม

## 3. การจำแนกชนิดของสัก

การจำแนกชนิดของสักที่ขึ้นอยู่กับพื้นที่และด้านการใช้ประโยชน์ไม้สัก ได้มีการแบ่งคุณลักษณะของไม้สักโดยพิจารณาจากสีของเนื้อไม้ การตกแต่ง ความแข็ง ความเหนียวของเนื้อไม้ แบ่งออกเป็น 5 ชนิด (สอาด, 2535) ดังต่อไปนี้

1) สักทอง เป็นสักที่ขึ้นอยู่ในป่าโปร่งขึ้นใกล้ห้วย หรือห่างแล้งแต่ใกล้ห้วย ดินค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ การแตกของเปลือกเช่นเดียวกับสักห้วย เรือนยอดสมบูรณ์ ใบมีขนาดปานกลาง เนื้อไม้จะเป็นเส้นตรงผ่อง่าย มีความแข็งแรงกว่าสักห้วย เป็นสีน้ำตาลเหลือง หรือที่เรียกกันว่าสีทอง สักห้วยและสักทอง จะอยู่ในทำเลที่คล้ายกัน และมีลักษณะภายนอกคล้ายกันแต่อาจจะพิจารณาได้จากร่องของเปลือกที่แตกเป็นร่องตรงเหมือนกัน แต่สักห้วยมีขนาดร่องกว้างกว่าสักทอง

2) สักห้วย เป็นสักที่ขึ้นอยู่ในป่าโปร่งขึ้นริมห้วย ลำต้นตรง เปลือกแตกเป็นร่องตื้นและยาวตรง เรือนยอดสมบูรณ์ ใบขนาดกลาง เนื้อไม้มีแก่นเป็นสีน้ำตาลอ่อน ตัดและฉากได้ง่าย

3) สักไซ เป็นสักที่ขึ้นอยู่ในป่าโปร่งแล้ง มีการเติบโตช้า ร่องของเปลือกลึกและตัวเปลือกเป็นสันกว้างระหว่างร่อง ลำต้นตรงเปลา แต่มีลักษณะแคะแกระริน พุ่มของเรือนยอดบอบบางและจะทราบได้ว่าเป็นสันไซ ก็ต่อเมื่อถึงมือช่างไม้ เพราะเนื้อไม้มีสีน้ำตาลเข้มปนเหลืองจะมีไขปน ทำให้ขัดและทาเชลแลค หรือแลคเกอร์ยาก

4) สักหิน เป็นสักที่ขึ้นอยู่ในป่าโปร่งแล้งระดับสูง การแตกของเปลือกเป็นร่องลึกและเรือนยอดไม่ค่อยแข็งแรง ใบมีขนาดเล็กกว่าปกติ จะทราบได้แน่นอนเมื่อมีการโค่นล้ม หรือตกแต่งโดยช่างไม้เพราะเนื้อไม้มีสีน้ำตาลเข้มจะแข็งและเปราะกว่าสักทั่วไป

5) สักชี้ควาย เป็นสักที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ค่อนข้างแล้งในป่าผสมผลัดใบ มักจะพบอยู่ในพื้นที่รอยต่อ (transitionzone) ของป่าโปร่งผลัดใบและป่าแพะลักษณะของเรือนยอดมักไม่สมบูรณ์ลำต้นจะตายบ้างกิ่งหรือเรือนยอดแห้งตายไปบ้างกิ่งสองกิ่ง เปลือกแตกเป็นร่องไม่สม่ำเสมอเป็นตอน ๆ และเป็นร่องลึกจะทราบแน่นอนว่าเป็นสักชี้ควาย ก็ต่อเมื่อโคนลงมาเลื้อย จะเห็นได้ชัดว่า เนื้อไม้มีสีเขียวปนน้ำตาลน้ำตาลแก่ น้ำตาลอ่อน ปนคละกันอยู่

#### 4. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม

ปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของไม้สัก ซึ่งอาจใช้ เป็นแนวทางในการพิจารณาคัดเลือกพื้นที่ในการปลูกไม้สัก (กรมป่าไม้, 2556) มีดังต่อไปนี้

1) ไม้สักจะเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ชุ่มชื้นมากกว่าที่แห้งแล้ง ปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตและมีเนื้อไม้ งดงามของไม้สักอยู่ระหว่าง 1,000 ถึง 2,000 มิลลิเมตรต่อปี และฝนตกไม่ทิ้งช่วงนานเกินไปในระหว่างฤดูการเจริญเติบโต นอกจากนี้ จะต้องมีช่วงฤดูแล้งที่ชัดเจน 3 ถึง 4 เดือน

2) อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของไม้สัก อยู่ระหว่าง 25 ถึง 35 เซนติเมตร

3) ไม้สักเป็นไม้ที่ชอบแสงสว่าง ความเข้มของแสง ที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 75 ถึง 95 ของปริมาณแสงกลางวันที่ได้รับเต็มที่ การปลูกไม้สักจึงไม่ควรปลูกในร่ม หรือใกล้ต้นไม้ใหญ่ ซึ่งอาจบดบังแสงแดดแก่ต้นที่ปลูกได้

4) ดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไม้สัก คือ เป็นดินที่มีการระบายน้ำได้ดี ไม่เป็นดินดาน ดินค่อนข้างลึก ดินร่วนปนทรายหรือเป็นดินที่เกิดจากการผุสลายของหินปูน และมีค่า pH ประมาณ 6.5 ถึง 7.5 ส่วนดินที่ไม่เหมาะสมกับ การปลูกไม้สัก คือ ดินเหนียว ดินลูกรัง ดินทราย และที่มีน้ำท่วมขัง

5) สภาพภูมิประเทศที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของไม้สัก โดยทั่วไปจะมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 700 เมตร เป็นพื้นที่ราบถึงลาดชันเล็กน้อย ไม่เกินร้อยละ 15

#### 5. ข้อจำกัดบางประการสำหรับไม้สัก

การปลูกไม้สักอาจจะมีข้อจำกัดบางประการ (มณฑล, 2532) ดังต่อไปนี้

1) ด้านสภาพพื้นที่ ไม้สักไม่ชอบพื้นที่ลุ่ม ที่ชื้นแฉะ มีน้ำท่วมขัง ดินระบายน้ำไม่ดี เช่น ดินเหนียว ดินลูกรัง ดินดาน และดินที่เป็นทรายจัดหรือดินตื้นมาก ๆ ควรเลือกพื้นที่ปลูกที่มีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของไม้สักมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เรื่องของดินและการเตรียมพื้นที่ควรทำให้ประณีตที่สุด

2) ด้านสภาพแวดล้อม ไม้สักจะเจริญเติบโตได้ดีในที่ แห้งแล้ง หรือมีฝนตกไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะในช่วงฤดูการเจริญเติบโต โดยเฉพาะในที่แห้งแล้ง ฝนตกไม่ตรงตามฤดูกาล ควรจะมีระบบการรดน้ำด้วย

3) การปลูกไม้สักล้วน ๆ เป็นผืนใหญ่ ๆ อาจก่อให้เกิด โรคและแมลงเข้าทำลายได้ง่าย เช่น หนอนกินใบสักและมอดป่า เจาะไม้สัก เป็นต้น ดังนั้นการปลูกสักในที่ดินผืนใหญ่ ควรมีการแบ่งแปลงปลูก ออกเป็นแปลงย่อย ๆ โดยปลูกไม้มีค่าชนิดอื่น ๆ เป็นแนวกัน เพื่อลดความรุนแรงจากโรคและแมลงทำอันตราย

4) ควรนำระบบวนเกษตรมาใช้ด้วย เพราะนอกจาก จะช่วยให้ต้นสักเจริญเติบโตดีขึ้นแล้ว สามารถได้รับผลผลิต จากพืชเกษตรที่ปลูกควบอีกทางหนึ่งด้วย แม้ว่าการปลูกสักจะต้องลงทุนสูงบ้างในช่วงแรก ๆ แต่ผลตอบแทนระยะยาวที่จะได้รับนั้นย่อมคุ้มค่าเสมอ การปลูกไม้สักนอกจากจะเป็นการเพิ่มพูนค่าให้แก่ที่ดินของท่านแล้ว ยังเป็นการช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของชาติโดยส่วนรวมอีกด้วย

### ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geospatial Information Science: geo-information) เป็นการศึกษาเกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงตำแหน่ง หรือเชิงพื้นที่ที่มีการระบุพิกัดอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ บนพื้นผิวโลก หรือที่เรียกว่า เทคโนโลยีสารสนเทศ (3S) สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท (พยัคติพล, 2556) คือ

1) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) หมายถึง การรวบรวม วิเคราะห์ และแสดงผลของข้อมูลเชิงตำแหน่ง หรือเชิงพื้นที่ให้เป็นระบบมีการค้นหา การแก้ไข สามารถใช้อธิบายรายละเอียดของข้อมูลเชิงตำแหน่ง หรือเชิงพื้นที่นั้น ๆ จนเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น

2) การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing: RS) หมายถึง ศาสตร์และศิลป์ของข้อมูลที่ได้อาจมาจากการรับรู้ของพื้นที่ ตำแหน่งวัตถุ และปรากฏการณ์บนพื้นโลก โดยไม่มีการรับรู้สัมผัสได้โดยตรง แต่ได้จากการรับรู้ที่เป็นสื่อกลางสำหรับการได้ข้อมูลมาจากเครื่องรับรู้ (sensor) มีการใช้พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อได้ข้อมูลสามารถนำไปจัดการข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และประมวลผลต่อไป

3) ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) หมายถึง การระบุตำแหน่งจากการรับสัญญาณจากดาวเทียมที่มีระบบโคจรขั้วดาวเทียมที่โคจรอยู่รอบโลก โดยเครื่องระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกจะรับสัญญาณที่ส่งมาจากดาวเทียม ซึ่งต้องใช้ดาวเทียมอย่างน้อย 3 ดวง สำหรับค่าพิกัดอ้างอิงระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ภายในเวลาไม่กี่วินาที ในการกำหนดค่าพิกัด

ปัจจุบันมีการบูรณาการประยุกต์ใช้สำหรับเทคโนโลยีความรู้ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การรับรู้ระยะไกล และระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก เพื่อสร้างแบบจำลอง การกระจาย การวิเคราะห์ และการแสดงผลของข้อมูลเชิงตำแหน่ง หรือเชิงพื้นที่ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จนเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น เรียกว่า เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geospatial information technology) ดังนั้น จึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ประโยชน์เพื่อใช้ในการจัดการ และบริหารการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเชิงพื้นที่ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นระบบเกี่ยวข้องกับระบบการไหลเวียนของข้อมูลและการผสานข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) หรือข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) เพื่อให้เป็นข่าวสารที่มีคุณค่า (โครงการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2541)

การทำงานของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ มีขั้นตอนเบื้องต้นดังต่อไปนี้

1) การได้มาและเตรียมการก่อนประมวลผล (data acquisition and pre-processing) เป็นการจัดหา จัดเตรียมข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของกระดาษแผนที่ รูปถ่าย ทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม ตารางข้อมูลอรรถาธิบาย ข้อมูลการสำรวจ ข้อมูลจากเว็บไซต์ต่าง ๆ

2) การจัดการ เก็บสะสมและค้นคืน (data management storage and retrieval) ประกอบด้วย การสร้างแบบจำลองข้อมูล การออกแบบฐานข้อมูล การควบคุมมาตรฐานข้อมูล การตรวจสอบความสมบูรณ์ความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความปลอดภัยในการลดความเสียหายของข้อมูล ลดความซ้ำซ้อนในการเก็บข้อมูล ข้อมูลที่จัดเตรียมดีแล้ว จะนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล เรียกว่า geospatial database ที่สามารถแก้ไขปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ

3) การปรับเปลี่ยนและวิเคราะห์ข้อมูล (data manipulation and analysis) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำข้อมูลเชิงพื้นที่มาซ้อนทับกัน (Overlay) ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยให้สัมพันธ์กับข้อมูลไม่เชิงพื้นที่ เพื่อให้ได้คำตอบหรือข้อมูลสารสนเทศ (information) ที่ผู้ใช้ต้องการ หรือการนำโปรแกรมทางสถิติ ธรณีสถิติ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เฉพาะสาขา เข้า มาช่วยวิเคราะห์ข้อมูล

4) การผลิตข้อมูล (data product generation) การแสดงผลข้อมูลหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของตัวเลขหรือข้อมูลภาพ (graphic) และผลิตข้อมูลโดย ผ่านทาง printer หรือ plotter เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้งานต่อไป

## แบบจำลองกระจายของชนิด

ระบบฐานข้อมูลที่มีการจัดเก็บอย่างเป็นระเบียบ สามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกับแบบจำลองทางสถิติ หรือทางคณิตศาสตร์ ปัจจุบันนิยมนำข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) สร้างเป็นแบบจำลองเชิงพื้นที่ (spatial model) ได้แก่ แบบจำลองการจำแนกศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของพันธุ์พืช แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ป่าไม้ แบบจำลองการกระจายของสัตว์ป่า เป็นต้น แต่ผลการวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละแบบจำลองตามวิธีการต่าง ๆ บางวิธีการยังสามารถใช้ขนาดของจุดภาพที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของพื้นที่ศึกษา

การศึกษาแบบจำลองการกระจายของชนิด (species distribution model) เป็นการศึกษาการกระจายของชนิดทั้งในพืชและสัตว์ป่าหลายชนิด โดยมีการสร้างแบบจำลองหลายรูปแบบในประเทศไทยนิยมใช้แบบจำลอง 2 แบบจำลอง (นิรันดร์รัตน์, 2558) คือ

1) แบบจำลองสมการถดถอยโลจิสติก (logistic regression model) เป็นแบบจำลองที่มีรูปแบบพื้นฐานของตัวแบบ วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรที่แตกต่างกัน คือ จุดหรือตำแหน่งการปรากฏกับการไม่ปรากฏของชนิด และบอกปัจจัยแวดล้อมว่าปัจจัยใดมีความสำคัญมากกว่ากัน

2) แบบจำลองแมกซ์เซน (Maximum Entropy model: MaxEnt model) เป็นแบบจำลองที่ให้ค่าความน่าเชื่อถือสูง มีวิธีการง่ายใช้เฉพาะจุดหรือตำแหน่งที่พบการปรากฏเท่านั้น สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรที่แตกต่างกัน และบอกปัจจัยแวดล้อมว่าปัจจัยใดมีความสำคัญมากกว่ากัน

การสร้างแบบจำลองการกระจายของชนิด เป็นแบบจำลองการกระจายแหล่งที่อยู่อาศัย การคาดการณ์และการทำแผนที่ช่วง (Jane and John, 2009) โดยใช้คอมพิวเตอร์ ขั้นตอนวิธีการในการทำนายการกระจายของสายพันธุ์ทั่วภูมิศาสตร์พื้นที่และเวลา โดยใช้ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมมักเป็นข้อมูลสภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน แต่อาจรวมถึงตัวแปรอื่น ๆ เช่น ประเภทของดิน ความลึกของน้ำ และพื้นที่ปกคลุม แบบจำลองการกระจายของชนิดถูกนำมาใช้ในพื้นที่วิจัยหลายแห่งในการอนุรักษ์ชีวิวิทยา นิเวศวิทยาและวิวัฒนาการ แบบจำลองเหล่านี้สามารถใช้เพื่อทำความเข้าใจว่าสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการเกิดขึ้นหรือความอุดมสมบูรณ์ของชนิดพันธุ์อย่างไร และเพื่อวัตถุประสงค์ในการคาดการณ์ การพยากรณ์ทางนิเวศวิทยา การคาดการณ์จากแบบจำลองอาจมาจากการกระจายพันธุ์ในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การกระจายในอดีตของสปีชีส์เพื่อประเมินความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ หรือการแพร่กระจายในอนาคตของชนิดพันธุ์ที่รุกราน การคาดคะเนความเหมาะสมของถิ่นที่อยู่ในปัจจุบันหรือในอนาคต

อาจเป็นประโยชน์สำหรับการใช้งานด้านการจัดการ เช่น การกลับคืนสู่สภาพเดิมหรือการย้ายถิ่นของสายพันธุ์ที่อ่อนแอ

## การศึกษาสังคมพืช

### 1. การจำแนกสังคมพืช

พืชดั้งเดิม (indigenous plant) หมายถึง พืชชนิดใดชนิดหนึ่ง ที่สามารถตั้งตัวขึ้นอยู่อาศัยเองโดยตามธรรมชาติตามสภาพแวดล้อมในเขตพื้นที่นั้น หรือประเทศใดประเทศหนึ่ง ซึ่งจะถือได้ว่าเป็นพืช ชนิดไม่ดั้งเดิมหรือชนิดไม่พื้นเมืองแห่งประเทศนั้น (Stace, 1980)

พืชถิ่นเดียว (endemic plant) หมายถึงพืชชนิดใดชนิดหนึ่งที่พบขึ้นและกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติจำกัดอยู่บริเวณเขตภูมิศาสตร์เขตใดเขตหนึ่งของโลก ซึ่งเป็นสภาพพื้นที่มีลักษณะจำเพาะทางระบบนิเวศ กล่าวคือ มีปัจจัยแวดล้อมจำกัด ก่อให้เกิดระบบนิเวศในระดับเอกนิเวศวิทยา (Autecology) (ดอกรักและอุทิศ, 2552) นอกจากนี้เป็นพืชที่มีเขตการกระจายพันธุ์ที่ถูกจำกัดโดยปัจจัยทางระบบนิเวศประกอบด้วย ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิอากาศ และชีวปัจจัย โดยพืชกลุ่มนี้มีการปรับตัวและเจริญในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งของโลกซึ่งไม่พบประชากรในพื้นที่อื่น จึงทำให้พืชถิ่นเดียวพบได้ในพื้นที่จำเพาะเท่านั้น ถิ่นที่อยู่ดังกล่าวมีสภาพจำกัดของสิ่งแวดล้อมหรือมีสภาพดินฟ้าอากาศเฉพาะที่ (microclimate) พืชถิ่นเดียวของไทยหลายชนิดพบขึ้นเฉพาะบนภูเขาหินปูนหรือดินที่สลายมาจากหินปูน

พืชหายาก (rare plant) คือ พืชชนิดที่มีประชากรขนาดเล็กซึ่งยังไม่อยู่ในสถานภาพใกล้จะสูญพันธุ์ (endangered) แต่มีความเสี่ยงที่จะเป็นพืชที่ใกล้จะสูญพันธุ์ได้ พืชหายากเป็นพืชที่เราทราบจำนวนประชากรที่มีอยู่ตามแหล่งต่าง ๆ และส่วนใหญ่มีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น ๆ ซึ่งพืชชนิดหนึ่งอาจเป็นพืชหายากในท้องถิ่นหนึ่ง แต่อีกท้องถิ่นหนึ่งกลับมีการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวางก็เป็นได้ (ธวัชชัย, 2548)

ชนิดพืชที่ถูกคุกคาม (threatened species) หมายถึง ชนิดพืชที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง ใกล้สูญพันธุ์ และมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกชนิดที่ถูกคุกคาม ประกอบไปด้วย 5 เกณฑ์ (Mace and Lande, 1991)

- 1) การลดลงของประชากร (population reduction)
- 2) การกระจายตามเขตภูมิศาสตร์ (geographical range) ในรูปแบบขอบเขตของแหล่งกระจาย (extent of occurrence) หรือขนาดการครอบครองพื้นที่ (area of occupancy)
- 3) จำนวนประชากรขนาดเล็กที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์และลดลง (small mature population and decline)

4) จำนวนประชากรขนาดเล็กอย่างยิ่ง (very small population)

5) การวิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อประมาณโอกาสการสูญพันธุ์ของชนิด (population viability analysis: PVA)

ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายสังคมพืช ในแต่ละพื้นที่ที่มีการกระจายของสังคมพืชที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจมีผลมาจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมในแต่ละภูมิภาคที่มีความแตกต่างกัน เช่น สภาพเนื้อดิน ความชื้น อุณหภูมิ แสง ปริมาณน้ำที่ได้รับ และปริมาณธาตุอาหารในดิน ที่มีความสัมพันธ์กัน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งแต่ละปัจจัยจะมีข้อจำกัดในการที่จะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี

ความได้เปรียบทางด้านภูมิศาสตร์ของประเทศไทยที่ตั้งอยู่ในบริเวณจุดเชื่อมระหว่างแผ่นดินใหญ่ไปสู่เขตอบอุ่นกับบรรดาเกาะน้อยใหญ่ในมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิก เส้นศูนย์สูตรพร้อมกับมีลมมรสุมพัดผ่านจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และจากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทั้งสองทิศทาง ได้นำเอาความชุ่มชื้นและความหนาวเย็นมาสู่ประเทศไทยเป็นเวลารวมแล้วประมาณ 8 เดือน มีช่วงที่ปลอดจากลมมรสุมอีกประมาณ 4 เดือน ที่ประเมินเอาว่าเป็นช่วงฤดูร้อน ทั้งลมและฝนจะเป็นตัวนำพาพรรณพืชจำนวนมากให้ทยอยเข้ามาสู่ประเทศ ซึ่งอาจปลิวมาหรืออาจจะลอยตามน้ำมาจากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่ง จนส่งผลถึงเข้าสู่ประเทศไทยในที่สุด ประกอบกับประเทศไทยมีความยาวจากเหนือจรดใต้ประมาณ 1,650 กิโลเมตร และมีความกว้างจากทางตะวันออกจรดตะวันตกประมาณ 770 กิโลเมตร มีสภาพผิวดินที่ส่วนใหญ่เกิดจากอิทธิพลของหินชนิดต่าง ๆ ที่รองรับรับอยู่มากชนิด ทำให้พืชสามารถเลือกถิ่นตามความต้องการได้ และอันเนื่องมาจากความผสมผสานตามธรรมชาติของพื้นที่บริเวณนี้ ทำให้บรรยากาศเป็นที่น่าอยู่น่าอาศัย เพราะไม่ร้อนเกินไป ไม่หนาวเกินไป ไม่แห้งแล้งเกินไป ทำให้มนุษย์และสัตว์นานาชนิดเมื่อเข้ามาแล้วไม่อยากกลับถิ่นเดิมมีแต่จะพยายามอพยพเข้ามาเพิ่มขึ้น ผู้อพยพเข้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์มักจะนำพืชพรรณในถิ่นเดิมของตน ที่สามารถใช้เป็นอาหารหรือเป็นยารักษาโรค หรือที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อของตนเองนำติดตัวเข้ามาด้วย อย่างเช่น มะขาม พริกไทย และต้นโพธิ์ เป็นต้น ในลักษณะอย่างนี้ไม่ถือว่าพืชหรือพรรณไม้ชนิดนั้นเป็นพรรณไม้ถิ่นเดิมของไทย สำหรับสัตว์ความเด่นชัดในการนำพาจะมาในรูปของพืชหรือเมล็ดพืชที่สัตว์นั้นกินเข้าไปแล้วถ่ายออกเมื่อเดินทางไปถึงจุดหนึ่ง (จำลอง, 2545)

การกระจายพันธุ์จะเป็นอย่างค่อยเป็นค่อยไป และเป็นการกระจายจากป่าหนึ่งสู่อีกป่าหนึ่งโดยตรง ลักษณะอย่างนี้ถ้าพบในป่าของประเทศไทยก็ถือว่าเป็นพรรณไม้ถิ่นเดิมของไทยด้วยเช่นกัน ไม่ต้องคำนึงถึงพรรณไม้ต้นแบบ (Type specimens)

จากความได้เปรียบพิเศษสุดที่ธรรมชาติมอบให้กับประเทศไทยนี้ได้ก่อให้เกิดความหลากหลายของพรรณพืชในรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น ความหลากหลายของสังคมพืชหรือชนิดป่าที่เหล่าพรรณไม้นั้นขึ้นอยู่ ความหลากหลายของพืชข้ามถิ่นและความหลากหลายของพืชเขตร้อน

ความหลากหลายของสังคมพืชหรือชนิดป่า ปัจจัยสำคัญที่กำหนดสังคมพืชที่เป็นหลักใหญ่ ๆ มี 3 ประการด้วยกัน คือ (1) ดินหรือหิน รวมทั้งธาตุอาหารในดิน ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางของผิวดิน (2) ปริมาณน้ำฝน และ (3) ความชุ่มชื้นในดิน ทั้ง 3 ประการ ก่อให้เกิดสังคมพืชในประเทศไทยในกรอบกว้าง ๆ 2 รูปแบบ คือ สังคมพืชป่าดงดิบ และสังคมพืชป่าผลัดใบ

## 2. โครงสร้างสังคมพืช

การศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืช Tansley (1939) ได้ให้แนวความคิดไว้ว่า พรรณพืชที่ขึ้นอยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อนนั้นเป็นเพราะพรรณพืชต่าง ๆ แต่ละต้นฝังรากแน่นอยู่กับพื้นดินเป็นส่วนใหญ่ แล้วทำการสืบลูกหลานโดยสร้างส่วนสืบพันธุ์อย่างมากมายให้กระจายออกไป อาจเป็นในรูปของการโปรยเมล็ด สปอร์ การแตกหน่อจากตอ จากตา จากราก หรือจากหัวชนิดต่าง ๆ ตามหลักการนี้จึงมักจะพบพรรณพืชชนิดเดียวกันขึ้นอยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อนสามารถแยกออกเป็นหน่วยที่เด่นชัด ซึ่งอาจเรียกหน่วยเหล่านี้ว่า “สังคม (community)” ต่อมา Oosting (1956) ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า “สังคม” ไว้ว่า หมายถึง กลุ่มของสิ่งมีชีวิต (living organism) ที่อาศัยอยู่ด้วยกัน โดยมีความผูกพันต่อกันและยังรวมทั้งความผูกพันระหว่างสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นกับปัจจัยแวดล้อม 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) ของพรรณไม้แต่ละต้นแต่ละชนิดหรือของพรรณไม้ทั้งหมดในสังคม และ (3) ความมากมาย (abundance) ของแต่ละชนิดซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการนับในเชิงปริมาณ เช่น ความหนาแน่น (density) ลักษณะการปกคลุม (cover) มวลชีวภาพ และปริมาณพื้นที่หน้าตัด (basal area) เป็นต้น (Richards, 1981)

การศึกษาสังคมพืชโดยอาศัยลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative characteristics) เป็นการนำเอาลักษณะทางปริมาณในรูปของตัวเลข ไปบรรยายลักษณะของสังคมพืชนั้น เช่น ความหนาแน่น ความบ่อยครั้งของโอกาสที่จะพบ (frequency) ความเด่นในสังคมในรูปพื้นที่ปกคลุม (cover dominance) ความมากมายของชนิด (อุทิศ, 2542) เพื่อให้เห็นความสำคัญทางนิเวศวิทยา (ecological importance) ของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดในสังคม จึงรวมลักษณะเชิงปริมาณอย่างน้อยสองลักษณะของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดเข้าด้วยกันและเพื่อให้การเปรียบเทียบความสำคัญของพรรณไม้ในสังคมได้ง่ายและเด่นชัดยิ่งขึ้น จึงแปลงลักษณะเชิงปริมาณเป็นค่าความสัมพันธ์ (relative) เช่น ความถี่สัมพันธ์ (relative frequency) ความหนาแน่นสัมพันธ์ (relative density) และความเด่นสัมพันธ์ (relative dominance) ผลรวมของค่าทั้งสามนี้เรียกว่า ค่าดัชนีความสำคัญ (importance



value index, IVI) (อุทิส, 2542) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้แสดงถึงความสำเร็จทางนิเวศวิทยาของพรรณไม้ในการครอบครองพื้นที่นั้น ๆ พรรณไม้ชนิดใดที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูง แสดงว่าไม้ชนิดนั้นเป็นพรรณไม้เด่นและสำคัญในพื้นที่นั้น ๆ (ดอกรัก, 2538)

### ป่าเบญจพรรณ

ป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous forest) จัดอยู่ในประเภทหนึ่งของป่าผลัดใบ ซึ่งประกอบไปด้วยพรรณไม้ที่ผลัดใบเป็นส่วนใหญ่ แต่ในบางท้องที่อาจจะมีไม้บางชนิดอยู่เป็นจำนวนมากกว่าชนิดอื่น ๆ เช่น ไม้สัก ซึ่งบางทีก็เรียกว่า ป่าสัก มีอยู่มากทางภาคเหนือ ภาคกลาง และพบกระจัดกระจายเป็นหย่อมเล็ก ๆ ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนทางภาคใต้ไม่พบป่าชนิดนี้เลย ป่าเบญจพรรณมีลักษณะเป็นป่าโปร่งมากหรือน้อย ประกอบด้วยไม้ต้นขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็กปนกันหลากชนิดโดยเฉพาะ พรรณไม้วงศ์ Fabaceae, Combretaceae และ Lamiaceae บางแห่งมีไม้ไผ่ชนิดต่าง ๆ ขึ้นเป็นกอสูง ๆ แน่นหรือกระจัดกระจาย พื้นดินมักเป็นดินร่วนปนทราย มีความชุ่มชื้นในดินปานกลาง หากเป็นดินที่สลายมาจากหินปูนหรือดินตะกอนที่อุดมสมบูรณ์ ตามฝั่งแม่น้ำมักจะพบไม้สักขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ ในช่วงฤดูแล้ง เดือนมกราคม ถึง มีนาคม ต้นไม้ส่วนใหญ่จะผลัดใบทำให้เรือนยอดของป่าดูโปร่งมาก เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนต้นไม้จึงจะผลิใบเต็มต้นและป่าจะกลับเขียวชอุ่มเช่นเดิม และยังสามารถจำแนกประเภทของป่าเบญจพรรณไว้ 3 ประเภท (Smitinand, 1977) ดังต่อไปนี้

1) ป่าเบญจพรรณ ชื้นสูง (Moist Upper Mixed deciduous forest) ป่าประเภทนี้จะเกิดขึ้นอยู่ในความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 300-600 เมตร ซึ่งประกอบด้วยชั้นเรือนยอด 3 ชั้นเรือนยอด และมักอยู่บนดินร่วน (loamy) ที่เกิดมาจากหินปูนหรือหินแกรนิต ชนิดพรรณไม้ซึ่งมีเรือนยอดอยู่ชั้นบน ได้แก่ สัก แดง ประดู่ พฤษภักษ์ กระพี้เขาควาย สำหรับไม้ที่พบทั่วไป เช่น ไม้เบงก่า ไม้ข้าวหลาม ไม้หก ไม้ชางนวล

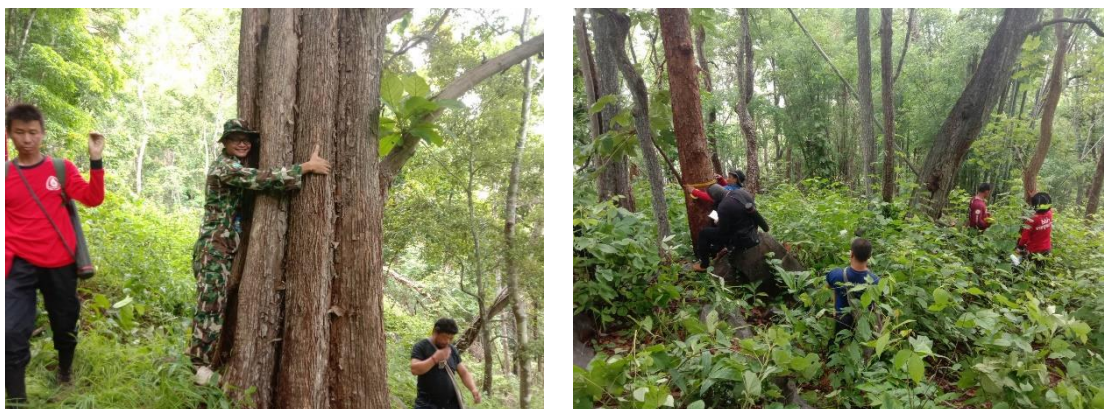
2) ป่าเบญจพรรณ แล้งสูง (Dry Upper Mixed deciduous forest) ป่าประเภทนี้จะเกิดขึ้นอยู่ตามสันเขาในความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 300-500 เมตร ลักษณะพรรณไม้จะเบาบางกว่าป่าเบญจพรรณชื้นสูง แต่มีเรือนยอด 3 ชั้นเรือนยอดเช่นกัน สำหรับชนิดไม้ซึ่งพบในป่าเบญจพรรณชื้นสูงก็ปรากฏในป่าเบญจพรรณแล้งสูงเช่นกัน แต่มักจะมีลักษณะลำต้นที่แคระและคดง และพบชนิดไม้ป่าเต็งรัง พรรณไม้ที่เป็นตัวแทน ได้แก่ เต็ง รัง ยางพลวง ยางเหียง ขึ้นอยู่บนดินร่วนปนทรายและดินศิลาแลง มีพืชชั้นล่างซึ่งมักจะถูกไฟไหม้เป็นประจำ ป่าประเภทนี้มักจะถูกมนุษย์รบกวนอยู่เสมอ ๆ ซึ่งอาจเป็นเหตุให้เสื่อมสภาพลงเป็นป่าไผ่ ซึ่งประกอบไปด้วย ไผ่ไร่ ไผ่ชาง

3) ป่าเบญจพรรณต่ำ (Low Mixed deciduous forest) ป่าประเภทนี้จะเกิดขึ้นอยู่บนพื้นที่แห้งแล้ง ซึ่งเป็นที่ราบต่ำในความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 50-300 เมตร ดินจัดอยู่ในประเภทดินร่วนปนทรายหรือดินศิลาแลง ชั้นเรือนยอดมี 3 ชั้นเรือนยอด จะต่างจากประเภทอื่นก็ตรงที่พบไม้สักอยู่ที่เรือนยอดชั้นบนน้อย และในเรือนยอดชั้นบนจะประกอบไปด้วย ตะเคียนทอง ตะเคียนหิน และพะยอม

## ป่าสักนวมินทร์ราชินี

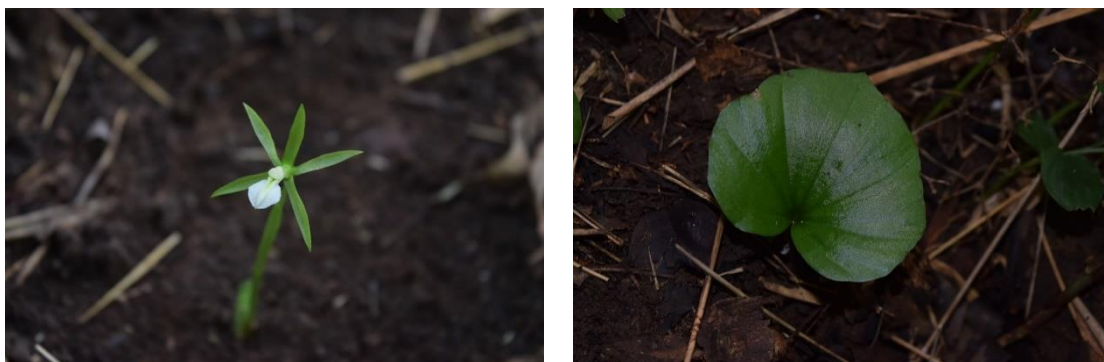
### 1. ความเป็นมาของป่าสักนวมินทร์ราชินี

พื้นที่ป่าสักนวมินทร์ราชินี ปัจจุบันอยู่ภายใต้การดูแลของโครงการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมไม้สักและพัฒนาคุณภาพชีวิตราษฎร บริเวณป่าลุ่มน้ำของ-ลุ่มน้ำปาย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดแม่ฮ่องสอน กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เมื่อปี พ.ศ. 2549 กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช สำรวจพบป่าผสมผลัดใบหรือป่าเบญจพรรณ ที่มีไม้สักขึ้นอยู่ความอุดมสมบูรณ์มาก ขึ้นกระจายอยู่เป็นบริเวณกว้างมีพื้นที่ต่อเนื่องกันกว่า 60,000 ไร่ ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าลุ่มน้ำปาย อำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน และอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นป่าที่ฟื้นตัวจากการสัมปทานทำไม้ระหว่างปี พ.ศ. 2435 ถึง 2511 โดยบริษัทบอมเบย์-เบอร์มา ประเทศอังกฤษ เจ้าผู้ครองนครเชียงใหม่ บริษัทป่าไม้จังหวัด และสุดท้ายคือ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ จนประกาศจัดตั้งเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าลุ่มน้ำปาย เมื่อปี พ.ศ. 2515 ด้วยสภาพภูมิประเทศที่เป็นภูเขาสลับซับซ้อน เส้นทางคมนาคมเข้าถึงยากลำบาก และการทำไม้ที่ไม่เกินกำลังผลิตของป่า ประกอบกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมทั้งภูมิประเทศ ดินและอากาศ จึงทำให้ป่าไม้สักแห่งนี้มีการฟื้นตัวของไม้สักรุ่นต่อมาจนกลับมาเป็นป่าที่อุดมสมบูรณ์ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังพบว่าไม้สักในที่แห่งนี้สามารถขึ้นได้ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางสูงถึง 1,300 เมตร (ภาพที่ 1) จากที่เคยมีการบันทึกไว้ว่าไม้สักในธรรมชาติจะกระจายพันธุ์อยู่ไม่เกินความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางที่ 800 เมตร (Royal Forest Department, 2013) ทว่าในปัจจุบันสภาพปัญหาจากชุมชนที่อาศัยอยู่ในเขตป่าอนุรักษ์ ปรากฏความรุนแรงชัดเจนมากขึ้นจากการทำไร่เลื่อนลอย การเผาป่า การลักลอบตัดไม้ และปัญหาการค้ายาเสพติด รวมถึงปัญหาแรงงานต่างด้าว ที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการคุกคามความอุดมสมบูรณ์ของป่าแห่งนี้



ภาพที่ 1 สภาพป่าพื้นที่ป่าสักนวมินทร์ราชินี

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช เล็งเห็นถึงความสำคัญของพื้นที่ป่าที่เป็นแหล่งพันธุ์กรรมไม้สักตามธรรมชาติอันอุดมสมบูรณ์และพันธุ์พืชป่าอีกมากมายอยู่ในระบบนิเวศอันหลากหลายจากธรรมชาติ และยังพบไม้เฉพาะถิ่นที่มีความสำคัญ คือ “มหาพรหมราชินี” เป็นพรรณไม้ชนิดใหม่ของโลก มีการประกาศการค้นพบเมื่อปี พ.ศ. 2547 เป็นครั้งแรกที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นพรรณไม้ที่หายาก และใกล้จะสูญพันธุ์ในถิ่นกำเนิด นอกจากนี้พบกล้วยไม้ดินคือ ว่านแผ่นดินเย็นนวลงาม (*Nervilia viridis* S. W. Gale, Watthana & Suddee) (ภาพที่ 2) เป็นกล้วยไม้ดินในสกุลว่านแผ่นดินเย็น หรือว่านพระฉิม (*Nervilia*) จัดอยู่ในวงศ์กล้วยไม้ (Orchidaceae) เป็นกล้วยไม้ชนิดใหม่ของโลกพบขึ้นตามป่าเบญจพรรณที่มีไม้สักเป็นไม้เด่นในเขตประเทศไทย พบได้ 2 แห่ง บริเวณป่าในเขตอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ และป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน (สมราน, 2561) จึงดำเนินโครงการเพื่อการอนุรักษ์และคุ้มครองให้ผืนป่าแห่งนี้คงความสมบูรณ์สืบต่อไป ควบคู่ไปกับการพัฒนาคุณภาพชีวิตราษฎรในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้นำความกราบบังคมทูลสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ พระบรมราชชนนีพันปีหลวง ซึ่งพระองค์ได้ทรงโปรดเกล้าฯ รับโครงการอนุรักษ์แหล่งพันธุ์กรรมไม้สักและพัฒนาคุณภาพชีวิตราษฎรฯ ไว้เป็นโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จึงได้เตรียมการดำเนินการตามโครงการและวางแผนการดำเนินงานทั้งด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ การศึกษาวิจัยและการพัฒนาคุณภาพชีวิตราษฎรในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ควบคู่กันไป โดยร่วมบูรณาการกับกรมป่าไม้ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ



ภาพที่ 2 ว่านแผ่นดินเย็นนวลงาม (สมราน, 2561)

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช โดยกลุ่มงานวิจัยพันธุ์พืชป่ามีค่า หายาก และใกล้สูญพันธุ์ กองคุ้มครองพันธุ์สัตว์ป่าและพืชป่าตามอนุสัญญาได้สำรวจพื้นที่ (โครงการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมไม้สักฯ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2562) พบพรรณไม้ที่สามารถจำแนกชนิดได้ 216 ชนิด 162 สกุล 77 วงศ์ พรรณไม้เด่นในพื้นที่ 10 อันดับแรก ได้แก่ สัก (*Tectona grandis*) แดง (*Xylia xylocarpa*) ไม้ซาง (*Dendrocalamus membranaceus*) ไม้บง (*Bambusa tulda*) รกฟ้า (*Terminalia alata*) เต็ง (*Shorea obtusa*) จั้วป่า (*Bombax anceps*) หางรอก (*Milium velutina*) กุ๊ก (*Lannea coromandelica*) และเสลาเปลือยกบาง (*Lagerstroemia venusta*) ป่าผสมผลัดใบเป็นป่าที่พบมากที่สุดในพื้นที่โดยประมาณร้อยละ 50 ถึง 60 ซึ่งเป็นป่าที่พบไม้สักมีการกระจายพันธุ์ตั้งแต่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 300 ถึง 1,300 เมตร การศึกษาได้วางแผนตัวอย่างชั่วคราวที่ระดับความสูง 330 ถึง 1,060 เมตร จำนวน 16 แปลง ป่าผสมผลัดใบแห่งนี้มีค่าความหนาแน่นของไม้เฉลี่ย 382 ต้นต่อเฮกแตร์ คิดเฉพาะความหนาแน่นของไม้สักเฉลี่ย 115 ต้นต่อเฮกแตร์ เมื่อเปรียบเทียบกับความเด่นของไม้สักกับพรรณไม้ชนิดอื่น ๆ ความเด่นด้านความหนาแน่นร้อยละ 32 ความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัดร้อยละ 45 และความเด่นด้านปริมาตรที่เป็นสินค้าได้ร้อยละ 51 ซึ่งถือว่าไม้สัก เป็นไม้ที่เด่นมากที่สุดกว่าพรรณไม้ชนิดอื่น ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับป่าไม้สักในที่แห่งอื่นของประเทศไทยโดยรวมแล้ว กล่าวได้ว่า ป่าไม้สักตามธรรมชาติในพื้นที่โครงการฯ เป็นป่าที่มีไม้สักขึ้นอยู่อย่างสมบูรณ์ ทั้งคุณภาพ และปริมาณมากที่สุดของประเทศไทย อันเนื่องมาจากสภาพภูมิประเทศ ธรณีวิทยา ปฐพีวิทยา และสภาพภูมิอากาศที่ผสมผสานกัน ทำให้เหมาะสมต่อการเข้ามาตั้งตัวการดำรงอยู่ของพันธุ์พืช จนเกิดเป็นสังคมพืชที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว โดยเฉพาะป่าเบญจพรรณ หรือป่าผสมผลัดใบผสม (Mixed deciduous forest) ที่มีสักเป็นไม้เด่นในพื้นที่ป่าสักนวมินทร์ราชินี (กรมป่าไม้, 2556)

## 2. โครงการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมไม้สักและพัฒนาคุณภาพชีวิตของราษฎร บริเวณป่าลุ่มน้ำของ-ลุ่มน้ำปาย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

### 1). วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.1) เพื่อป้องกันทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ “ป่าสักนวมินทร์ราชินี” ไม่ให้ถูกบุกรุกทำลายโดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชน เสริมสร้างจิตสำนึกให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

1.2) เพื่อสำรวจ ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และวิจัยด้านแหล่งพันธุกรรมไม้สักและงานวิจัยด้านอื่น ๆ รวมทั้งการจัดทำฐานข้อมูล

1.3) เพื่ออนุรักษ์ ป่าพันธุกรรมป่าไม้เสื่อมโทรม ตลอดจนสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมทุกภาคส่วนพัฒนาคุณภาพชีวิตราษฎรบริเวณป่าลุ่มน้ำของ-ลุ่มน้ำปาย ตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง

### 2) โครงสร้างแผนงาน

2.1) แผนงานป้องกันรักษาป่า มีหน่วยงานภายในซึ่งเป็นแผนงานป้องกันรักษาป่า พื้นที่ล่อแหลมต่อการบุกรุก พื้นที่ทางน้ำภายในเขต นอกจากนี้ดำเนินการก่อสร้างฝายต้นน้ำแบบผสมผสาน ฝายต้นน้ำแบบกึ่งถาวร ฝายต้นน้ำแบบถาวร การปลูกป่าทั่วไป การปลูกสร้างสวนป่าห้วยการปลูกไม้ 3 อย่าง ประโยชน์ 4 อย่าง การเพาะชำกล้าไม้มีค่า เช่น สัก หวาย มะค่าโมง และขยายพันธุ์ไม้สัก ดำเนินการจัดตั้งจุดสกัด การลาดตระเวน และหน่วยพิทักษ์ป่า จำนวน 4 แห่ง คือ

หน่วยปฏิบัติการที่ 1 บ้านกีดสามสิบ บ้านนาอ่อน

ดำเนินการโดย กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

หน่วยปฏิบัติการที่ 2 บ้านห้วยชลอบ

ดำเนินการโดย กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

หน่วยปฏิบัติการที่ 3 บ้านมะโนรา

ดำเนินการโดย กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

หน่วยปฏิบัติการที่ 4 บ้านห้วยปมผาด

ดำเนินการโดย กรมป่าไม้

2.2) แผนงานด้านการพัฒนาคุณภาพชีวิต มีการส่งเสริมการปลูกอะโวคาโด การผลิตเห็ดถุก การผลิตกาแฟอาราบิก้าและมะคาเดเมีย การเลี้ยงปลาตุ๊ก และการสนับสนุนเมล็ดพันธุ์ข้าว

## 3. ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปมีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขา สูงและผาชัน ลักษณะเป็นภูเขาหินปูน ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 300 ถึง 2,000 เมตร ยอดเขาสูงที่สุด คือ ยอดดอยแม่ยอน ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 1,982 เมตร เป็นพื้นที่ต้นน้ำของ

ลุ่มน้ำสาขาย่อยของแม่น้ำปาย แม่น้ำของ ได้แก่ ห้วยไร่ ห้วยแม่ยาน ห้วยมะโนรา ห้วยแม่อุ้มอง ห้วยแม่หมู ห้วยชมพู ห้วยผา ห้วยชลอบ ตอนกลางของพื้นที่จะเป็นเทือกเขาหินปูน (karts) มีหน้าผา หลุมยุบเป็นโหลงถ้ำ (sink holes) มีลำน้ำไหลผ่านลงสู่ลำน้ำของ ลำน้ำปาย ด้านทิศตะวันออก มีลักษณะพื้นที่เป็นที่ลาดเนินเขา ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว หน้าดินลึกระบายน้ำได้ดีถึง ปานกลาง

#### 4. ลักษณะภูมิอากาศ

ภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (Tropical rainforest climate : Af) โดยในฤดูร้อนจะมีอากาศ ร้อนจัด อากาศหนาวจัดในฤดูหนาว และฝนจะตกชุกในฤดูฝน นอกจากนี้จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีหมอกปกคลุมตลอดทั้งปี ทั้งนี้ มีสาเหตุเนื่องจากลักษณะภูมิประเทศที่เป็นหุบเขาสูง มีพื้นที่อยู่ บนที่สูงเหนือระดับน้ำทะเล ทำให้มีอุณหภูมิสูงในตอนกลางวันเนื่องจากถูกแสงแดด ส่วนในตอนกลางคืนจะได้รับอิทธิพลจากลมภูเขา ทำให้อากาศเย็นลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งเมื่อความร้อนในตอนกลางวันลอยตัวขึ้นปะทะกับความชื้นของอากาศ จึงทำให้เกิดหมอกปกคลุม โดยทั่วไปในตอนกลางคืนสภาพภูมิอากาศจะมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนทั้ง 3 ฤดูกาล

1) ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่ช่วงระหว่างกลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกลางเดือนพฤษภาคม จะมีอากาศ ร้อนอบอ้าว

2) ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่ช่วงกลางเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้อากาศชุ่มชื้น ฝนจะตกชุกมาก ซึ่งจะมีปริมาณมากที่สุดในเดือนสิงหาคม

3) ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่ช่วงเดือนตุลาคม ถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ โดยได้รับอิทธิพลจาก ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และความกดอากาศสูงจากประเทศจีน อากาศจะหนาวเย็นมาก โดยทั่วไปจะค่อนข้างหนาว มีหมอกหนาที่บดตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์

#### 5. ทรัพยากรป่าไม้

โดยทั่วไปเป็นป่าเบญจพรรณที่มีไม้สักธรรมชาติขึ้น เป็นบริเวณกว้างในบริเวณพื้นที่ป่า ลุ่มน้ำของ-ลุ่มน้ำปาย ซึ่งจะมีสภาพแวดล้อมทั้งลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิอากาศประจำถิ่น และ ระบบนิเวศในพื้นที่ลุ่มน้ำดังกล่าว อันเอื้ออำนวยให้เป็นลักษณะเฉพาะที่ ทำให้มีไม้สักขึ้นกระจาย ทั่วบริเวณลุ่มน้ำดังกล่าวอย่างเห็นได้ชัด ก่อให้เกิดพื้นที่ป่าสักขึ้นอย่างหนาแน่น และสมบูรณ์มาก อยู่บริเวณใจกลางของพื้นที่ การสำรวจพบไม้สักธรรมชาติที่มีลักษณะดี ขนาดใหญ่ ลำต้น เปลือกตรง มีอัตราการเจริญเติบโตสม่ำเสมอ สภาพป่ามีความสมบูรณ์ถูกรบกวนน้อย และที่สำคัญมีลักษณะ พิเศษด้านพรรณพืชที่น่าสนใจ คือ ไม้สักสามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล

ปานกลางมากกว่า 1,200 เมตร จากระดับน้ำทะเล ซึ่งนับเป็นข้อมูลใหม่ของประเทศ เนื่องจากปกติจะพบไม้สักเจริญเติบโตได้ดีในที่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 700 เมตร

ความหลากหลายของชนิดไม้ในพื้นที่โครงการฯ จะมีลักษณะเป็นป่าผสมผลัดใบ ที่พบมากที่สุดในพื้นที่โดยประมาณร้อยละ 50 ถึง 60 ซึ่งเป็นป่าที่พบไม้สักเป็นไม้เด่นมีการกระจายพันธุ์ ตั้งแต่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 250 ถึง 1,300 เมตร พันธุ์พืชที่สามารถจำแนกได้มี 216 ชนิด 162 สกุล เช่น สัก เต็ง รกฟ้า เสลา เบื้องยาง จีวป่า แดง ประดู่ ไม้ไผ่ และอื่น ๆ

## 6. ทรัพยากรสัตว์ป่า

มีการสำรวจพบสัตว์ป่าหายากในพื้นที่ เช่น เลียงผา กวางผา กวางป่า เสือโคร่ง เสือขนาดกลาง ค่าง ชะนีภาคเหนือ ซึ่งอยู่ในสถานะถูกคุกคาม ถูกล่า จึงเป็นสิ่งจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องดำเนินการป้องกัน รักษาสถานภาพตัวของสัตว์ป่าและระบบนิเวศที่เป็นที่อยู่อาศัยของ สัตว์ป่าที่หายากให้คงอยู่ตลอดไป

## 7. ลักษณะทางธรณีวิทยา

เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นภูเขาสูงชัน หากไม่มีผืนป่าที่อุดมสมบูรณ์ปกคลุมพื้นที่ไว้ เมื่อเกิดภาวะฝนตกหนักติดต่อกันเป็นระยะเวลาสั้นๆ จะมีโอกาสที่หน้าดินจะชะล้างพังทลายได้ง่าย ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีมาตรการป้องกันรักษาพื้นที่ป่าที่รัดกุม ซึ่งจะเป็นการช่วย ให้มีป่าปกคลุมดิน อันเป็นการอนุรักษ์ดินและสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ได้เป็นอย่างดี

## 8. ทรัพยากรน้ำ

ทรัพยากรน้ำประกอบด้วยลุ่มน้ำของ ซึ่งเป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำปาย ซึ่งมีความสำคัญ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการป้องกัน มิให้มีการบุกรุกทำลายสภาพป่าในบริเวณดังกล่าว แหล่งน้ำจากลำห้วยสาขาห้วยแม่ย่าน ห้วยชลอบ ห้วยผา ห้วยม่วง ซึ่งมีปริมาณน้ำเพียงพอในการใช้ ประโยชน์ได้ตลอดทั้งปี ทั้งนี้ ควรมีการจัดทำฝายผสมผสาน เพื่อเป็นประโยชน์ตามหลักวิชาการ การจัดการลุ่มน้ำ หรืออ่างเก็บน้ำขนาดเล็กเพื่อสำรองน้ำไว้ในโครงการฯ และชุมชนด้วย

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ต่อลาก (2550) การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจำแนกศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของไม้กฤษณาในธรรมชาติ บริเวณอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิว จังหวัดจันทบุรี พบว่า เป็นสังคมพืชป่าดิบชื้น ประกอบด้วยจำนวนชนิดไม้ใหญ่ 66 ชนิด 55 สกุล 32 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด

เท่ากับ 1.59 และค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ในสังคม พบว่า ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงที่สุด 5 ชนิดแรก คือ สำรอง (*Scaphium scaphigerum*) ยางกล่อง (*Dipterocarpus dyeri*) จิกตง (*Barringtonia pauciflora*) แซะ (*Callery atropurpurea*) และกระโดงแดง (*Bhesa robusta*) มีค่าเท่ากับ 21.23, 20.76, 16.89, 15.60 และ 13.52 ตามลำดับ ค่าความเข้มแสงสัมพัทธ์ในพื้นที่โดยเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 2.7 ค่าดัชนีพื้นผิวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5 สำหรับไม้กฤษณาจะพบอยู่บริเวณที่ได้รับแสงสว่าง ค่อนข้างมากจากช่องว่างที่เกิดจากการล้มของไม้ใหญ่ จากการสร้างแบบจำลองสมการถดถอยโลจิสติก (logistic regression model) ความสัมพันธ์ของการปรากฏของไม้กฤษณาในธรรมชาติ อุทยานแห่งชาติน้ำตกพริ้ว กับปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพและคุณสมบัติดินบางประการ พบว่า ปัจจัยแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับถิ่นที่ขึ้นของไม้กฤษณา ที่ระดับความถูกต้องร้อยละ 77 ประกอบด้วย ความลาดชัน ระดับความสูง ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ทิศด้านลาด อนุภาคดินทราย อนุภาค ดินร่วน อนุภาคดินเหนียว ความเป็นกรดต่าง อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม การจำแนกศักยภาพของถิ่นที่ขึ้นของไม้กฤษณาด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่ามีพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อย มีค่าเท่ากับ 40390.62, 30,174.22 และ 7,391.02 ไร่ ตามลำดับ

ต่อจาก และคณะ (2559) การศึกษาสังคมพืชที่พบไม้สักในธรรมชาติบริเวณอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่ พบว่าเป็นสังคมพืชป่าผสมผลัดใบ ประกอบด้วยจำนวนชนิดไม้ใหญ่ 76 ชนิด 58 สกุล 28 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 1.31 และค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ในสังคม พบว่า ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงที่สุด 5 ชนิดแรก คือ สัก (*Tectona grandis*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) แดง (*Xylia xylocarpa*) สะแกแสง (*Cananga latifolia*) และ ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*) มีค่าเท่ากับ 119.95, 18.77, 17.08, 10.68 และ 10.20 ตามลำดับ จากการสร้างแบบจำลองสมการถดถอยโลจิสติก (logistic regression model) ความสัมพันธ์ของการปรากฏของไม้สักในธรรมชาติ อุทยานแห่งชาติแม่ยม กับปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพและคุณสมบัติดินบางประการ พบว่า ปัจจัยแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก ที่ระดับความถูกต้องร้อยละ 62 ประกอบด้วย ความลาดชัน ระดับความสูง ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ทิศด้านลาด อนุภาคดินทราย อนุภาคดินร่วน อนุภาคดินเหนียว ความเป็นกรดต่าง อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม การจำแนกศักยภาพของถิ่นที่ขึ้นของไม้สักด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่ามีพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อย มีค่าเท่ากับ 48,685.82, 139,064.73 และ 96,468.2 ไร่ ตามลำดับ

สาลินี (2562) การศึกษาสถานภาพประชากรและพื้นที่การกระจายของปรังตากฟ้า (*Cycas nongnoochiae* K.D.Hill) พื้นที่ศึกษาจังหวัดนครสวรรค์และจังหวัดลพบุรี ลักษณะของปรังพบกระจายและเป็นพืชถิ่นเดียวเฉพาะของไทย วิเคราะห์สร้างแบบจำลอง maximum entropy



(MaxEnt) สร้างแผนที่การกระจายและการประเมินสถานภาพทางอนุรักษ์ตาม IUCN Red list categories and criteria version 3.1 เมื่อจัดทำแผนที่การกระจายด้วยแบบจำลอง MaxEnt ให้ค่าความถูกต้องร้อยละ 83 ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการกระจายของปรงตากฟ้า ประกอบด้วย 4 ปัจจัย ได้แก่ ประเภทของกลุ่มชุดดิน ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูหนาว ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูร้อน และร้อยละของอัตราส่วนระหว่างความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือน มีค่าร้อยละ 37.6, 29.4, 26.5 และ 2.8 ตามลำดับ จากปีปัจจุบัน ค.ศ. 2020 พบการกระจายของปรงตากฟ้าจัดอยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง พบเพียงอำเภอตากฟ้า และอำเภอไพศาลี จังหวัดนครสวรรค์ มีพื้นที่เท่ากับ 7.18 ตารางกิโลเมตร และมีความน่าจะเป็นที่ปรงตากฟ้าจะสูญพันธุ์ไปจากพื้นที่ดังกล่าว ในปี ค.ศ. 2070 เมื่อสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงคาดว่าจะสูญเสียพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการกระจายทั้งหมด จึงควรส่งเสริมมาตรการอนุรักษ์นอกถิ่นกำเนิด (ex-situ conservation)



## บทที่ 3 วิธีการวิจัย

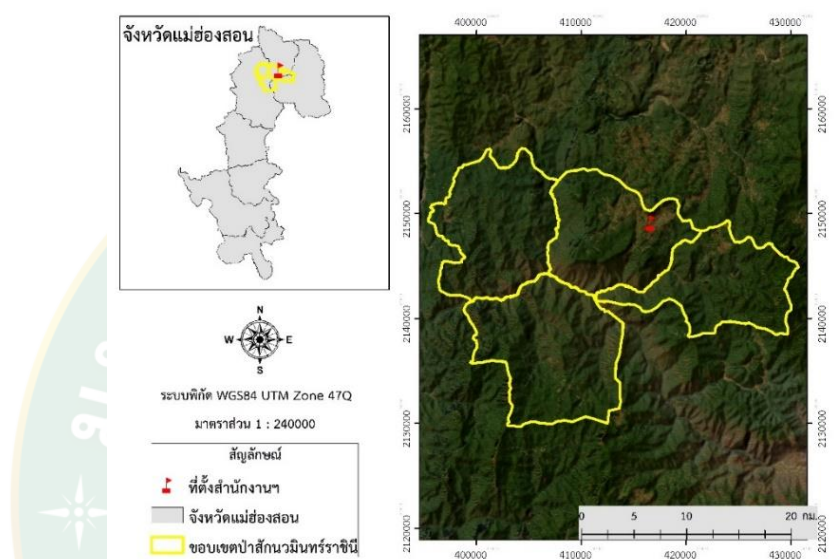
### วัสดุและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์สำหรับการสำรวจภาคสนาม
  - 1.1 แผนที่ภูมิประเทศ (topography map) ของกรมแผนที่ทหาร มาตรฐาน 1:50,000
  - 1.2 เครื่องระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS)
  - 1.3 กล้องถ่ายรูป
  - 1.4 แบบบันทึกข้อมูลและเครื่องเขียน
  - 1.5 เทปวัดระยะสำหรับวางแปลงตัวอย่าง
  - 1.6 เทปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter tape)
2. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล
  - 2.1 คอมพิวเตอร์
  - 2.1 โปรแกรมวิเคราะห์ PC-ORD 6
  - 2.2 โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS version 14.0
  - 2.3 โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ R version 4.1.2
  - 2.5 โปรแกรมการสร้างแบบจำลอง MaxEnt version 3.4.1
  - 2.6 โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ARCGIS ESRI version 10.6

### สถานที่ศึกษา

ป่าสักนวมินทร์ราชินี ตั้งอยู่ในท้องที่อำเภอเมือง อำเภอปางมะผ้า และอำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน สภาพป่าโดยทั่วไปเป็นป่าผลัดใบ (Deciduous forests) ประกอบไปด้วยป่าผสมผลัดใบหรือป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous forest) และป่าเต็งรัง (Deciduous dipterocarp forest) ลักษณะภูมิประเทศที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 300 ถึง 1,500 เมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูงมีหินปูน (Karts) ปะปนอยู่ และพบหลุมหินปูน (sink hole) กระจายอยู่ในพื้นที่ไม้สักธรรมชาติที่สำรวจพบมีลักษณะดี ขนาดใหญ่ ลำต้นเปลาตรง อัตราการเจริญเติบโตสม่ำเสมอ สภาพป่ามีความสมบูรณ์และถูกรบกวนน้อย และบริเวณใกล้เคียงพื้นที่ที่สำรวจพบป่าไม้สักที่สมบูรณ์ ภายใต้การดูแลของโครงการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมไม้สัก ฯ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สำรวจ

ป่าเบญจพรรณโซนป่าสักนวมินทร์ราชินี ที่พบไม้สักธรรมชาติขึ้นกระจายอยู่เป็นบริเวณกว้าง ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าลุ่มน้ำปาย พื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่ปายฝั่งซ้าย และไม้สักธรรมชาติที่พบขึ้นอยู่ตลอดแนวสองฝั่งของลำน้ำของ และฝั่งขวาของลำน้ำปาย พื้นที่สำรวจประมาณ 497.20 ตารางกิโลเมตร (Land Development Department, 2019) และพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนประมาณ 12,780.58 ตารางกิโลเมตร (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 พื้นที่ศึกษาป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน

### แผนการศึกษาลักษณะสังคมพืชถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก

#### 1. การเก็บข้อมูลสำรวจสังคมพืช

1.1 สำรวจเบื้องต้นพื้นที่ในธรรมชาติ บริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี เพื่อประเมินพื้นที่ที่พบการขึ้นอยู่ของไม้สักและบันทึกค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์การปรากฏของไม้สัก โดยเครื่องระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) (Jaryan *et al.*, 2013) จำนวน 20 จุดตามระดับความสูงของพื้นที่

1.2 วางแปลงศึกษาสังคมพืช ด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling) ให้กระจายทั่วพื้นที่ที่พบการขึ้นอยู่ของไม้สัก ตามระดับความสูงของพื้นที่ ทั้งหมดจำนวน 20 แปลง วางแปลงตัวอย่างขนาด 20×20 เมตร นอกจากนั้นวางแปลงย่อยขนาด 4×4 เมตร บริเวณกึ่งกลางของแปลงตัวอย่าง

1.3 เก็บข้อมูลสังคมพืช ภายในแปลงขนาด 20×20 เมตร โดยแบ่งเป็นการศึกษาไม้ใหญ่ (Tree) คือ ไม้ที่มีขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก มากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร

โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกทุกชนิดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง และภายในแปลงขนาด 4x4 เมตร ศึกษาการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ คือ ลักษณะที่เป็นลูกไม้ (Sapling) และกล้าไม้ (Seedling) โดยทำการนับจำนวนทุกชนิดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง พร้อมจำแนกชนิดโดยระบุชื่อตามหนังสือ ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันท์ (สำนักงานหอพรรณไม้, 2557)

1.4 จัดทำบัญชีรายชื่อ แสดงรายชื่อพรรณไม้ทั้งหมดที่พบในแปลงสำรวจ เพื่อเป็นฐานข้อมูล บัญชีรายชื่อพรรณไม้ (species list) พื้นที่ในธรรมชาติ บริเวณป่าสักทวมินทรราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูลสังคมพืช

2.1 วิเคราะห์ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (Importance Value Index: IVI) เมื่อค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้มีค่าสูง แสดงว่าชนิดไม้นั้น ๆ เป็นชนิดไม้เด่นในสังคมดีกว่าชนิดอื่น ๆ กล่าวคือ มีจำนวนต้นเยอะ พบการกระจายบริเวณกว้าง หรือมีขนาดของลำต้นใหญ่ ซึ่งได้จากผลรวมของค่าสหสัมพันธ์ความหนาแน่น (relative density: RD) สหสัมพันธ์ความถี่ (relative frequency: RF) และสหสัมพันธ์ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (relative dominance: RDo) ผลรวมของค่าดัชนีความสำคัญจะไม่เกิน 300 และการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติจะใช้ค่าสหสัมพันธ์ความหนาแน่น (relative density: RD) สหสัมพันธ์ความถี่ (relative frequency: RF) ผลรวมของค่าดัชนีความสำคัญจะไม่เกิน 200 ซึ่งคำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้ (ดอกรัก และอุทิศ, 2552)

ความหนาแน่น (density) =  $\frac{\text{จำนวนต้นทั้งหมดของไม้ชนิด A ที่พบในแปลงสำรวจ}}{\text{ขนาดของพื้นที่แปลงสำรวจ}}$

ความถี่ (frequency) =  $\frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่พบไม้ชนิด A} \times 100}{\text{จำนวนแปลงขนาดของพื้นที่แปลงสำรวจ}}$

ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (dominance) =  $\frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของไม้ชนิด A}}{\text{ขนาดของพื้นที่ของแปลงสำรวจ}}$

สหสัมพันธ์ความหนาแน่น (RD) =  $\frac{\text{ค่าความหนาแน่นของไม้ชนิด A}}{\text{ผลรวมของค่าความหนาแน่นของไม้ทุกชนิด}}$

สหสัมพันธ์ความถี่ (RF) =  $\frac{\text{ค่าความถี่ของไม้ชนิด A}}{\text{ผลรวมของค่าความถี่ของไม้ทุกชนิด}}$

สหสัมพันธ์ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (RDo) =  $\frac{\text{ค่าความเด่นพื้นที่หน้าตัดของไม้ชนิด A}}{\text{ผลรวมของค่าความเด่นพื้นที่หน้าตัดของไม้ทุกชนิด}}$

2.2 วิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของ Shannon-Wiener index ( $H'$ ) (Magurran, 1988) เมื่อค่าดัชนีความหลากหลายชนิดมีค่าที่สูง แสดงว่าพื้นที่ที่มีความหลากหลายชนิดของไม้มากค่าที่ได้สูงสุดที่ระดับ 5 ซึ่งคำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$H' = - \sum_{i=1}^N (P_i \ln P_i)$$

เมื่อ  $H'$  คือ Shannon–Weiner index

$P_i$  คือ สัดส่วนของจำนวนต้นของชนิด ( $i$ ) ต่อผลรวมของจำนวนต้นทั้งหมด

ทุกชนิดในสังคม ( $N$ ) เมื่อ  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$N$  คือ จำนวนชนิดทั้งหมด

2.3 การจัดกลุ่มสังคมพืช (cluster analysis) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม PC-ORD 6 (McCune and Mefford, 2011) โดยใช้ค่าพื้นที่หน้าตัดของชนิดไม้ในแต่ละแปลงตัวอย่าง มาจำแนกสังคมพืช (community classification) โดยนำหลักการความคล้ายคลึงของ Sørensen (1948) เพื่อหาความแตกต่างของสังคมพืช (dissimilarity) ใช้การรวมกลุ่มสังคมพืชของ Ward (Kent *et al.*, 1994)

2.4 การหาความแปรปรวนของปัจจัยแวดล้อมจากการจัดกลุ่มสังคมพืช วิเคราะห์โดยสถิติ One way ANOVA-test ด้วยโปรแกรม SPSS version 14.0 ซึ่งวิเคราะห์จากข้อมูลหัตถุภูมิ ค่าของปัจจัยแวดล้อมในแต่ละสังคมพืช ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (elevation) ทิศด้านลาด (aspect) ความลาดชัน (slope) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (distance water) อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (temperature) และปริมาณน้ำฝนรายปี (Precipitation)

2.5 การหาความสัมพันธ์ของสังคมพืชกับปัจจัยแวดล้อม วิเคราะห์โดยวิธี Canonical Correspondence Analysis (CCA) สำหรับการจัดลำดับสังคมพืชตามแนวการลัดหล่นของปัจจัยแวดล้อม ด้วยโปรแกรม PC-ORD 6 (McCune and Mefford, 2011) หลักการโดยทั่วไป คือ

การใช้ multiple regression เพื่อการเลือก linear combination ของปัจจัยแวดล้อมสามารถอธิบายความแปรผันของ species score ในแต่ละแกน วิธีการดังกล่าวสามารถจัดลำดับสังคมพืชและชนิดไม้ในแต่ละสังคมไปตามปัจจัยแวดล้อมในเวลาเดียวกัน (Kent *et al.*, 1994) โดยใช้ค่าพื้นที่หน้าตัดของชนิดไม้ในแต่ละแปลงตัวอย่าง เป็นเมทริกหลัก (main matrix) กับปัจจัยแวดล้อม ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (elevation) ทิศด้านลาด (aspect) ความลาดชัน (slope) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (distance water) อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (temperature) ปริมาณน้ำฝนรายปี (precipitation) เป็นเมทริกรอง (second matrix) ซึ่งจะสามารถหาความสัมพันธ์โดยตรงกับปัจจัยแวดล้อมได้

### แผนการศึกษาแบบจำลองของการปรากฏของไม้สัก

#### 1. การจัดทำชั้นข้อมูลปัจจัยเชิงพื้นที่ถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก

1.1 การจัดทำข้อมูลปัจจัยเชิงพื้นที่ การศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ป่าสักธรรมชาติ เป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาสามารถรวบรวมเป็นทั้งข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) และข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) สามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกับแบบจำลองทางสถิติ ได้ผลออกมาเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ของปัจจัยแวดล้อม ซึ่งข้อมูลปัจจัยแวดล้อมทั้งหมด สร้างขึ้นให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) หรือข้อมูลแบบกริด (grid format) ซึ่งเป็นข้อมูลที่อยู่ในช่วงเวลาเดียวกันของการสำรวจทั้งหมด โดยมีขนาดของจุดภาพ (resolution) เท่ากับ 100×100 เมตร ประกอบไปด้วยปัจจัยเชิงพื้นที่ 2 ปัจจัย ดังต่อไปนี้

1.1.1 ปัจจัยด้านกายภาพ (physical factors) ถือเป็นปัจจัยทางนิเวศวิทยาที่สำคัญ กล่าวคือ ลักษณะเชิงพื้นที่ที่เป็นปัจจัยแวดล้อมจำกัด (Kamyo and Asanok, 2020) สร้างจากแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) สามารถนำมาสร้างข้อมูลอื่น ๆ โดยมีการแบ่งระยะทางที่ไกลที่สุดและใกล้ที่สุดของทุก ๆ ขนาดจุดภาพ (สุชาติ, 2558) ดังต่อไปนี้

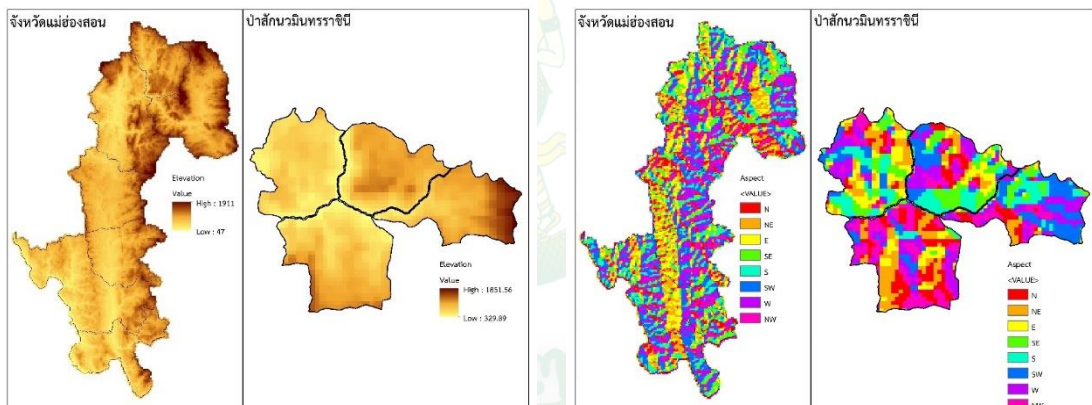
1) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (elevation) พื้นที่ป่าสักนวมินทร์ราชินี มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 329.89 ถึง 1851.56 เมตร และพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 1911 ถึง 47 เมตร โดยสีน้ำตาลเข้มแสดงถึงบริเวณที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางสูงที่สุด และสีน้ำตาลอ่อนแสดงถึงบริเวณที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางต่ำที่สุด (ภาพที่ 4ก)

2) ทิศด้านลาด (aspect) พื้นที่ป่าสักนวมินทร์ราชินี และพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีทิศด้านลาดครอบคลุมทุกทิศทาง โดยสีแดง สีส้ม สีเหลือง สีเขียว สีฟ้า สีน้ำเงิน สีม่วง และสีชมพู

แสดงถึงทิศเหนือ (N) ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) ทิศตะวันออก (E) ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) ทิศใต้ (S) ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) ทิศตะวันตก (W) ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (WS) ตามลำดับ (ภาพที่ 4ข)

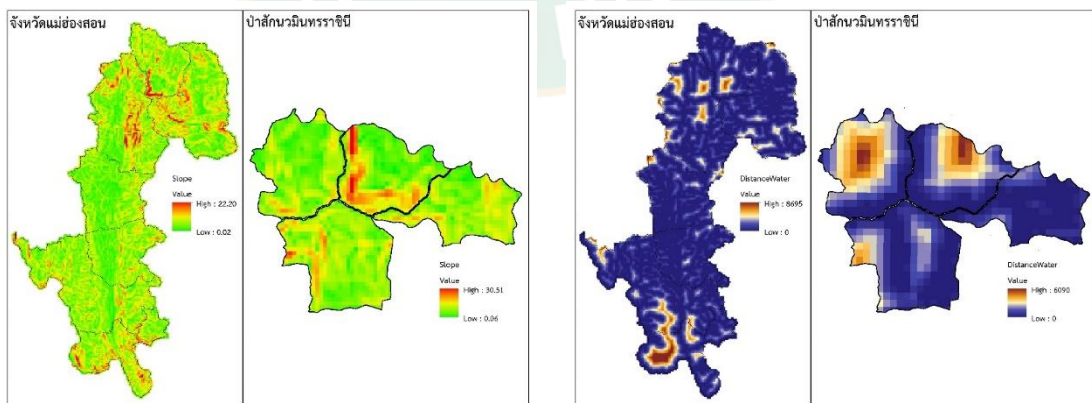
3) ความลาดชัน (slope) พื้นที่ป่าสักนวมินทร์ราชินี มีค่าความลาดชันร้อยละ 0.06 ถึง 30.51 และพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีค่าความลาดชันร้อยละ 0.02 ถึง 32.20 โดยสีแดงแสดงถึงบริเวณที่มีความลาดชันมากที่สุด และสีเขียวแสดงถึงบริเวณที่มีความลาดชันน้อยที่สุด (ภาพที่ 4ค)

4) เส้นทางน้ำ (stream) นำมาสร้างเป็นปัจจัยระยะห่างจากแหล่งน้ำ (distance water) พื้นที่ป่าสักนวมินทร์ราชินี ตั้งอยู่พื้นที่ลำน้ำที่ไหลผ่าน ได้แก่ แม่น้ำปาย แม่น้ำของ มีระยะห่างน้ำมากที่สุด 6090 เมตร และพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ตั้งอยู่พื้นที่ลำน้ำที่ไหลผ่าน ได้แก่ แม่น้ำสาละวิน แม่น้ำยวม แม่น้ำปาย แม่น้ำของ แม่น้ำเงา มีระยะห่างน้ำมากที่สุด 8695 เมตร โดยสีน้ำเงินแสดงถึงบริเวณที่ใกล้ลำน้ำมากที่สุด และสีน้ำตาลแสดงถึงบริเวณที่ใกล้ลำน้ำน้อยที่สุด (ภาพที่ 4ง)



(ก) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

(ข) ทิศด้านลาด



(ค) ความลาดชัน

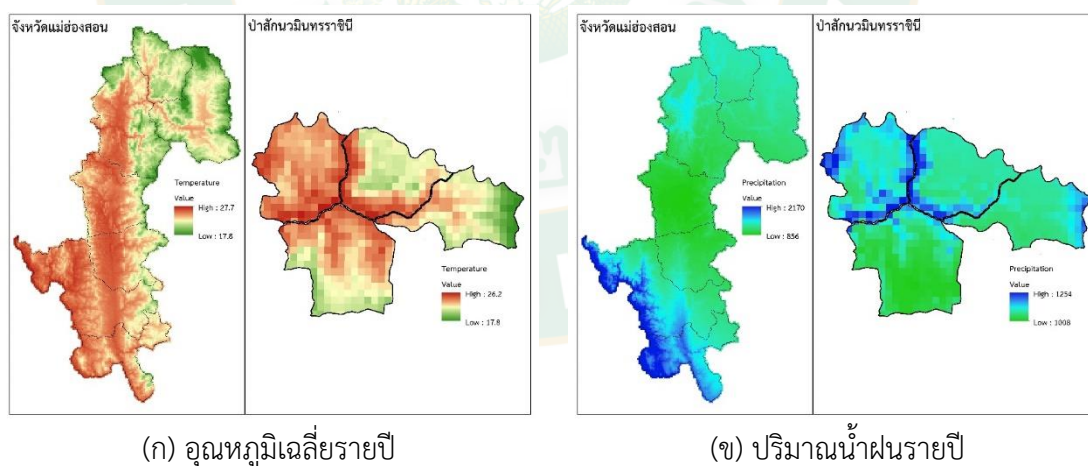
(ง) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ

ภาพที่ 4 ปัจจัยด้านกายภาพ (physical factors) ที่นำมาสร้างแบบจำลอง

2.1.2 ปัจจัยด้านชีวภูมิอากาศ (bioclimatic factors) เป็นข้อมูลปัจจัยชีวภูมิอากาศสามารถใช้ได้อย่างอิสระและมีความละเอียด 30 อาร์ควินาที ข้อมูลดังกล่าวสามารถใช้ในการวิเคราะห์สำหรับสร้างแบบจำลองได้ (Hijmans *et al.*, 2005) ปัจจัยชีวภูมิอากาศสามารถแบ่งย่อยได้ จำนวน 19 ปัจจัย (ตารางที่ 1) โดยเป็นข้อมูลที่สร้างขึ้นจากข้อมูลปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) และข้อมูลอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) แสดงข้อมูลลักษณะภูมิอากาศรายเดือน รายปี ช่วงต่ำสุด และช่วงสูงสุดได้จากค่าระหว่างปี ค.ศ. 1950 ถึง 2000 ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)) ที่ได้จากการทำนายแบบจำลองสถิติของสภาพอากาศตาม IPCC AR5 ระดับ RCP 8.5 (WorldClim, 2016) ดังต่อไปนี้

1) ปัจจัยอุณหภูมิ (temperature) พื้นที่ป่าสักนวมินทร์ราชินี มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีระหว่าง 17.8 ถึง 26.2 องศาเซลเซียส และพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีระหว่าง 17.8 ถึง 27.7 องศาเซลเซียส โดยสีเขียวแสดงถึงบริเวณที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีต่ำที่สุด และสีแดงแสดงถึงบริเวณที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีสูงที่สุด (ภาพที่ 5ก)

2) ปัจจัยปริมาณน้ำฝน (precipitation) พื้นที่ป่าสักนวมินทร์ราชินี มีปริมาณน้ำฝนรายปีระหว่าง 1,008 ถึง 1,254 มิลลิเมตร และพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีปริมาณน้ำฝนรายปีระหว่าง 856 ถึง 2,170 มิลลิเมตร โดยสีเขียวแสดงถึงบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝนรายปีสูงที่สุด และสีน้ำเงินแสดงถึงบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝนรายปีต่ำที่สุด (ภาพที่ ...ข)



ภาพที่ 5 ปัจจัยด้านชีวภูมิอากาศ (bioclimatic factors) ที่นำมาสร้างแบบจำลอง

นอกจากนี้มีการคัดเลือกปัจจัยชีวภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก พื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน เพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล (Trisurat *et al.*, 2014) จากปัญหาสภาพที่เกิดสหสัมพันธ์กันเองระหว่างตัวแปรอิสระในระดับค่อนข้างสูง (multi-collinearity) โดยใช้โปรแกรม R version 3.4.1 ใช้คำสั่ง Correlation สำหรับวิเคราะห์



ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) (Dormann *et al.*, 2007) หลังจากนั้นทำการคัดเลือกปัจจัยที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่า 0.90 ( $r > 0.90$ ) ผลการวิเคราะห์ พบว่าปัจจัยชีวภูมิอากาศที่สามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยชีวภูมิอากาศสำหรับการสร้างแบบจำลองมีทั้งหมด 15 ปัจจัย (ตารางที่ 2) ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (bio01) อุณหภูมิสูงสุดในเดือนที่ร้อนที่สุด (bio05) อุณหภูมิต่ำสุดในเดือนที่หนาวที่สุด (bio06) อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน (bio08) อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง (bio09) อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูร้อน (bio10) อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูหนาว (bio11) ปริมาณน้ำฝนรายปี (bio12) ปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนชุกมากที่สุด (bio13) ปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนแล้งมากที่สุด (bio14) ปริมาณน้ำฝนตามช่วงฤดูกาล (bio15) ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูฝน (bio16) ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูแล้ง (bio17) ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูร้อน

**ตารางที่ 1** ปัจจัยด้านชีวภูมิอากาศ (bioclimatic factors) จำนวน 19 ปัจจัย

Variable code	Parameter	Unit
bio1*	Mean annual temperature อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี	°C
bio2	Mean diurnal range (the mean monthly difference between maximum and minimum temperature) อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน	°C
bio3	Isothermality ((BIO2/BIO7) × 100) อุณหภูมิคงที่	°C
bio 4	Temperature seasonality (standard deviation × 100) อุณหภูมิตามช่วงฤดูกาล	°C
bio5*	Maximum temperature in the warmest month อุณหภูมิสูงสุดในเดือนที่ร้อนที่สุด	°C
bio6*	Minimum temperature in the coldest month อุณหภูมิต่ำสุดในเดือนที่หนาวที่สุด	°C
bio7	Annual temperature range (BIO5-BIO6) ช่วงอุณหภูมิรายปี	°C
bio8*	Mean temperature of the wettest quarter อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน	°C

## ตารางที่ 1 (ต่อ)

Variable code	Parameter	Unit
bio9*	Mean temperature of the driest quarter อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง	°C
bio10*	Mean temperature of the warmest quarter อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูร้อน	°C
bio11*	Mean temperature of the coldest quarter อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูหนาว	°C
bio12*	Annual precipitation ปริมาณน้ำฝนรายปี	mm
bio13*	Precipitation in the wettest month ปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนชุกมากที่สุด	mm
bio14*	Precipitation in the driest month ปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนแล้งมากที่สุด	mm
bio15*	Precipitation seasonality (coefficient of variation) ปริมาณน้ำฝนตามช่วงฤดูกาล	mm
bio16*	Precipitation in the wettest quarter ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูฝน	mm
bio17*	Precipitation in the driest quarter ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูแล้ง	mm
bio18*	Precipitation in the warmest quarter ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูร้อน	mm
bio19*	Precipitation in the coldest quarter ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูหนาว	mm

หมายเหตุ \* คือ ปัจจัยชีวภูมิอากาศสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ที่ได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient)

**ตารางที่ 2** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ระหว่างปัจจัยชีวภูมิอากาศ

	bio1	bio2	bio3	bio4	bio5	bio6	bio7	bio8	bio9	bio10	bio11	bio12	bio13	bio14	bio15	bio16	bio17	bio18	bio19
bio1	1	-0.55	NA	0.75	1	1	-0.27	0.99*	1	1	1	0.52	0.83	-0.92	0.93*	0.70	-0.90	0.78	-0.90
bio2		1	NA	-0.21	-0.52	-0.55	0.74	-0.53	-0.55	-0.52	-0.54	-0.11	-0.33	0.34	-0.38	-0.22	0.28	-0.30	0.50
bio3			1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
bio4				1	0.75	0.74	0.09	0.75	0.74	0.76	0.74	0.49	0.68	-0.72	0.66	0.6	-0.71	0.65	-0.50
bio5					1	1	-0.25	1	1	1	1	0.53	0.84	-0.93	0.94*	0.71	-0.90	0.79	-0.89
bio6						1	-0.30	1	1	1	1	0.54	0.84	-0.92	0.94*	0.72	-0.90	0.79	-0.90
bio7							1	-0.27	-0.27	-0.23	-0.26	-0.28	-0.30	0.20	-0.28	-0.28	0.10	-0.32	0.36
bio8								1	0.99*	0.99*	0.99*	0.59	0.88	-0.91	0.94*	0.76	-0.88	0.83	-0.90
bio9									1	1	1	0.51	0.83	-0.93	0.93*	0.7	-0.91	0.77	-0.90
bio10										1	1	0.53	0.83	-0.92	0.94*	0.7	-0.90	0.78	-0.89
bio11											1	0.52	0.83	-0.93	0.94*	0.71	-0.91	0.78	-0.90
bio12												1	0.90*	-0.55	0.62	0.95*	-0.43	0.94*	-0.48
bio13													1	-0.82	0.87	0.97*	-0.74	0.99*	-0.78
bio14														1	-0.92	-0.75	0.98*	-0.77	0.90*
bio15															1	0.78	-0.90	0.82	-0.90
bio16																1	-0.65	0.98*	-0.70
bio17																	1	-0.67	0.86
bio18																		1	-0.71
bio19																			1

หมายเหตุ \* คือ ปัจจัยชีวภูมิอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่า 0.90 ( $r > 0.90$ ) สำหรับใช้ในกรณีวิเคราะห์

## 2. การวิเคราะห์แบบจำลองของการปรากฏของไม้สัก

2.1 สร้างข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่สำรวจพบการปรากฏของไม้สักในธรรมชาติ บริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จำนวน 20 จุด บันทึกข้อมูลในรูปแบบไฟล์ "CSV" สำหรับใช้เป็นไฟล์นำเข้าเพื่อสร้างแบบจำลองร่วมกับข้อมูลปัจจัยเชิงพื้นที่

2.2 สร้างชั้นข้อมูลปัจจัยเชิงพื้นที่ ปัจจัยเชิงพื้นที่ทั้งหมด 19 ปัจจัย ดังต่อไปนี้

2.2.1 ปัจจัยด้านกายภาพ (physical factors) จำนวน 4 ปัจจัย ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (elevation) ทิศด้านลาด (aspect) ความลาดชัน (slope) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (distance water)

2.2.2 ปัจจัยด้านชีวภูมิอากาศ (bioclimatic factors) จำนวน 15 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (bio01) อุณหภูมิสูงสุดในเดือนที่ร้อนที่สุด (bio05) อุณหภูมิต่ำสุดในเดือนที่หนาวที่สุด (bio06) อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน (bio08) อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง (bio09) อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูร้อน (bio10) อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูหนาว (bio11) ปริมาณน้ำฝนรายปี (bio12) ปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนชุกมากที่สุด (bio13) ปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนแล้งมากที่สุด (bio14) ปริมาณน้ำฝนตามช่วงฤดูกาล (bio15) ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูฝน (bio16) ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูแล้ง (bio17) ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูร้อน (bio18) และปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูหนาว (bio19)

2.3 นำเข้าและสร้างชั้นข้อมูลปัจจัยเชิงพื้นที่ทั้งหมด 19 ปัจจัย ให้เป็นข้อมูล ASCII ที่มีขนาดจุดภาพเท่ากันทุกชั้นปัจจัยเวกเตอร์ (นิรันดร์รัตน์, 2558) โดยใช้โปรแกรม ARCGIS ESRI version 10.6 (Scheldeman and Zonneveld, 2010) สามารถประเมินค่าความน่าจะเป็นของไม้สักที่ผันแปรไปตามสภาพปัจจัยเวกเตอร์ได้ (สาลินี, 2562)

2.4 การวิเคราะห์แบบจำลอง เลือกใช้แบบจำลอง Maximum entropy (MaxEnt) ด้วยโปรแกรม MaxEnt version 3.4.1 (Phillips et al., 2006; Franklin, 2009; Ratnaparkhi, 1997) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และสร้างแผนที่การปรากฏของไม้สักร่วมกับปัจจัยเวกเตอร์ เลือกใช้เฉพาะข้อมูลการปรากฏของไม้สักเท่านั้น (presence-only data) ซึ่งเป็นเทคนิค unconditional maximum entropy ที่เป็นที่ยอมรับในการศึกษาการปรากฏของสิ่งมีชีวิต (สาลินี, 2562) โดยกำหนดการแสดงผลแบบ logistic ซึ่งผลจากการวิเคราะห์จะมีค่าอยู่ที่ 0.00 ถึง 1.00 มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ทดสอบโดยการสุ่ม (random test percentage) ไว้ที่ร้อยละ 25 ส่วนค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ กำหนดตามค่า default ของโปรแกรม นอกจากนี้ใช้ Omission-commission rate ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ ซึ่งพิจารณาจากการพื้นที่คาดการณ์ (Phillips and Dudk, 2008)

2.5 จากการสร้างแบบจำลองทางระบบนิเวศ สามารถประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยใช้ค่า Omission-commission rate (Phillips and Dudk, 2008) ซึ่งค่า Omission-commission rate ถูกคำนวณจากทั้งชุดข้อมูลภาคสนามและการทดสอบ (Anderson *et al.*, 2003)

2.6 ค่าเส้นโค้ง receiver operating characteristic (ROC) เป็นค่าที่แสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้ง หรือ area under the ROC Curve (AUC) ซึ่งค่า AUC แสดงถึงความน่าจะเป็นในการปรากฏของไม้สัก จากการวิเคราะห์ที่มีค่าเข้าใกล้ 1 มากเท่าใด แสดงว่าแบบจำลองนั้นมีความน่าเชื่อถือสูงมาก (Phillips and Dudik, 2008; Syartinilia *et al.* 2008) ผลลัพธ์ของแบบจำลองควรได้รับการประเมินอย่างเข้มงวด สำหรับการตัดสินใจเลือก Suitability โดยใช้พื้นที่ใต้เส้นโค้ง AUC ซึ่งค่าแบบจำลองที่ดีจะมีค่าเข้าใกล้ 1 โดยสร้างตัวแปรทำนายแต่ละตัวด้วยวิธี Jackknife เพื่อเน้นอิทธิพลสัมพัทธ์ของตัวแปรแต่ละตัว (Fielding and Bell., 2007; Khanum *et al.*, 2013; Swanti *et al.*, 2018)

2.6 ค่าสัดส่วนความสัมพันธ์ (percent contribution) เป็นค่าแสดงผลความสัมพันธ์ จากการวิเคราะห์ของจุดที่พบการปรากฏของไม้สักกับปัจจัยแวดล้อม ซึ่งปัจจัยแวดล้อมใด มีค่าสัดส่วนความสัมพันธ์สูง แสดงว่าปัจจัยแวดล้อมนั้นมีความสัมพันธ์กับจุดที่พบการปรากฏของไม้สัก (Phillips *et al.*, 2006) หรือกล่าวได้ว่าปัจจัยแวดล้อมนั้น มีความสำคัญต่อถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก

2.7 แสดงความน่าจะเป็นของการปรากฏไม้สักด้วยกราฟของปัจจัยแวดล้อม โดยแกน X แทนระยะห่างจากปัจจัยแวดล้อม ส่วนแกน Y แทนค่าความน่าจะเป็นในการปรากฏของไม้สัก หากเส้นกราฟมีค่าสูงบริเวณที่แกน X มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า ความน่าจะเป็นในการปรากฏของไม้สักกับปัจจัยแวดล้อมนั้นได้มาก และการปรากฏจะลดลงเมื่อมีระยะห่างจากปัจจัยแวดล้อมมากขึ้น

### 3. การจำแนกศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก พื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน

การจำแนกศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของไม้สักธรรมชาติ พื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน นำเข้าชั้นข้อมูลปัจจัยแวดล้อม (the environmental layers in ASCII) รูปแบบไฟล์ ASCII ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลอง Maximum entropy (MaxEnt) กำหนดระดับของศักยภาพที่คาดการณ์ไว้ของแบบจำลองของการปรากฏของไม้สัก แบ่งออกเป็น 4 ประเภท (IPCC, 2007) ดังต่อไปนี้

- 1) ความเหมาะสมต่ำที่สุด มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 0.2
- 2) ความเหมาะสมต่ำ มีค่าตั้งแต่ >0.2 ถึง 0.4
- 3) ความเหมาะสมปานกลาง มีค่าตั้งแต่ >0.4 ถึง 0.6
- 4) ความเหมาะสมสูง มีค่าตั้งแต่ >0.6 ถึง 1

จากการใช้เกณฑ์โลจิสติกส์ ทดสอบแบบเปอร์เซ็นต์ที่ 10 (Kamyo and Asanok, 2020) เกณฑ์นี้ถูกนำไปใช้โดยใช้ค่าเฉลี่ยของการทดสอบทั้งหมดที่ดำเนินการ เพื่อจัดประเภทผลลัพธ์

แบบจำลองเฉลี่ยใหม่ โดยให้คะแนนความเหมาะสมของถิ่นที่อยู่สิ่งมีชีวิตในระดับ 0 (พื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่ำสุด) ถึง 1 (พื้นที่ที่มีความเหมาะสมสูงสุด) เพื่อสร้างการกระจายเชิงพื้นที่ของไม้สักในโปรแกรม ARCGIS ESRI version 10.6 เพื่อให้ตรงกับค่าขีดจำกัดในโปรแกรม แสดงออกมาเป็นฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการซ้อนทับ (overlay) ของข้อมูลเขตการปกครองของจังหวัดแม่ฮ่องสอน



## บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์

### ลักษณะสังคมพืชบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน

#### 1. ลักษณะสังคมพืชบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี ระดับไม้ใหญ่

ลักษณะสังคมพืชบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน ระดับไม้ใหญ่ ประกอบด้วยจำนวนชนิดไม้ใหญ่ 54 ชนิด 50 สกุล 28 วงศ์ มีความหนาแน่นของไม้และพื้นที่หน้าตัดของไม้ เท่ากับ 359 ต้นต่อเฮกตาร์ และ 34.97 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 3.08 (ตารางที่ 3) โดยชนิดที่มีความหนาแน่นของไม้สูงที่สุด 5 ชนิดแรก ได้แก่ สัก เต็ง แดง รกฟ้า และกาสามปีก มีค่าเท่ากับ 103.75, 35.00, 21.25, 18.75 และ 12.50 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ พื้นที่หน้าตัดของไม้สูงที่สุด 5 ชนิดแรก ได้แก่ สัก ปอหูช้าง เต็ง รกฟ้า และ แดง มีค่าเท่ากับ 16.56, 4.78, 2.71, 1.47 และ 0.89 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ในสังคม พบว่า ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงที่สุด 5 ชนิดแรก คือ สัก เต็ง แดง ปอหูช้าง และรกฟ้า มีค่าเท่ากับ 99.06, 26.35, 14.52, 14.48 และ 14.08 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 3** สังคมพืชเชิงปริมาณ ระดับไม้ใหญ่ ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ลักษณะสังคมพืชระดับไม้ใหญ่	All	LF	MF	HF
จำนวนชนิด	54	20	31	36
จำนวนสกุล	50	19	29	34
จำนวนวงศ์	28	15	20	16
ความหนาแน่น (ต้นต่อเฮกตาร์)	359	344	419	306
พื้นที่หน้าตัดของไม้ (ตารางเมตรต่อเฮกตาร์)	34.97	31.98	34.90	36.53
ดัชนีความหลากหลายชนิด (Shanon-Weiner index)	3.08	2.11	2.51	3.18

หมายเหตุ All คือ สังคมพืชทั้งหมด LF คือ สังคมพืชบริเวณเชิงเขา (Low Forest) MF คือ สังคมพืชบริเวณกลางเขา (Medium Forest) HF คือ สังคมพืชบริเวณยอดเขา (High Forest)

ตารางที่ 4 ดัชนีความสำคัญระดับไม้ใหญ่ ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน

No.	Species	D	Do	RD (%)	RF (%)	RDo (%)	IVI (%)
1	สัก	103.75	16.56	28.92	22.79	47.35	99.06
2	เต็ง	35.00	2.71	9.76	8.84	7.76	26.35
3	แดง	21.25	0.89	5.92	6.05	2.55	14.52
4	ปอหู่ช้าง	1.25	4.78	0.35	0.47	13.66	14.48
5	รกฟ้า	18.75	1.47	5.23	4.65	4.21	14.08
6	ปอแก่นเทา	8.75	0.72	2.44	2.79	2.07	7.30
7	กาสามปีก	12.50	0.12	3.48	3.26	0.35	7.09
8	सानใหญ่	10.00	0.49	2.79	2.79	1.41	6.99
9	เลียงผ้าย	11.25	0.18	3.14	2.79	0.51	6.44
10	เลี่ยน	6.25	0.43	1.74	2.33	1.22	5.28
11	ซ้อ	6.25	0.42	1.74	2.33	1.19	5.26
12	มะแฟน	6.25	0.39	1.74	2.33	1.12	5.18
13	มะขามป้อม	8.75	0.10	2.44	2.33	0.29	5.06
14	แคทราย	6.25	0.39	1.74	1.86	1.13	4.73
15	รัง	5.00	0.44	1.39	1.86	1.25	4.50
16	ก่อเดือย	5.00	0.56	1.39	1.40	1.61	4.40
17	ตะเคียนหนู	6.25	0.22	1.74	1.86	0.63	4.23
18	เสี้ยวดอกขาว	5.00	0.26	1.39	1.86	0.74	3.99
19	โมกหลวง	5.00	0.09	1.39	1.86	0.26	3.51
20	หว่าซี่แพะ	3.75	0.52	1.05	0.93	1.49	3.47
21	ตะแบกเลือด	2.50	0.58	0.70	0.93	1.65	3.28
22	กระพี้เขาควาย	3.75	0.25	1.05	1.40	0.72	3.16
23	ประดู่	3.75	0.23	1.05	1.40	0.65	3.09
24	รักใหญ่	5.00	0.26	1.39	0.93	0.73	3.06
25	ทองกลางป่า	3.75	0.08	1.05	1.40	0.24	2.68



ตารางที่ 4 (ต่อ)

No.	Species	D	Do	RD (%)	RF (%)	RDo (%)	IVI (%)
26	เพกา	3.75	0.04	1.05	1.40	0.12	2.56
27	จิวป่า	3.75	0.03	1.05	1.40	0.07	2.51
28	เนาโน	2.50	0.30	0.70	0.93	0.87	2.50
29	ขางหัวหมู	3.75	0.03	1.05	0.93	0.10	2.07
30	สมอไทย	2.50	0.15	0.70	0.93	0.44	2.06
31	เสลาเปลือกบาง	2.50	0.04	0.70	0.93	0.12	1.75
32	กระโดน	2.50	0.02	0.70	0.93	0.07	1.69
33	แสลงใจ	2.50	0.02	0.70	0.93	0.05	1.67
34	โมกมัน	2.50	0.01	0.70	0.93	0.03	1.65
35	ยมหอม	1.25	0.25	0.35	0.47	0.71	1.52
36	มะกอกดอน	1.25	0.20	0.35	0.47	0.57	1.38
37	อบเชย	2.50	0.03	0.70	0.47	0.08	1.24
38	มะคำดีควาย	1.25	0.14	0.35	0.47	0.41	1.22
39	คูน	2.50	0.02	0.70	0.47	0.06	1.22
40	แหลบุก	1.25	0.10	0.35	0.47	0.28	1.10
41	แคหางค่าง	1.25	0.09	0.35	0.47	0.25	1.06
42	ลำไยป่า	1.25	0.08	0.35	0.47	0.22	1.03
43	ตะคร้ำ	1.25	0.06	0.35	0.47	0.17	0.99
44	มะกอกเกลื่อน	1.25	0.04	0.35	0.47	0.12	0.94
45	กำลังเลือดม้า	1.25	0.04	0.35	0.47	0.12	0.93
46	ตะขบป่า	1.25	0.03	0.35	0.47	0.10	0.91
47	ตะคร้อ	1.25	0.02	0.35	0.47	0.06	0.88
48	ตาตุ่มบก	1.25	0.02	0.35	0.47	0.06	0.87
49	ปอกระสา	1.25	0.02	0.35	0.47	0.06	0.87
50	มะไฟแรด	1.25	0.02	0.35	0.47	0.05	0.86
51	เหมือดโสด	1.25	0.01	0.35	0.47	0.03	0.84

ตารางที่ 4 (ต่อ)

No.	Species	D	Do	RD (%)	RF (%)	RDo (%)	IVI (%)
52	ชมพู่ป่า	1.25	0.01	0.35	0.47	0.02	0.83
53	กางขี้มอด	1.25	0.01	0.35	0.47	0.01	0.83
54	ส้มกบ	1.25	0.01	0.35	0.47	0.01	0.82
	<b>รวม</b>	<b>359</b>	<b>34.97</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

หมายเหตุ D คือ ความหนาแน่น (density) หน่วย: ต้นต่อเฮกแตร์

Do คือ พื้นที่หน้าตัดของไม้ (dominance) หน่วย: ตารางเมตรต่อเฮกแตร์

RD คือ สหสัมพันธ์ความหนาแน่น (relative density)

RF คือ สหสัมพันธ์ความถี่ (relative frequency)

RDo คือ สหสัมพันธ์ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (relative dominance)

IVI คือ ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (importance value index)

## 2. ลักษณะสังคมพืชบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี ระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ

ลักษณะสังคมพืชรวมบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน ระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ ประกอบด้วยจำนวน 15 ชนิด 13 สกุล 10 วงศ์ มีความหนาแน่นของไม้ เท่ากับ 1,343 ต้นต่อเฮกตาร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.54 (ตารางที่ 5) โดยชนิดที่มีความหนาแน่นของไม้สูงที่สุด 4 ชนิดแรก ได้แก่ ช้อ มะแฟน ชมพู่ป่า และแดง มีค่าเท่ากับ 218.75, 187.50, 156.25 และ 125.00 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ และค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ในสังคมพบว่า ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงที่สุด 4 ชนิดแรก คือ ช้อ มะแฟน ชมพู่ป่า และแดง มีค่าเท่ากับ 27.39, 25.06, 22.74 และ 20.41 ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

**ตารางที่ 5** สังคมพืชเชิงปริมาณระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ ในธรรมชาติบริเวณป่าสัก  
นวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ลักษณะสังคมพืชระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ	All	LF	MF	HF
จำนวนชนิด	15	-	3	13
จำนวนสกุล	13	-	3	11
จำนวนวงศ์	10	-	3	9
ความหนาแน่น (ต้นต่อเฮกแตร์)	1,343	-	546	2812
ดัชนีความหลากหลายชนิด (Shanon-Weiner index)	2.54	-	1.08	2.37

หมายเหตุ All คือ สังคมพืชทั้งหมด LF คือ สังคมพืชบริเวณเชิงเขา (Low Forest) ซึ่งไม่พบไม้ระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ MF คือ สังคมพืชบริเวณกลางเขา (Medium Forest) HF คือ สังคมพืชบริเวณยอดเขา (High Forest)

**ตารางที่ 6** ดัชนีความสำคัญระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ ในธรรมชาติบริเวณป่าสัก  
นวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ลำดับ	Species	D	RD (%)	RF (%)	IVI (%)
1	ซ้อ	218.75	16.28	11.11	27.39
2	มะแฟน	187.50	13.95	11.11	25.06
3	ชมพู่ป่า	156.25	11.63	11.11	22.74
4	แดง	125.00	9.30	11.11	20.41
5	มหาพรหมราชินี	62.50	4.65	7.41	12.06
6	รกฟ้า	62.50	4.65	7.41	12.06
7	เสี้ยน	62.50	4.65	7.41	12.06
8	ส้านใหญ่	62.50	4.65	7.41	12.06
9	รัง	93.75	6.98	3.70	10.68
10	ตะแบกเลือด	62.50	4.65	3.70	8.35
11	ทองกลางป่า	62.50	4.65	3.70	8.35
12	สัก	62.50	4.65	3.70	8.35
13	เสี้ยวดอกขาว	62.50	4.65	3.70	8.35
14	จิวป่า	31.25	2.33	3.70	6.03

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	RD (%)	RF (%)	IVI (%)
15	หว่าชีแพะ	31.25	2.33	3.70	6.03
	<b>รวม</b>	<b>1,343</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>

หมายเหตุ D คือ ความหนาแน่น (density) หน่วย: ต้นต่อเฮกแตร์

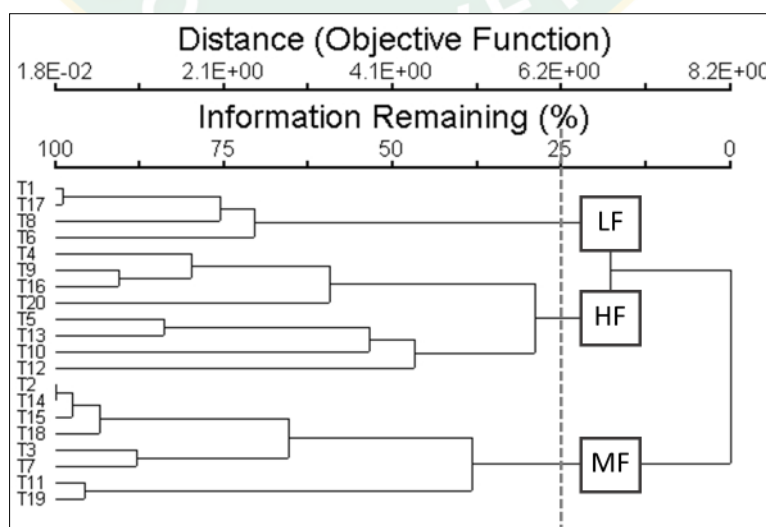
RD คือ สหสัมพันธ์ความหนาแน่น (relative density)

RF คือ สหสัมพันธ์ความถี่ (relative frequency)

IVI คือ ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (importance value index)

### 3 การจำแนกสังคมพืชบริเวณป่าสักนวมินทรราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน

การจำแนกสังคมพืชในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทรราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน ตามหลักเกณฑ์ความคล้ายคลึงที่ประมาณร้อยละ 25 สามารถแบ่งกลุ่มของสังคมพืชย่อยออกเป็น 3 กลุ่ม โดยไม้สักถือได้ว่าเป็นชนิดไม้เด่นในทุกกลุ่มหมู่ไม้ คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย หมู่ไม้ในแปลงตัวอย่างที่ T01, T06, T08 และ T17 มีสภาพเป็นป่าเบญจพรรณต่ำ ส่วนใหญ่พบในสังคมพืชบริเวณเชิงเขา (Low Forest: LF) กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย หมู่ไม้ในแปลงตัวอย่างที่ T02, T03, T07, T11, T14, T15, T18 และ T19 มีสภาพเป็นป่าเบญจพรรณชั้นสูง ส่วนใหญ่พบในสังคมพืชบริเวณยอดเขา (High Forest: HF) และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย หมู่ไม้ในแปลงตัวอย่างที่ T04, T05, T09, T10, T12, T13, T16 และ T20 มีสภาพเป็นป่าเบญจพรรณแล้งสูงผสมป่าเต็งรัง ส่วนใหญ่พบในสังคมพืชบริเวณกลางเขา (Medium Forest: MF) ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การจำแนกสังคมพืชในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทรราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน

### 3.1 สังกมพีชบริเวณเชิงเขา (Low Forest: LF)

#### 1) ระดับไม้ใหญ่

สังกมพีชบริเวณเชิงเขา ประกอบด้วยจำนวนชนิดไม้ใหญ่ 20 ชนิด 19 สกุล 15 วงศ์ มีความหนาแน่นของไม้และพื้นที่หน้าตัดของไม้ เท่ากับ 344 ต้นต่อเฮกตาร์ และ 31.98 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.11 (ตารางที่ 3) โดยชนิดที่มีความหนาแน่นของไม้สูงที่สุด 5 ชนิดแรก ได้แก่ สัก แดง มะแฟน ขางหัวหมู และรกฟ้า มีค่าเท่ากับ 156.25, 56.25, 12.50, 12.50 และ 12.50 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ พื้นที่หน้าตัดของไม้สูงที่สุด 5 ชนิดแรก ได้แก่ สัก แดง ตะแบกเลือด มะแฟน และกระพี้เขาควาย มีค่าเท่ากับ 21.94, 3.28, 2.72, 1.27 และ 0.97 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ในสังกม พบว่าชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงที่สุด 5 ชนิดแรก คือ สัก แดง ตะแบกเลือด มะแฟน และกระพี้เขาควาย มีค่าเท่ากับ 149.06, 44.12, 12.83, 12.61 และ 7.37 ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

#### 2) ระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ

สังกมพีชบริเวณเชิงเขา ไม่พบชนิดไม้ที่มีการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ

**ตารางที่ 7** ดัชนีความสำคัญระดับไม้ใหญ่ สังกมพีชบริเวณเชิงเขา (Low Forest: LF) ในธรรมชาติ บริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน

No.	Species	D	Do	RD (%)	RF (%)	RDo (%)	IVI (%)
1	สัก	156.25	21.94	45.45	35.00	68.61	149.06
2	แดง	56.25	3.28	16.36	17.50	10.25	44.12
3	ตะแบกเลือด	6.25	2.72	1.82	2.50	8.51	12.83
4	มะแฟน	12.50	1.27	3.64	5.00	3.97	12.61
5	กระพี้เขาควาย	6.25	0.97	1.82	2.50	3.05	7.37
6	ขางหัวหมู	12.50	0.15	3.64	2.50	0.47	6.60
7	รกฟ้า	12.50	0.10	3.64	2.50	0.33	6.46
8	โมกหลวง	6.25	0.38	1.82	2.50	1.18	5.50
9	ปอแก่นเทา	6.25	0.26	1.82	2.50	0.81	5.12
10	กำลังเลือดม้า	6.25	0.21	1.82	2.50	0.66	4.98
11	เสลาเปลือกบาง	6.25	0.12	1.82	2.50	0.39	4.71
12	ตะคร้อ	6.25	0.11	1.82	2.50	0.34	4.66

ตารางที่ 7 (ต่อ)

No.	Species	D	Do	RD (%)	RF (%)	RDo (%)	IVI (%)
13	ตาตุ่มบก	6.25	0.10	1.82	2.50	0.31	4.63
14	ปอกระสา	6.25	0.10	1.82	2.50	0.31	4.63
15	เพกา	6.25	0.08	1.82	2.50	0.26	4.58
16	เลียงผ้าย	6.25	0.07	1.82	2.50	0.22	4.54
17	กาสามปีก	6.25	0.05	1.82	2.50	0.16	4.48
18	โมกมัน	6.25	0.03	1.82	2.50	0.08	4.40
19	ส้มกบ	6.25	0.01	1.82	2.50	0.04	4.36
20	แสลงใจ	6.25	0.01	1.82	2.50	0.03	4.35
<b>รวม</b>		<b>344</b>	<b>31.98</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

หมายเหตุ D คือ ความหนาแน่น (density) หน่วย: ต้นต่อเฮกตาร์  
Do คือ พื้นที่หน้าตัดของไม้ (dominance) หน่วย: ตารางเมตรต่อเฮกตาร์  
RD คือ สหสัมพันธ์ความหนาแน่น (relative density)  
RF คือ สหสัมพันธ์ความถี่ (relative frequency)  
RDo คือ สหสัมพันธ์ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (relative dominance)  
IVI คือ ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (importance value index)

### 3.2 สังคมพืชบริเวณกลางเขา (Medium Forest: MF)

#### 1) ระดับไม้ใหญ่

สังคมพืชบริเวณกลางเขา ประกอบด้วยจำนวนชนิดไม้ใหญ่ 31 ชนิด 29 สกุล 20 วงศ์ มีความหนาแน่นของไม้และพื้นที่หน้าตัดของไม้ เท่ากับ 419 ต้นต่อเฮกตาร์ และ 34.90 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.51 (ตารางที่ 3) โดยชนิดที่มีความหนาแน่นของไม้สูงที่สุด 5 ชนิดแรก ได้แก่ สัก เต็ง รกฟ้า แดง และมะขามป้อม มีค่าเท่ากับ 125.00, 87.50, 34.38, 25.00 และ 18.75 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ พื้นที่หน้าตัดของไม้สูงที่สุด 5 ชนิดแรก ได้แก่ สัก เต็ง รกฟ้า ปอแก่นเทา และรัง มีค่าเท่ากับ 17.24, 6.78, 3.51, 1.11 และ 1.09 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ในสังคม พบว่า ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงที่สุด 5 ชนิดแรก คือ สัก เต็ง รกฟ้า แดง และรัง มีค่าเท่ากับ 103.76, 59.72, 25.41, 13.77 และ 10.19 ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

## 2) ระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ

ระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ ประกอบด้วยจำนวน 3 ชนิด 3 สกุล 3 วงศ์ มีความหนาแน่นของไม้ เท่ากับ 546 ต้นต่อเฮกตาร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 1.08 (ตารางที่ 5) โดยชนิดที่มีความหนาแน่นของไม้สูงที่สุด 3 ชนิดแรก ได้แก่ รัง สัก และแดง มีค่าเท่ากับ 243.38, 156.25 และ 156.25 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ในสังคม พบว่า ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงที่สุด 3 ชนิดแรก คือ รัง สัก และแดง มีค่าเท่ากับ 76.19, 61.90 และ 61.90 ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

**ตารางที่ 8** ดัชนีความสำคัญระดับไม้ใหญ่ สังคมพืชบริเวณกลางเขา (Medium Forest: MF) ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน

No.	Species	D	Do	RD (%)	RF (%)	RDo (%)	IVI (%)
1	สัก	125.00	17.24	29.85	24.49	49.42	103.76
2	เต็ง	87.50	6.78	20.90	19.39	19.43	59.72
3	รกฟ้า	34.38	3.51	8.21	7.14	10.06	25.41
4	แดง	25.00	0.59	5.97	6.12	1.68	13.77
5	รัง	12.50	1.09	2.99	4.08	3.13	10.19
6	มะขามป้อม	18.75	0.23	4.48	4.08	0.65	9.21
7	ปอแก่นเทา	9.38	1.11	2.24	2.04	3.17	7.45
8	เสี้ยวดอกขาว	9.38	0.62	2.24	3.06	1.78	7.08
9	รักใหญ่	12.50	0.64	2.99	2.04	1.84	6.86
10	กาสามปีก	9.38	0.15	2.24	3.06	0.42	5.72
11	ประดู่	6.25	0.56	1.49	2.04	1.60	5.14
12	สมอไทย	6.25	0.38	1.49	2.04	1.09	4.63
13	กระโดน	6.25	0.06	1.49	2.04	0.17	3.70
14	เนาใน	3.13	0.60	0.75	1.02	1.71	3.48
15	ซ้อ	3.13	0.36	0.75	1.02	1.03	2.79
16	เลี่ยน	3.13	0.18	0.75	1.02	0.51	2.28
17	ตะคร้ำ	3.13	0.15	0.75	1.02	0.43	2.20

ตารางที่ 8 (ต่อ)

No.	Species	D	Do	RD (%)	RF (%)	RDo (%)	IVI (%)
18	เลียงผ้าย	3.13	0.12	0.75	1.02	0.35	2.12
19	ทองหลางป่า	3.13	0.09	0.75	1.02	0.26	2.02
20	ตะขบป่า	3.13	0.08	0.75	1.02	0.24	2.01
21	มะแฟน	3.13	0.08	0.75	1.02	0.23	2.00
22	ก่อเดือย	3.13	0.05	0.75	1.02	0.14	1.90
23	เสลาเปลือกบาง	3.13	0.05	0.75	1.02	0.13	1.90
24	มะไฟแรด	3.13	0.04	0.75	1.02	0.13	1.89
25	แสลงใจ	3.13	0.03	0.75	1.02	0.10	1.86
26	เหมือดโลด	3.13	0.03	0.75	1.02	0.07	1.84
27	แคทราย	3.13	0.02	0.75	1.02	0.07	1.84
28	โมกหลวง	3.13	0.02	0.75	1.02	0.07	1.84
29	ขางหัวหมู	3.13	0.01	0.75	1.02	0.03	1.80
30	เพกา	3.13	0.01	0.75	1.02	0.03	1.80
31	ส้านใหญ่	3.13	0.01	0.75	1.02	0.02	1.78
<b>รวม</b>		<b>419</b>	<b>34.90</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

หมายเหตุ D คือ ความหนาแน่น (density) หน่วย: ต้นต่อเฮกแตร์

Do คือ พื้นที่หน้าตัดของไม้ (dominance) หน่วย: ตารางเมตรต่อเฮกแตร์

RD คือ สหสัมพันธ์ความหนาแน่น (relative density)

RF คือ สหสัมพันธ์ความถี่ (relative frequency)

RDo คือ สหสัมพันธ์ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (relative dominance)

IVI คือ ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (importance value index)



**ตารางที่ 9** ดัชนีความสำคัญระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ สังกมพีชบริเวณกลางเขา (Medium Forest: MF) ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ลำดับ	Species	D	RD (%)	RF (%)	IVI (%)
1	รัง	234.38	42.86	33.33	76.19
2	สัก	156.25	28.57	33.33	61.90
3	แดง	156.25	28.57	33.33	61.90
<b>รวม</b>		<b>546.88</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>

หมายเหตุ D คือ ความหนาแน่น (density) หน่วย: ต้นต่อเฮกแตร์  
RD คือ สหสัมพันธ์ความหนาแน่น (relative density)  
RF คือ สหสัมพันธ์ความถี่ (relative frequency)  
IVI คือ ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (importance value index)

### 3.3 สังกมพีชบริเวณยอดเขา (High Forest: HF)

#### 1) ระดับไม้ใหญ่

สังกมพีชบริเวณยอดเขา ประกอบด้วยจำนวนชนิดไม้ใหญ่ 36 ชนิด 34 สกุล 16 วงศ์ มีความหนาแน่นของไม้และพื้นที่หน้าตัดของไม้ เท่ากับ 606 ต้นต่อเฮกตาร์ และ 36.53 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 3.18 (ตารางที่ 3) โดยชนิดที่มีความหนาแน่นของไม้สูงที่สุด 5 ชนิดแรก ได้แก่ สัก ส้านใหญ่ เลียงผ้าย กาสามปึก และตะเคียนหนู มีค่าเท่ากับ 56.25, 21.88, 21.88, 18.75 และ 15.63 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ พื้นที่หน้าตัดของไม้สูงที่สุด 5 ชนิดแรก ได้แก่ สัก ปอหู่ช้าง ก่อเตี้ย หัวขี้แพะ และส้านใหญ่ มีค่าเท่ากับ 13.18, 11.94, 1.36, 1.30 และ 1.23 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ และค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ในสังกมพบว่า ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงที่สุด 5 ชนิดแรก คือ สัก ปอหู่ช้าง ส้านใหญ่ เลียงผ้าย และตะเคียนหนู มีค่าเท่ากับ 68.72, 35.01, 17.00, 13.13 และ 11.80 ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

#### 2) ระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ

ระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ ประกอบด้วยจำนวน 13 ชนิด 11 สกุล 9 วงศ์ มีความหนาแน่นของไม้ เท่ากับ 2,812 ต้นต่อเฮกตาร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.37 (ตารางที่ 5) โดยชนิดที่มีความหนาแน่นของไม้สูงที่สุด 3 ชนิดแรก ได้แก่ ช้อ มะแฟน และชมพูป่า มีค่าเท่ากับ 546.88, 468.75 และ 390.63 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ และค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ในสังกม พบว่า ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงที่สุด 3 ชนิดแรก คือ ช้อ มะแฟน และชมพูป่า มีค่าเท่ากับ 31.94, 29.17 และ 26.39 ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 10 ดัชนีความสำคัญระดับไม้ใหญ่ สังกมพีชบริเวณยอดเขา (High Forest: HF) ในธรรมชาติ บริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน

No.	Species	D	Do	RD (%)	RF (%)	RDo (%)	IVI (%)
1	สัก	56.25	13.18	18.37	14.29	36.07	68.72
2	ปอหู่ช้าง	3.13	11.94	1.02	1.30	32.70	35.01
3	सानใหญ่	21.88	1.23	7.14	6.49	3.36	17.00
4	เลียงผ้าย	21.88	0.29	7.14	5.19	0.79	13.13
5	ตะเคียนหนู	15.63	0.55	5.10	5.19	1.50	11.80
6	เลี่ยน	12.50	0.88	4.08	5.19	2.42	11.70
7	ซ้อ	12.50	0.68	4.08	5.19	1.86	11.14
8	แคทราย	12.50	0.96	4.08	3.90	2.63	10.61
9	กาสามปีก	18.75	0.13	6.12	3.90	0.35	10.37
10	ก่อเดือย	9.38	1.36	3.06	2.60	3.72	9.38
11	หว้าซี่แพะ	9.38	1.30	3.06	2.60	3.57	9.23
12	ปอแก่นเทา	9.38	0.57	3.06	3.90	1.57	8.52
13	จ้าวป่า	9.38	0.06	3.06	3.90	0.17	7.13
14	มะแฟน	6.25	0.26	2.04	2.60	0.71	5.35
15	กระพีไคควาย	6.25	0.14	2.04	2.60	0.39	5.03
16	ทองกลางป่า	6.25	0.12	2.04	2.60	0.33	4.96
17	รกฟ้า	6.25	0.12	2.04	2.60	0.32	4.95
18	โมกหลวง	6.25	0.01	2.04	2.60	0.04	4.68
19	ยมหอม	3.13	0.62	1.02	1.30	1.70	4.02
20	มะกอกดอน	3.13	0.49	1.02	1.30	1.35	3.67
21	อบเชย	6.25	0.07	2.04	1.30	0.19	3.53
22	คูน	6.25	0.05	2.04	1.30	0.15	3.48
23	มะคำดีควาย	3.13	0.36	1.02	1.30	0.98	3.30
24	แหลบุก	3.13	0.25	1.02	1.30	0.68	3.00
25	แคหางค่าง	3.13	0.22	1.02	1.30	0.59	2.91

ตารางที่ 10 (ต่อ)

No.	Species	D	Do	RD (%)	RF (%)	RDo (%)	IVI (%)
26	ลำไยป่า	3.13	0.19	1.02	1.30	0.52	2.83
27	เนาใน	3.13	0.16	1.02	1.30	0.45	2.77
28	มะกอกเกลื้อน	3.13	0.11	1.02	1.30	0.30	2.62
29	ตะแบกเลือด	3.13	0.08	1.02	1.30	0.22	2.54
30	เพกา	3.13	0.05	1.02	1.30	0.14	2.46
31	มะขามป้อม	3.13	0.03	1.02	1.30	0.08	2.40
32	เสี้ยวดอกขาว	3.13	0.02	1.02	1.30	0.06	2.38
33	ชมพู่ป่า	3.13	0.01	1.02	1.30	0.04	2.36
34	กางขี้มอด	3.13	0.01	1.02	1.30	0.03	2.35
35	โมกมัน	3.13	0.01	1.02	1.30	0.03	2.35
36	ประดู่	3.13	0.01	1.02	1.30	0.02	2.34
<b>รวม</b>		<b>306</b>	<b>36.53</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

หมายเหตุ D คือ ความหนาแน่น (density) หน่วย: ต้นต่อเฮกแตร์

Do คือ พื้นที่หน้าตัดของไม้ (dominance) หน่วย: ตารางเมตรต่อเฮกแตร์

RD คือ สหสัมพันธ์ความหนาแน่น (relative density)

RF คือ สหสัมพันธ์ความถี่ (relative frequency)

RDo คือ สหสัมพันธ์ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (relative dominance)

IVI คือ ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (importance value index)

ตารางที่ 11 ดัชนีความสำคัญระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ สังกมพีชบริเวณยอดเขา (High Forest: HF) ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ลำดับ	Species	D	RD (%)	RF (%)	IVI (%)
1	ซ้อ	546.88	19.44	12.50	31.94
2	มะแฟน	468.75	16.67	12.50	29.17
3	ชมพู่ป่า	390.63	13.89	12.50	26.39

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ลำดับ	Species	D	RD (%)	RF (%)	IVI (%)
4	แดง	156.25	5.56	8.33	13.89
5	มหาพรหมราชินี	156.25	5.56	8.33	13.89
6	รกฟ้า	156.25	5.56	8.33	13.89
7	เลี่ยน	156.25	5.56	8.33	13.89
8	सानใหญ่	156.25	5.56	8.33	13.89
9	ตะแบกเลือด	156.25	5.56	4.17	9.72
10	ทองกลางป่า	156.25	5.56	4.17	9.72
11	เสี้ยวดอกขาว	156.25	5.56	4.17	9.72
12	จิวป่า	78.13	2.78	4.17	6.94
13	หว่าจี้แพะ	78.13	2.78	4.17	6.94
	<b>รวม</b>	<b>2812</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>

หมายเหตุ D คือ ความหนาแน่น (density) หน่วย: ต้นต่อเฮกตาร์  
RD คือ สหสัมพันธ์ความหนาแน่น (relative density)  
RF คือ สหสัมพันธ์ความถี่ (relative frequency)  
IVI คือ ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (importance value index)

จากลักษณะสังคมพืชข้างต้น จะเห็นได้ว่า เป็นสังคมพืชป่าเบญจพรรณที่พบไม้สักทุกระดับความสูง (Smitinand, 1977) สังคมพืชบริเวณเชิงเขา เป็นป่าเบญจพรรณต่ำพบชนิดไม้เด่นที่ขึ้นในพื้นที่ขึ้น สังคมพืชบริเวณกลางเขา เป็นป่าเบญจพรรณแล้งสูงที่มีไม้ดัดขึ้นป่าเต็งรังขึ้นปะปนอยู่ (ecotone) (นิวัติ, 2558) กล่าวคือ รอยต่อของระบบนิเวศที่แตกต่างกัน ซึ่งที่มอฮี้ที่นี่เป็นรอยต่อระหว่างป่าเบญจพรรณกับป่าเต็งรัง แนวรอยต่อนี้เป็นแนวที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม หมายความว่าป่าทั้งสองชนิดมีการต่อสู้กันอยู่ตลอดเวลาในการที่จะขยายพื้นที่ของตนเอง โดยการแพร่กระจายเมล็ดพันธุ์ล้าเข้าไปในเขตของอีกฝ่าย แต่ปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ สภาพแวดล้อม สภาพภูมิอากาศ ส่งผลให้มีความหนาแน่นของไม้มีมาก สังคมพืชบริเวณยอดเขา เป็นป่าเบญจพรรณขึ้นสูง สภาพป่ามีจำนวนชนิด ดัชนีความหลากหลายชนิด และพื้นที่หน้าตัดของไม้มีมากกว่าทุกสังคมย่อย ดัชนีความหลากหลายชนิดอยู่ระหว่าง 2.11 ถึง 3.18 โดยระดับไม้ใหญ่ชนิดไม้เด่น คือ สัก เต็ง แดง ปอหู่ช้าง และรกฟ้า ระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ ชนิดไม้เด่น คือ ชมพู่ป่า ซ้อ แดง และมะแฟน โดยเฉพาะสักกับแดง เป็นไม้ดัชนีของป่าเบญจพรรณ

(ดอกรัก และอุทิศ, 2552; ต่อลาภ และคณะ, 2559) แม้สักจะเด่นในระดับไม่ใหญ่ แต่พบการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติน้อย ลักษณะที่สูงประกอบกับความลาดชันจะพบความชื้นของพื้นที่น้อย ส่งผลต่อการงอกเจริญของเมล็ดสักลดลงได้ (ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน, 2550)

### ความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงพื้นที่ต่อการปรากฏของสังคมพืช

ปัจจัยเชิงพื้นที่บางประการมีผลต่อการปรากฏของสังคมพืชในธรรมชาติบริเวณป่าสัก นวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่า ระยะห่างจากแหล่งน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ ) โดยสังคมพืชบริเวณยอดเขา เป็นสังคมที่ตั้งอยู่ไกลจากแหล่งน้ำมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $1,914.02 \pm 496.31$  เมตร ตามด้วย สังคมพืชบริเวณกลางเขา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $1,016.64 \pm 579.14$  เมตร และสังคมพืชบริเวณเชิงเขา เป็นสังคมที่ตั้งอยู่ใกล้แหล่งน้ำมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $225.92 \pm 451.84$  เมตร ตามลำดับ ขณะที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) โดยสังคมพืชบริเวณยอดเขา มีค่าเฉลี่ยสูงสุด  $1,152.50 \pm 212.92$  เมตร ตามด้วย สังคมพืชบริเวณกลางเขา และสังคมพืชบริเวณเชิงเขา มีค่าเฉลี่ย  $846.12 \pm 105.52$  และ  $696.25 \pm 165.90$  เมตร ตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) สังคมพืชบริเวณเชิงเขา มีค่าเฉลี่ยสูงสุด  $24.24 \pm 0.52$  องศาเซลเซียส ตามด้วย สังคมพืชบริเวณกลางเขา และสังคมพืชบริเวณยอดเขา มีค่าเฉลี่ย  $23.56 \pm 0.79$  และ  $22.23 \pm 1.02$  องศาเซลเซียส ตามลำดับ สำหรับทิศด้านลาด ความลาดชัน และปริมาณน้ำฝนรายปี ของแต่ละสังคมพืชไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เป็นปัจจัยเชิงพื้นที่ไม่มีผลต่อความแตกต่างของสังคมพืช (ตารางที่ 12)

จากการจัดลำดับของปัจจัยเชิงพื้นที่ต่อการปรากฏของสังคมพืชด้วยวิธี Canonical Correspondence Analysis (CCA) (ภาพที่ 7) พบว่า การใช้ค่า eigenvalue บนแกน (axis) แกนที่ 1 และ 2 ในการอธิบายผลความสัมพันธ์จึงให้ความถูกต้องมากที่สุด โดยค่า eigenvalue บนแกนที่ 1 แกนที่ 2 และแกนที่ 3 เท่ากับ 0.890, 0.813 และ 0.630 ตามลำดับ โดยปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับแกนที่ 1 คือ อุณหภูมิเฉลี่ย (TEM) ความลาดชัน (SLP) และปริมาณน้ำฝนรายปี (PRE) โดยมีความสัมพันธ์  $r^2$  เท่ากับ 0.89, 0.56 และ 0.02 ตามลำดับ และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับแกนที่ 1 คือ ทิศด้านลาด (ASP) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (DTW) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ELE) โดยมีความสัมพันธ์  $r^2 = 0.17, 0.79$  และ  $0.95$  ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Guoqing *et al.* (2008) และต่อลาภ และคณะ (2559) พบว่าความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางมีความสัมพันธ์กับสังคมพืชอย่างมีนัยสำคัญสูงถึงมากกว่าร้อยละ 60 และยังมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนรายปีด้วยเช่นกัน

**ตารางที่ 12** การเปรียบเทียบปัจจัยเชิงพื้นที่ของสังคมพืช ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน

Spatial factors	LF	MF	HF	p-value
Elevation (m.)	696.25±165.90 <sup>a</sup>	846.12±105.52 <sup>b</sup>	1,152.50±212.92 <sup>a</sup>	**
Aspect (°)	194.24±26.49	167.67±46.59	191.12±83.60	0.694
Slope (%)	10.17±4.21	11.49±4.54	7.39±3.81	0.173
DistanceWater (m.)	225.92±451.84 <sup>a</sup>	1,016.64±579.14 <sup>b</sup>	1,914.02±496.31 <sup>c</sup>	***
Temperature (C°)	24.24±0.52 <sup>a</sup>	23.56±0.79 <sup>a</sup>	22.23±1.02 <sup>b</sup>	**
Precipitation (mm)	1,076.50±16.98	1,065.50±11.78	1,064.25±8.73	0.236

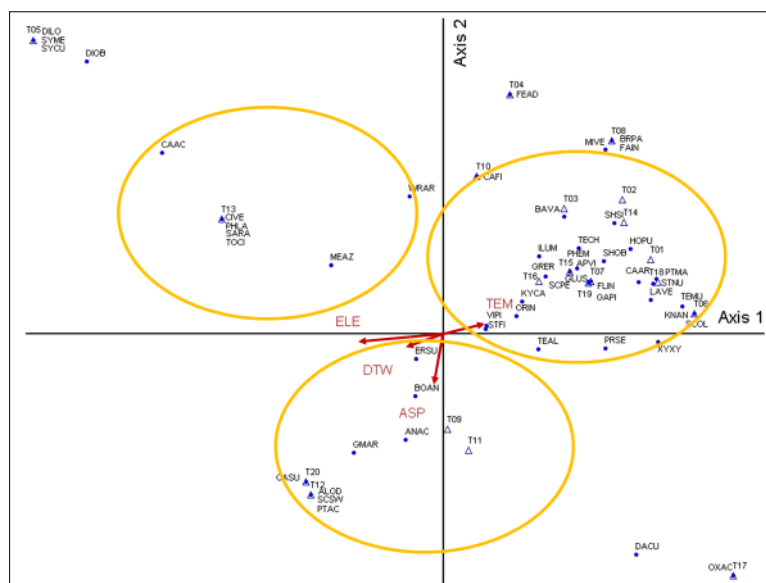
หมายเหตุ Significant: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , and  $p < 0.001$

LF คือ สังคมพืชบริเวณเชิงเขา (Low Forest)

MF คือ สังคมพืชบริเวณกลางเขา (Medium Forest)

HF คือ สังคมพืชบริเวณยอดเขา (High Forest)

เมื่อพิจารณาชนิดไม้เด่นในแต่ละสังคมพืชกับความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงพื้นที่ (ภาพที่ 7) พบว่า อุนทุมิเฉลิย (TEM) ความลาดชัน (SLP) และปริมาณน้ำฝนรายปี (PRE) การปรากฏของชนิดไม้ที่พบในบริเวณนี้ คือ กาสามปึก (*Vitex pinnata*: VIPI) เพกา (*Oroxylum indicum*: ORIN) เสียงฝ้าย (*Kydia calycina*: KYCA) รกฟ้า (*Terminalia alata*: TEAL) ซึ่งเป็นชนิดไม้ที่ปรากฏในสังคมพืชบริเวณเชิงเขา ส่วนทิศด้านลาด (ASP) และระยะห่างจากแหล่งน้ำ (DTW) การปรากฏของชนิดไม้ที่พบในบริเวณนี้ คือ ซ้อ (*Gmelina arborea*: GMAR) จีวป่า (*Bombax anceps*: BOAN) ทองกลางป่า (*Erythrina subumbrans*: ERSU) ซึ่งเป็นชนิดไม้ที่ปรากฏในสังคมพืชบริเวณกลางเขา ขณะที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ELE) การปรากฏของชนิดไม้ที่พบในบริเวณนี้ คือ เลียน (*Melia azedarach*: MEAZ) ยมหอม (*Toona ciliata*: TOCI) มะคำดีควาย (*Sapindus rarak*: SARA) อบเชย (*Cinnamomum verum*: CIVE) แหลงุก (*Phoebe lanceolata*: PHLA) ซึ่งเป็นชนิดไม้ที่ปรากฏในสังคมพืชบริเวณยอดเขา และไม่สักเป็นชนิดไม้ที่มีความสัมพันธ์กับทุกปัจจัยเชิงพื้นที่ที่สามารถพบการปรากฏในแต่ละสังคมพืช



ภาพที่ 7 การจัดลำดับของปัจจัยเชิงพื้นที่ต่อการปรากฏของสังคมพืช ในธรรมชาติ  
บริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน

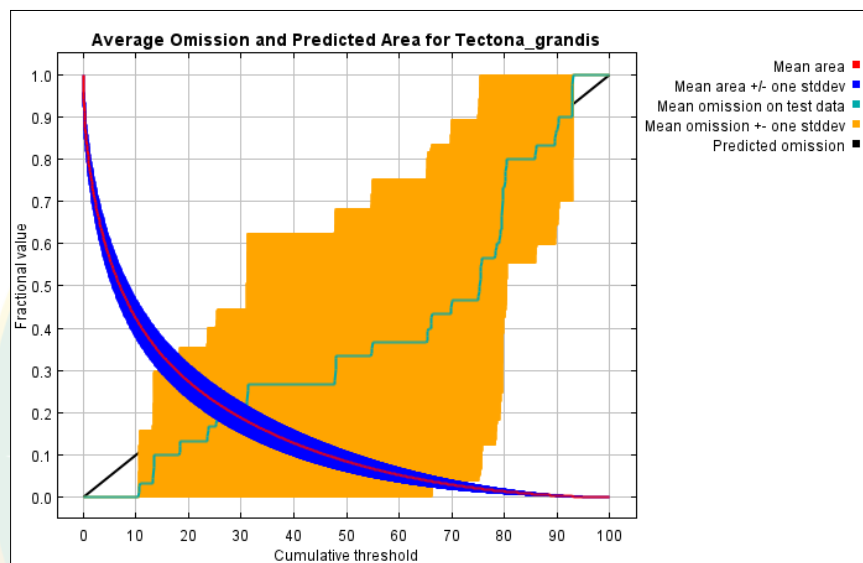
### แบบจำลองความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงพื้นที่ต่อกันที่ขึ้นของไม้สัก

#### 1. ประสิทธิภาพแบบจำลองทางระบบนิเวศ

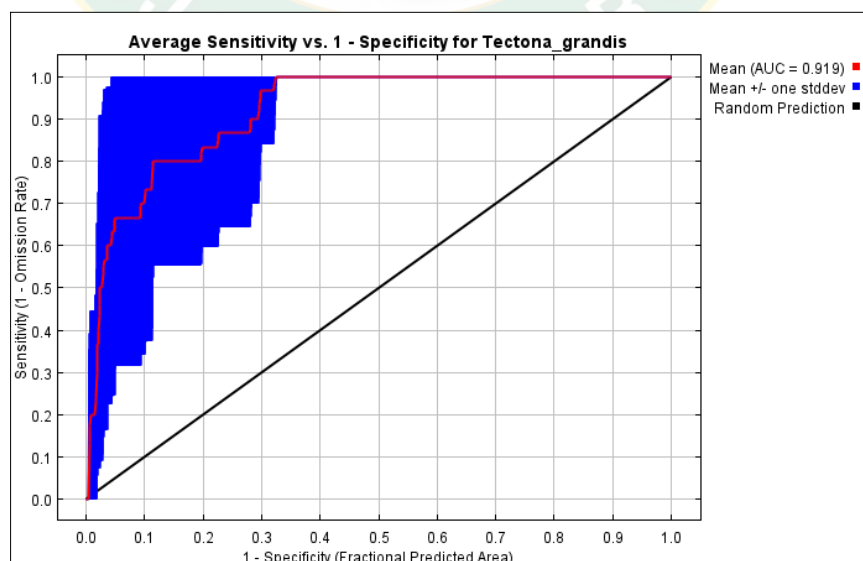
พบว่า สามารถประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยใช้ค่า Omission-commission rate โดยแสดงเส้นสีแดง คือ พื้นที่เฉลี่ย เส้นสีดำ คือ อัตราการละเว้นที่คาดการณ์ไว้ และเส้นสีฟ้าอ่อน คือ Omission-commission rate ของตัวอย่างแบบจำลอง (ภาพที่ 8)

การวิเคราะห์เส้นโค้งลักษณะการทำงานของตัวรับสัญญาณที่ไม่ขึ้นกับเกณฑ์ประสิทธิภาพของ ROC แสดงโดยพื้นที่ใต้เส้นโค้ง AUC (ภาพที่ 9) เมื่อเส้นโค้ง ROC คือ พล็อตของการตอบสนองของแบบจำลอง (เศษส่วนที่เป็นบวกจริง) กล่าวคือ ไม่มีข้อผิดพลาดในการละเว้นและสัดส่วนของการขาดที่คาดการณ์ไว้ไม่ถูกต้อง (1-ความจำเพาะ) หรือเศษส่วนที่เป็นเท็จ เช่น ข้อผิดพลาดค่าคอมมิชชัน ความจำเพาะถูกกำหนดโดยใช้พื้นที่คาดการณ์ แทนที่จะเป็นค่าคอมมิชชันที่แท้จริง ค่า AUC เป็น 0.50 บ่งชี้ว่า แบบจำลองนั้นใกล้เคียงกับการสุ่มและเป็นตัวทำนายที่ไม่ดี ในขณะที่ค่า 1 แสดงถึงความแม่นยำของแบบจำลองที่ดีที่สุด ผลลัพธ์ของแบบจำลองควรได้รับการประเมินอย่างเข้มงวด เนื่องจากนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิตนั้น ครอบคลุมพื้นที่ที่กว้างกว่าช่วงทางภูมิศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตและไม่ใช้พื้นที่ที่เหมาะสมทั้งหมดที่อาศัยอยู่ ดังนั้นแนะนำให้ใช้จำนวนข้อมูลสูงสุดที่มีอยู่สำหรับการกระจายพันธุ์และตัวแปรที่เชื่อมโยงโดยตรงกับการกระจายพันธุ์ในบริบทที่มีการสำรวจพื้นที่สำหรับการปรากฏของไม้สักธรรมชาติในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน

เมื่อค่า AUC < 0.5 บ่งชี้ว่าแบบจำลองใกล้เคียงกับการสุ่มและมีความสามารถในการทำนายไม่ดี ในขณะที่ค่า AUC 1 หมายถึง การทำนายที่สมบูรณ์แบบ ดังนั้นแบบจำลองแมกซ์เซนสำหรับการจำแนกศักยภาพดินที่ขึ้นของไม้สักร่วมกับปัจจัยเชิงพื้นที่ พบค่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง (Area Under Curve: AUC) มีค่าเท่ากับ 0.919 ถือว่าอยู่ในระดับความน่าเชื่อถือสูงมาก ซึ่งบ่งบอกถึงชุดข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจ มีความสามารถในการทำนายที่ดีเยี่ยม หมายความว่า ปัจจัยเชิงพื้นที่มีผลต่อการกระจายของไม้สักมาก ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 8 Omission และ Predicted ของแบบจำลอง



ภาพที่ 9 ค่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง (Area Under Curve: AUC)



## 2. สัดส่วนความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงพื้นที่

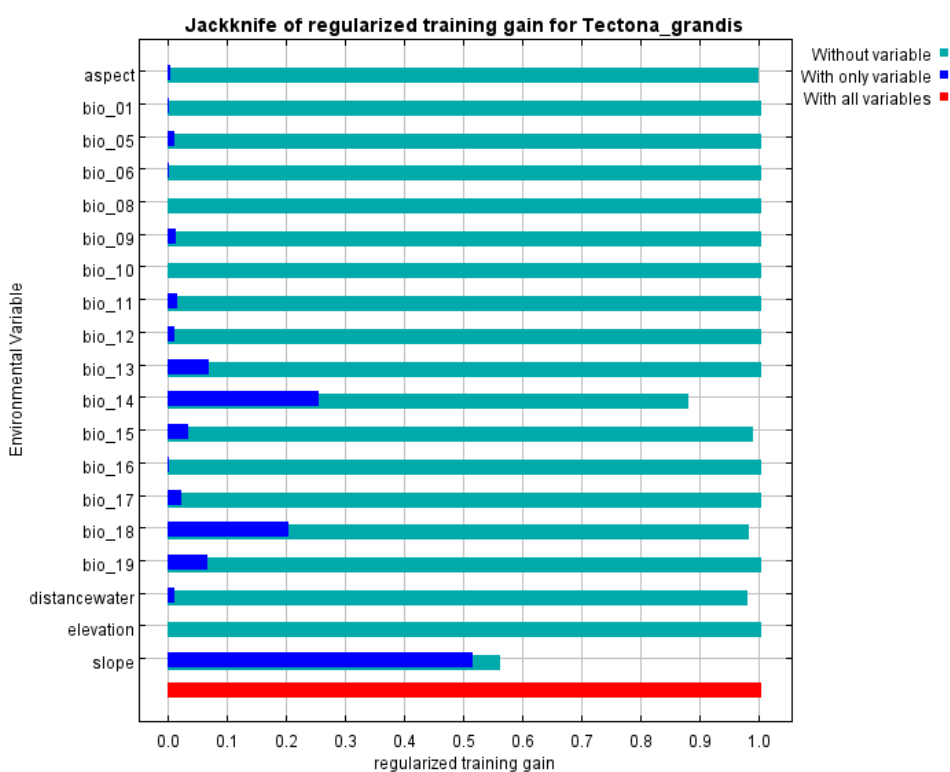
เมื่อพิจารณาค่าสัดส่วนความสัมพันธ์ (percent contribution) ของปัจจัยเชิงพื้นที่จากแบบจำลอง พบว่า ปัจจัยเชิงพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อการกระจายถิ่นที่ขึ้นของไม้สักมากที่สุด คือ ความลาดชัน (Slope) มีค่าความสำคัญร้อยละ 50.4 ส่วนปัจจัยเชิงพื้นที่ที่มีความสำคัญลดลงมา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนแล้งมากที่สุด (bio14) ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูร้อน (bio18) ปริมาณน้ำฝนตามช่วงฤดูกาล (bio15) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (DistanceWater) ปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนชุกมากที่สุด (bio13) และทิศด้านลาด (Aspect) ค่าความสำคัญร้อยละ 29.5, 13.6, 2.7, 1.7, 1.4 และ 0.3 ตามลำดับ ในขณะที่ปัจจัยเชิงพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อถิ่นที่ขึ้นของไม้สักน้อย ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (bio01) อุณหภูมิสูงสุดในเดือนที่ร้อนที่สุด (bio05) อุณหภูมิต่ำสุดในเดือนที่หนาวที่สุด (bio06) อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน (bio08) อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง (bio09) อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูร้อน (bio10) อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูหนาว (bio11) ปริมาณน้ำฝนรายปี (bio12) ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูฝน (bio16) ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูแล้ง (bio17) ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูหนาว (bio19) และความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (Elevation) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ไม้สักธรรมชาติสามารถพบการกระจายได้ ดังตารางที่ 13 และภาพที่ 10

ตารางที่ 13 ค่าสัดส่วนความสัมพันธ์ (percent contribution) ของปัจจัยเชิงพื้นที่

ปัจจัยเชิงพื้นที่	ค่าสัดส่วนความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงพื้นที่
Slope	50.4
bio14	29.5
bio18	13.6
bio15	2.7
DistanceWater	1.7
bio13	1.4
Aspect	0.3
bio01	0.1
bio05	0.1
bio06	0.1
bio08	0.1
bio09	0.1
bio10	0.1

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ปัจจัยเชิงพื้นที่	ค่าสัดส่วนความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงพื้นที่
bio10	0.1
bio11	0.1
bio12	0.1
bio16	0.1
bio17	0.1
bio19	0.1
Elevation	0.1



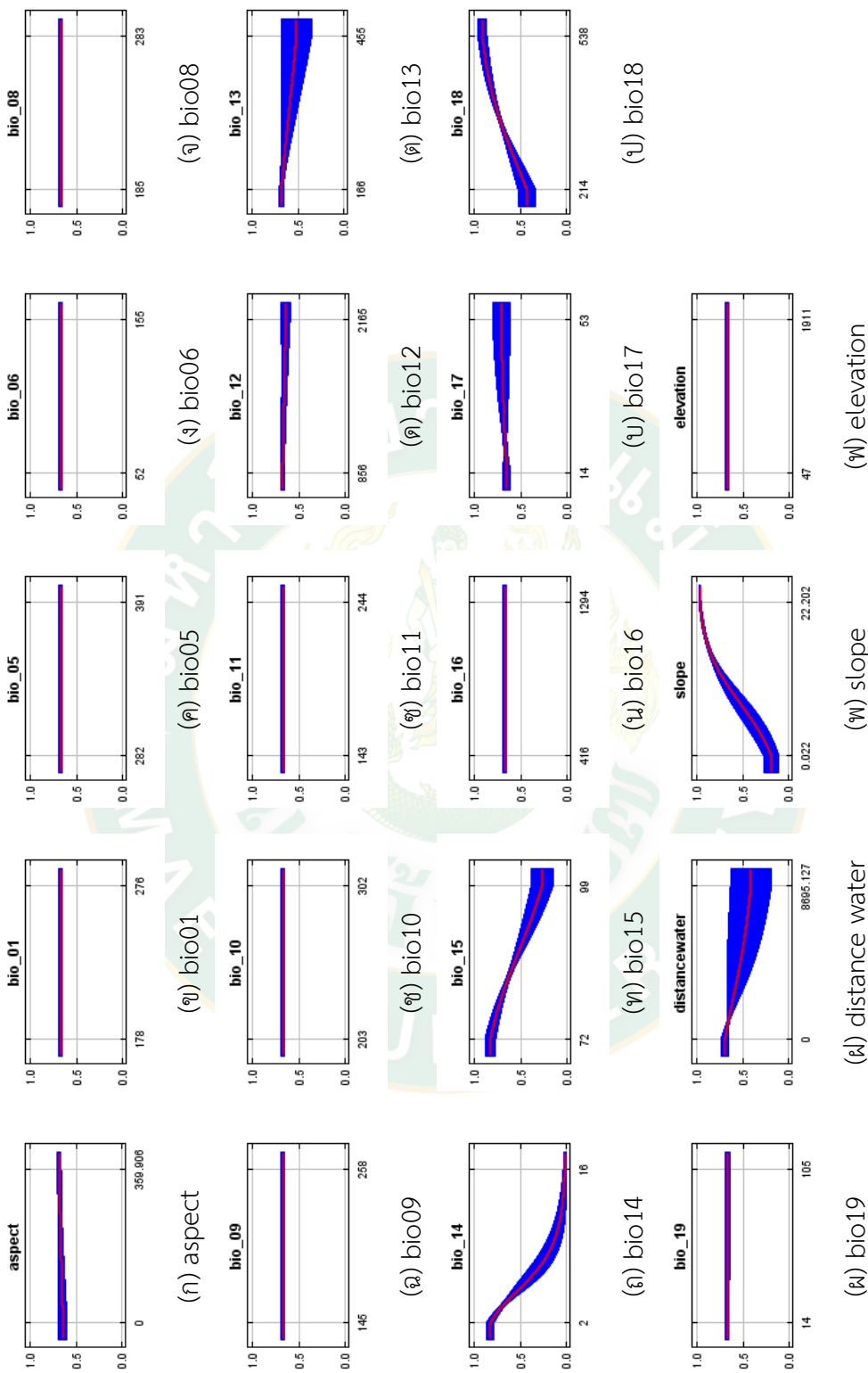
ภาพที่ 10 ค่าสัดส่วนความสัมพันธ์ (percent contribution) ของปัจจัยเชิงพื้นที่

เมื่อพิจารณารูปของความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงพื้นที่ต่อถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก โดยแกน X แทนระยะห่างจากปัจจัยแวดล้อม ส่วนแกน Y แทนค่าความน่าจะเป็นในการปรากฏของไม้สัก (ภาพที่ 11) พบว่า แนวโน้มของการกระจายของไม้สักธรรมชาติขึ้นอยู่กับช่วงความเหมาะสมของปัจจัยเชิงพื้นที่ เมื่อปัจจัยเชิงพื้นที่มีค่าที่สูงขึ้น หรือเข้าใกล้ 1 ปัจจัยความลาดชันและ

ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูร้อนมากขึ้น จะพบการปรากฏของไม้สักธรรมชาติมากขึ้น ขณะที่ปัจจัยเชิงพื้นที่ที่มีค่าต่ำลง หรือเข้าใกล้ 0 ปัจจัยปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนตกมากที่สุด ปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนแล้งมากที่สุด ปริมาณน้ำฝนตามช่วงฤดูกาล และระยะห่างจากแหล่งน้ำใกล้เคียง จะพบการปรากฏของไม้สักธรรมชาติลดลง ดังต่อไปนี้

- 1) ทิศด้านลาด (aspect) (ภาพที่ 11ก) สามารถพบไม้สักได้ครอบคลุมทุกทิศทาง
- 2) ปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนชุกมากที่สุด (bio13) มีค่าระหว่าง 166-455 มิลลิเมตร (ภาพที่ 11ค) สามารถพบไม้สักกระจายสูง เมื่อปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนชุกมากที่สุดค่าอยู่ระดับต่ำ และกระจายลดลง ในปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนชุกมากที่สุดค่าอยู่ระดับสูงขึ้น
- 3) ปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนแล้งมากที่สุด (bio14) มีค่าระหว่าง 2-16 มิลลิเมตร (ภาพที่ 11ด) สามารถพบไม้สักกระจายสูง เมื่อปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนแล้งมากที่สุดค่าอยู่ระดับต่ำ และกระจายลดลง ในปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนแล้งมากที่สุดค่าอยู่ระดับสูงขึ้น
- 4) ปริมาณน้ำฝนตามช่วงฤดูกาล (bio15) มีค่าระหว่าง 72-99 มิลลิเมตร (ภาพที่ 11พ) สามารถพบไม้สักกระจายสูง เมื่อปริมาณน้ำฝนตามช่วงฤดูกาลค่าอยู่ระดับต่ำ และกระจายลดลง ในปริมาณน้ำฝนตามช่วงฤดูกาลค่าอยู่ระดับสูงขึ้น
- 5) ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูร้อน (bio18) มีค่าระหว่าง 124-538 มิลลิเมตร (ภาพที่ 11ป) สามารถพบไม้สักกระจายสูง เมื่อปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูร้อนค่าอยู่ระดับสูง และกระจายลดลง ในปริมาณน้ำฝนตามช่วงฤดูกาลค่าอยู่ระดับต่ำลง
- 6) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (distance water) มีค่าระหว่าง 0-8,695 เมตร (ภาพที่ 11ผ) สามารถพบไม้สักธรรมชาติกระจายสูง เมื่อระยะห่างจากแหล่งน้ำค่าอยู่ระดับต่ำหรือใกล้แหล่งน้ำ และกระจายลดลง ในระยะห่างจากแหล่งน้ำค่าอยู่ระดับสูงขึ้นหรือไกลแหล่งน้ำ
- 7) ความลาดชัน (slope) มีค่าระหว่าง 0.02-22.20 องศา (ภาพที่ 11ข) สามารถพบไม้สักกระจายสูง เมื่อความลาดชันค่าอยู่ระดับสูง และกระจายลดลง ในความลาดชันค่าอยู่ระดับต่ำลง

ปัจจัยเชิงพื้นที่ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าความลาดชันและและปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูร้อน มีบทบาทสำคัญในการกระจายของไม้สักธรรมชาติในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยเฉพาะไม้สักที่สามารถขึ้นได้ในพื้นที่สูงกว่าจากระดับน้ำทะเลปานกลางถึง 1,236 เมตร โดยแตกต่างจากไม้สักธรรมชาติพื้นที่อุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่ (Kamyo *et al.*, 2021) ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางน้อยกว่า 700 เมตร พบสภาพการกระจายที่มีความลาดชันและปริมาณน้ำฝนค่อนข้างน้อย กล่าวคือ พื้นที่ความลาดชันมากส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาจะไหลผ่านผิวดินอย่างรวดเร็ว ความสามารถในการกักเก็บน้ำมีน้อย ดังนั้นถิ่นที่ขึ้นของไม้สักธรรมชาติในพื้นที่สูง จะมีสภาพพื้นที่ความลาดชันมากและต้องการปริมาณน้ำฝนมากในทุกช่วงฤดู จึงจะมีปริมาณน้ำหรือความชื้นให้เพียงพอต่อการใช้ในการเติบโตและสังเคราะห์แสงได้ตลอดปี



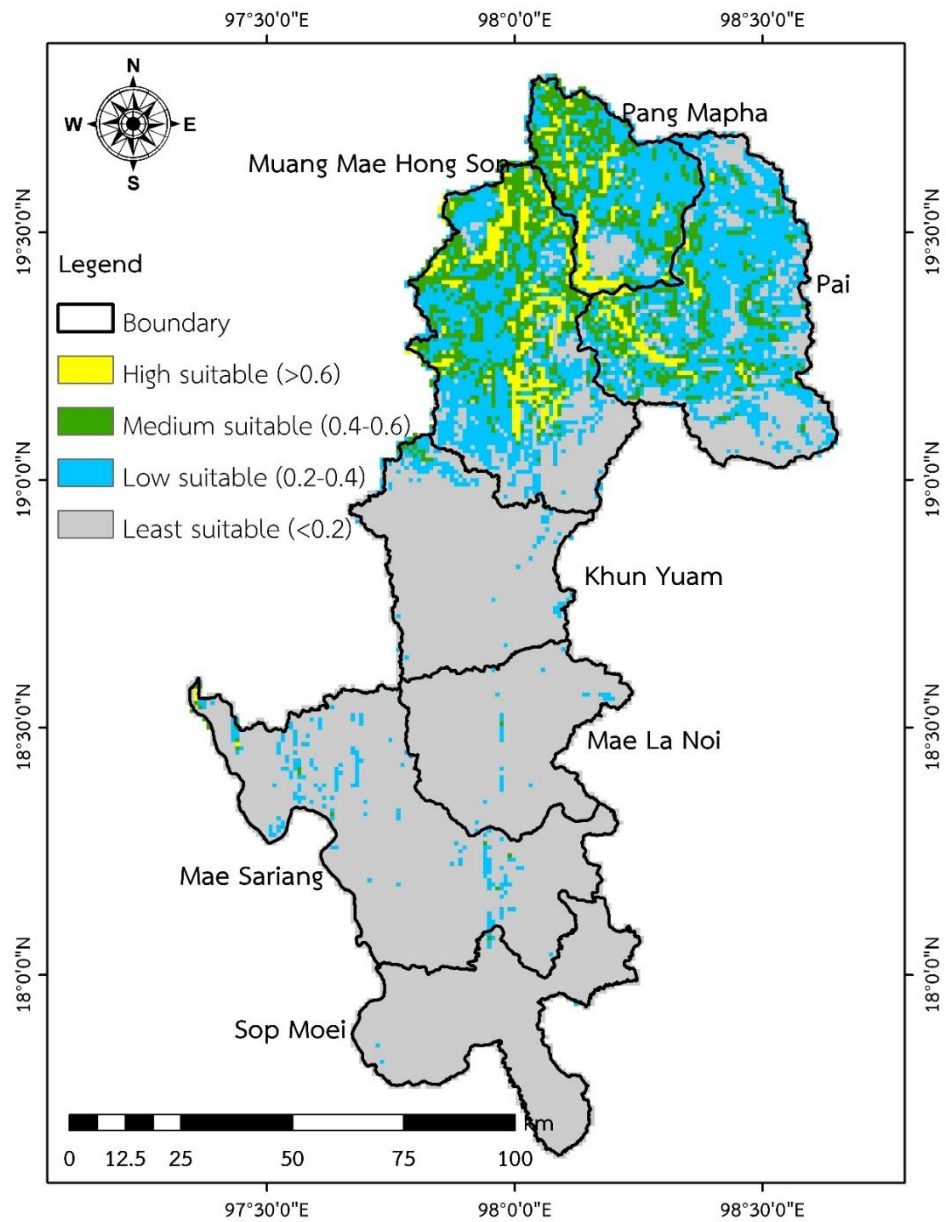
ภาพที่ 11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏของไม้สักกับปัจจัยเชิงพื้นที่

### การจำแนกศักยภาพที่ดินที่ขึ้นของไม้สักในธรรมชาติ พื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน

การจำแนกศักยภาพที่ดินที่ขึ้นของไม้สักในธรรมชาติ พื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยใช้ชั้นข้อมูล ปัจจัยแวดล้อม (the environmental layers in ASCII) รูปแบบไฟล์ ASCII กำหนดระดับของ ศักยภาพที่คาดการณ์ไว้ของแบบจำลองของการปรากฏของไม้สัก แบ่งออกเป็น 4 ประเภท (IPCC, 2007 พบส่วนใหญ่ในระดับ (1) ความเหมาะสมต่ำที่สุด มีพื้นที่เท่ากับ 8,233.1 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 64.42 ของพื้นที่ทั้งหมด พบในทุกอำเภอของจังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยอำเภอสบเมยพบ ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 99.65 ตามด้วย (2) ความเหมาะสมต่ำ มีพื้นที่เท่ากับ 2,807.3 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 21.97 ของพื้นที่ทั้งหมด พบมากในพื้นที่อำเภอปาย อำเภอ ปางมะผ้า และอำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน คิดเป็นร้อยละ 50.87, 47.48 และ 39.35 ตามลำดับ (3) ความเหมาะสมปานกลาง มีพื้นที่เท่ากับ 1,244.4 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 9.74 ของพื้นที่ ทั้งหมด พบมากในพื้นที่อำเภอปางมะผ้า อำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน และอำเภอปาย คิดเป็นร้อยละ 30.95, 23.80 และ 14.44 ตามลำดับ และ (4) ความเหมาะสมสูง มีพื้นที่เท่ากับ 495.8 ตาราง กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 3.88 ของพื้นที่ทั้งหมด พบเพียงพื้นที่อำเภอปางมะผ้า อำเภอเมือง แม่ฮ่องสอน อำเภอปาย และอำเภอแม่สะเรียง คิดเป็นร้อยละ 12.21, 11.51, 3.99 และ 0.12 ตามลำดับ ดังตารางที่ 11 และภาพที่ 12

ตารางที่ 14 ระดับศักยภาพที่ดินที่ขึ้นของไม้สักธรรมชาติ พื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน

อำเภอ	ความเหมาะสมต่ำที่สุด		ความเหมาะสมต่ำ		ความเหมาะสมปานกลาง		ความเหมาะสมสูง	
	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
เมืองแม่ฮ่องสอน	587.7	25.35	912.4	39.35	551.9	23.80	266.8	11.51
ขุนยวม	1,536.2	94.82	74.2	4.58	9.7	0.60	0	0
ปาย	705.9	30.70	1,169.7	50.87	332.1	14.44	91.7	3.99
แม่สะเรียง	2,512.5	95.32	110.8	4.20	9.3	0.35	3.2	0.12
แม่ลาน้อย	1,354.4	98.85	14.9	1.09	0.8	0.06	0	0
สบเมย	1,433.8	99.65	4.2	0.29	0.8	0.06	0	0
ปางมะผ้า	102.7	9.36	521.0	47.48	339.7	30.95	134.0	12.21
<b>ทั้งจังหวัด</b>	<b>8,233.1</b>	<b>64.42</b>	<b>2,807.3</b>	<b>21.97</b>	<b>1,244.4</b>	<b>9.74</b>	<b>495.8</b>	<b>3.88</b>



ภาพที่ 12 ระดับศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของไม้สักธรรมชาติ พื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน

เมื่อพิจารณาด้านที่ขึ้นของไม้สักธรรมชาติโซนป่าสักนวมินทร์ราชินี ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน เขตการปกครองในระดับอำเภอ ระดับความเหมาะสมสูงอยู่ในเขตอำเภอปางมะผ้า อำเภอปาย อำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน ซึ่งเป็นพื้นที่ทางตอนบนของจังหวัด อันเนื่องมาจากสภาพภูมิประเทศ และ ภูมิอากาศที่ใกล้เคียงกันทำให้เหมาะสมต่อการปรากฏของไม้สัก (Royal Forest Department, 2013) สำหรับระดับความเหมาะสมสูงส่วนใหญ่เป็นการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมสักในถิ่นกำเนิด (In-

situ gene conservation) ปัจจุบันได้รับการดูแลค่อนข้างดีเนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตป่าอนุรักษ์ (Khaosaard, 1992) ในอดีตเนื่องจากได้มีการทำไม้สักออกจากป่าธรรมชาติ ถิ่นกำเนิดและการกระจายพันธุ์ของไม้สักธรรมชาติทรุดโทรมลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้พื้นที่ป่าสักธรรมชาติก็ถูกบุกรุกทำลาย เพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัย และทำกินอย่างกว้างขวาง พื้นที่ป่าสักธรรมชาติที่มีอยู่ จึงลดลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในเขตทางตอนล่างของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ส่วนใหญ่พบระดับความเหมาะสมน้อย และระดับความเหมาะสมน้อยมาก



## บทที่ 5

### สรุป และข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการวิจัย

สังคมพืชในพื้นที่ธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบจำนวนชนิดของไม้ใหญ่ 54 ชนิด 50 สกุล 28 วงศ์ ระดับการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ ประกอบด้วยจำนวน 5 ชนิด 13 สกุล 10 วงศ์ สามารถจำแนกสังคมพืชย่อย 3 สังคม ได้แก่ สังคมพืชบริเวณเชิงเขา พบจำนวนชนิดไม้ใหญ่ 20 ชนิด 19 สกุล 15 วงศ์ ชนิดไม้ที่มีดัชนีความสำคัญคือ สัก แดง ตะแบกเลือด มะแฟน และกระพี้เขาควาย สังคมพืชบริเวณกลางเขา พบจำนวนชนิดไม้ใหญ่ 31 ชนิด 29 สกุล 20 วงศ์ ชนิดไม้ที่มีดัชนีความสำคัญคือ สัก เต็ง รกฟ้า แดง และรัง สังคมพืชบริเวณยอดเขา พบจำนวนชนิดไม้ใหญ่ 36 ชนิด 34 สกุล 16 วงศ์ ชนิดไม้ที่มีดัชนีความสำคัญ คือ สัก ปอหูช้าง ส้านใหญ่ เลียงผ้าย และตะเคียน ชนิดไม้ป่าเบญจพรรณไปส่วนใหญ่ โดยพบชนิดไม้ป่าผสมผลัดใบได้ในทุกระดับความสูงของพื้นที่ เช่น สัก แดง ขณะที่ชนิดไม้ป่าเต็งรังขึ้นปะปน เช่น เต็ง รัง พบในที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,000 เมตร สังคมพืชส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ต่อปัจจัยแวดล้อมเชิงพื้นที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะระยะห่างจากแหล่งน้ำ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และอุณหภูมิเฉลี่ย ส่วนทิศด้านลาด ความลาดชัน และปริมาณน้ำฝนรายปี เป็นปัจจัยเชิงพื้นที่ไม่มีผลต่อสังคมพืชในแต่ละระดับความสูงของพื้นที่

การทดสอบแบบจำลอง สำหรับชุดข้อมูลไม้สักธรรมชาติ บริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ของพื้นที่โครงการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมไม้สักฯ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่มีไม้สักธรรมชาติขึ้นกระจายอยู่เป็นบริเวณกว้าง ซึ่งพบว่าความสามารถในการทำนายที่ดีเยี่ยม ค่า AUC มีค่าเท่ากับ 0.919 ปัจจัยที่มีผลต่อถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก ได้แก่ ความลาดชัน ปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนแล้งมากที่สุด ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูร้อน ปริมาณน้ำฝนตามช่วงฤดูกาล ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ฝนชุกมากที่สุด และทิศด้านลาด ศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของไม้สักธรรมชาติ พื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบ ความเหมาะสมต่ำที่สุด ความเหมาะสมต่ำ ความเหมาะสมปานกลาง และความเหมาะสมสูง คิดเป็นร้อยละ 64.42, 21.97, 9.74 และ 3.38 ของพื้นที่ทั้งหมด สำหรับอำเภอปางมะผ้า อำเภอปาย และอำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน พบในระดับความเหมาะสมสูง ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนจัดการพัฒนาปลูกฟื้นฟูไม้สักธรรมชาติ สำหรับพัฒนาในพื้นที่เพื่อเพิ่มเติมประชากรไม้สักในพื้นที่เหมาะสมสูง รวมไปถึงจนถึงการวางแผนการป้องกันพื้นที่ที่มีไม้สักได้



อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากพื้นที่ที่มีไม้สักมีสภาพเสื่อมโทรมลงจากการบุกรุกพื้นที่ในอดีต และปัจจุบันทำให้ประชากรไม้สักไม่สามารถที่จะฟื้นตัวได้ ทำให้การวางแผนปลูกฟื้นฟูในพื้นที่เหมาะสมสูง จะช่วยให้ประชากรไม้สักในพื้นที่สูงเพิ่มขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการดูแลรักษาพื้นที่ที่สามารถวางแผนจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### ข้อเสนอแนะ

ปัญหาสภาพพื้นที่อันเป็นปัจจัยแวดล้อมที่เป็นปัจจัยจำกัด การกระจายของสังคมพืชและถิ่นที่ขึ้นของไม้สักธรรมชาติ มีความแปรผันไปตามปัจจัยทางกายภาพ รวมทั้งปัจจัยชีวภูมิอากาศ ในอนาคตจากสภาพปัญหาภาวะโลกร้อนที่มีความรุนแรงมากขึ้น อาจส่งผลกระทบต่อการตั้งตัวและการปรากฏของสังคมพืชและถิ่นที่ขึ้นของไม้สักธรรมชาติจากสภาพพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงไปและมีความเสี่ยงต่าง ๆ เช่น เขตเงาฝนหรือพื้นที่ที่ตั้งอยู่ในทิศด้านลาดอาจได้รับปริมาณน้ำฝนน้อย อุณหภูมิสูงขึ้นอันก่อให้เกิดความแห้งแล้งพื้นที่สูงชั้นได้รับปริมาณน้ำฝนและมีการกักเก็บความชื้นลดลง ดังนั้นในการวางแผนการจัดการป่าไม้ควรคำนึงถึงประเด็นปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ในแผนการจัดการร่วมด้วย

แบบจำลองแม้จะประเมินการกระจายของไม้สักธรรมชาติ แต่ผลการจำแนกศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก พบว่า การปรากฏของไม้สักธรรมชาติส่วนใหญ่มีความเหมาะสมน้อยที่สุด เนื่องจากการกำหนดขนาดของปัจจัยแวดล้อมที่นำมาวิเคราะห์ คือ 1000x1000 เมตร ทำให้การประเมินการจำแนกศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของไม้สักอาจเกิดความคาดเคลื่อนได้ ดังนั้น การคำนึงถึงภูมิอากาศขนาดเล็ก (micro climate) ปัจจัยนิเวศเฉพาะเจาะจง (ecological niche) และข้อมูลปัจจัยแวดล้อมบางประการ เช่น ดิน หิน เป็นต้น ที่เหมาะสมต่อถิ่นที่ขึ้นของไม้สักที่ค่อนข้างจำกัด เพื่อลดความคลาดเคลื่อนดังกล่าวจำเป็นต้องพิจารณาในการศึกษาครั้งต่อไป

## บรรณานุกรม

- Anderson RP, Lew D, and Peterson AT. 2003. Evaluating predictive models of species distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling*. 162(3):211–232.
- Dormann F, McPherson CM, Araujo JB, Bivand M, Bolliger R, Carl J, Davies GG, Hirzel R, Jetz A, Daniel KW, et al. 2007. Methods to account for spatial autocorrelation in the analysis of species distributional data: a review. *Ecography*. 30(5):609–628.
- Fielding A.H. and Bell J.F. 2007. A review of methods for assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environment Conservation*. 24: 38-49.
- Franklin, J. 2009. *Mapping Species Distribution: Spatial Inference and Prediction*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Guoqing, L., Xiaon, W., Hua, G. and Zhihong, Z. 2008. Effects of ecological factors on plant communities of Ziwuling Mountain, Shannxi Province, China. *Acta Phytoecological Sinica*. 18(3): 209-218.
- Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G. and Jarvis A. 2005. A very high resolution interpolated climate surface for global land areas. *International Journal of Climatology*. 25: 1965-2198.
- IPCC. 2007. Contribution of Working Groups I, II, III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2007. Synthesis Report*, Geneva.
- Jane Elith and John R. Leathwick. 2009. Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time. *Ecology, Evolution, and Systematic*, 40:677-697.
- Jaryan V, Datta A, Uniyal SK, Kumar A, Gupta RC, Singh RD. 2013. Modelling potential distribution of *Sapium sebiferum* an invasive tree species in Western Himalaya. *Current Science*. 105(9):1282–1288.
- 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.
- Kamyo, T. Pattanakiat, S. Asanok, L. Samanmit, K. Cherpaiboon, A. Thinkamphaeng, S. and Marod, D. 2021. Predicting the Natural Suitability of Teak (*Tectona grandis* L. f.) at Mae Yom National Park, Phrae Province, Thailand Using Logistic

- Regression Model. *Environmental Science and Management*. 24-2: 48-53.
- Kent, M., Lues, R. and Coker, P. 1994. The general classification of rhesus macaques, *Macaca mulatta*. *Journal of Biology Assay*. 11(6): e363.
- Khanum R., Mumtaz A.S. and Kumar S. 2013. Predicting impacts of climate change on medicinal asclepiads of Pakistan using Maxent modeling. *Acta Oecologica*. 49: 23-31.
- Khaosaard, A. 1992. Teak origin test (part 2) yield and quality of wood. In Seminar 50 years Huay Tak Teak plantation. Kasetsart University.
- Land Development Department. 2019. The Royal-Initiated Teak gene conservation area and people development in Khong-Pai watershed, Mae Hong Son province. Available source. [http://www.ddd.go.th/web\\_kingproject/Project/Queen/6-034.pdf](http://www.ddd.go.th/web_kingproject/Project/Queen/6-034.pdf), January 4, 2022.
- Mace, G. M., and R. Lande. 1991. Assessing extinction threats: toward a reevaluation of IUCN threatened species categories. *Conservation Biology* 5: 148-157.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecology diversity and Its Measurement*. London: Croom Helm.
- 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.
- Moonsan, S. 1992. Import and Export Teak of Thailand. In Seminar 50 years Huay Tak Teak plantation. Kasetsart University.
- Oosting, H. J. 1956. *The study of plant communities: An introduction to plant ecology*. 2nd ed. United States: W. H. Freeman.
- Phillips S., and Dudk M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*. 31(2): 161-175.
- Phillips, S. J., R.P. Anderson and R.E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecology Modelling* 190: 231-259.
- Ratnaparkhi, A. 1997. *A simple introduction to maximum entropy models for natural language processing*. Institute for Research in Research in cognitive Science, University of Pennsylvania. (Mimeographed).
- Richards, P. W. 1981. *The Tropical Rainforest: An Ecological Study*. London: Cambridge University Press.
- Royal Forest Department. 2013. *Thai Teak Knowledge*. Available source. <http://forprod.forest.go.th/forprod/KM/PDF/teak.pdf>, January 4, 2022.
- Scheldeman X. and Zonneveld M. 2010. *Training Manual on Spatial Analysis of Plant Diversity and Distribution*. Biodiversity International, Rome.
- Smitinand T. 1977. *Vegetation and ground cover of Thailand*. Technical Paper No.1 Department of Forest Biology. Faculty of Forestry, Kasetsart University.

- Sørensen, T. A. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biol. Skr.* 5(4): 1-34.
- Swanti S., Kusum A., Dhruval B. and Rajkanti K. 2018. Modeling habitat suitability of *Perilla frutescens* with MaxEnt in Uttarakhand A conservation approach. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants.* 10: 99-105.
- Stace, C. A. 1980. *Plant taxonomy and biosystematics.* Contemporary Biology. London. 174-175.
- Syartinilia and S. Tsuyuki. 2008. Gis-Based Modeling of Javan Hawk-Eagle Distribution Using Logistic and Autologistic Regression Models. *Biological Conservation* 141: 756-769.
- Tansley, A. G. 1939. British ecology during the past quarter-century: the plant community and the ecosystem. *Journal of Ecology*, 27(2), 513-530.
- Trisurat, Y., B. Kanchanasaka and H. Kreft. 2014. Assessing Potential Effects of Land Use and Climate Change on Mammal Distribution in Northern Thailand. *Wildlife research* 41:522-536.
- WorldClim. 2016. Global Climate Data. Available Source: <https://worldclim.org/>, November 30, 2022.
- กรมป่าไม้. 2542. พรรณไม้ต้นของประเทศไทย. กรุงเทพฯ : ไดมอนด์.  
 \_\_\_\_\_ 2556. องค์ความรู้ไม้สักไทย. กรุงเทพฯ: กรมป่าไม้.
- โครงการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2541. คู่มือฝึกอบรบระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ (Arcview Version 3.0) สำหรับการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม. สำนักงานปลัดกระทรวงมหาดไทย, กรุงเทพฯ.
- โครงการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมไม้สักฯ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2562. แผนแม่บทโครงการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมไม้สักและพัฒนาคุณภาพชีวิตราษฎรบริเวณป่าลุ่มน้ำของ-ลุ่มน้ำปาย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ระยะ 3 ปี (พ.ศ. 2562-2564).กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
- จำลอง เพ็งคล้าย. 2545. ความหลากหลายและการเรียนรู้พรรณพืชเมืองไทย. *ราชบัณฑิตยสถาน*, 27(1).
- ดอกกรัก มารอด และอุทิศ กุฎอินทร์. 2552. นิเวศวิทยาป่าไม้. กรุงเทพฯ: คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดอกกรัก มารอด. 2538. แบบแผนการทดแทนชั้นทุติยภูมิในสังคมป่าผสมผลัดใบของสถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี. *วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.* มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ต่อลาภ คำโย คณิติน สมานมิตร และอานนท์ เชื้อไพบูลย์. 2559. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์เพื่อการจำแนกศักยภาพพื้นที่ขึ้นของไม้สัก (*Tectona grandis* L.f.) ในธรรมชาติ บริเวณอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่. *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*

- มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 8(8).
- ต่อลาภ คำโย. 2550. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจำแนกศักยภาพดินที่ขึ้นของไม้  
กฤษณาในธรรมชาติ บริเวณอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลี๊ว จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
โท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธวัชชัย สันติสุข. 2548. พืชถิ่นเดียวและพืชหายากของประเทศไทย. โครงการบริหารจัดการความ  
หลากหลายทางชีวภาพ ด้านป่าไม้และสัตว์ป่าแบบบูรณาการ เพื่อการอนุรักษ์และพัฒนการใช้  
ประโยชน์อย่างยั่งยืน. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- นิรันดร์รัตน์ ป้อมอิม. 2558. การแพร่กระจายและสถานภาพการอนุรักษ์พลับพลึงธาร (*Crinum  
thaianum* J. Schulze) ในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิวัต เรืองพานิช. 2558. นิเวศวิทยาทรัพยากรป่าไม้. กรุงเทพฯ : กองทุนจัดพิมพ์ตำราป่าไม้ คณะวน  
ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- พยัตติพล ณรงค์ชวณะ. 2556. เอกสารการสอนชุดวิชาระบบสารสนเทศและการวิจัยเพื่อจัดการ  
ทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, กรุงเทพฯ.
- มณฑิ โพธิ์ทัย. 2532. การปลูกสร้างสวนป่า. ส่วนแผนงานและสถิติ ฝ่ายทำไม้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ  
องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้.
- มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. 2550. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประ  
สงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เล่มที่ 15. กรุงเทพฯ : โครงการ.
- วีระพงษ์ สวงโท. 2544. การพัฒนาพันธุ์ไม้สักโดยการปรับปรุงพันธุ์. กรุงเทพฯ: กรมป่าไม้.
- สมราน สุดดี. 2561. "ว่านแผ่นดินเย็นนวลงาม" กล้วยไม้ชนิดใหม่ของโลก. จุลสารกรมอุทยานแห่งชาติ  
สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 14(2).
- ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน. 2550. สัก. กรุงเทพฯ: สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้.
- สอาด บุญเกิด. 2535. ความรู้เกี่ยวกับสักทอง. วารสารสักทอง, 13(17 กรกฎาคม-กันยายน 2535).  
องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้.
- สาลินี จันทร์ทอง. 2562. สถานภาพและการกระจายของประชากรปรังตากฟ้า (*Cycas  
nongnoochiae* K.D. Hill). วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สำนักงานหอพรรณไม้. 2557. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันท์ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.  
2557. กรุงเทพฯ: สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยาน  
แห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- สุชาติ โภชฌงค์. 2558. รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์การประเมินถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของสัตว์  
ป่าชนิดสำคัญในกลุ่มพื้นป่าภูเขียว-น้ำหนาว. ส่วนสารสนเทศด้านอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยาน  
แห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- อุทิศ กุฎอินทร์. 2542. นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวน  
ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.



ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 บัญชีรายชื่อชนิดไม้ในธรรมชาติบริเวณป่าสักนวมินทร์ราชินี จังหวัด  
แม่ฮ่องสอน

ที่	ชนิด	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์	ตัวย่อ
1	กระโดน	<i>Careya arborea</i>	LECYTHIDACEAE	CAAR
2	กระพี้เขาควาย	<i>Dalbergia cultrata</i>	FABACEAE	DACU
3	ก่อเด็ดย	<i>Castanopsis acuminatissima</i>	FAGACEAE	CAAC
4	กางขี้มอด	<i>Albizia odoratissima</i>	FABACEAE	ALOD
5	กาสามปึก	<i>Vitex pinnata</i>	LAMIACEAE	VIPI
6	กำลังเลือดม้า	<i>Knema angustifolia</i>	MYRISTICACEAE	KNAN
7	ขางหัวหมู	<i>Milusa velutina</i>	ANNONACEAE	MIVE
8	คูน	<i>Cassia fistula</i>	FABACEAE	CAFI
9	แคทราย	<i>Stereospermum fimbriatum</i>	BIGNONIACEAE	STFI
10	แคหางค่าง	<i>Fernandoa adenophylla</i>	BIGNONIACEAE	FEAD
11	จิวป่า	<i>Bombax anceps</i>	MALVACEAE	BOAN
12	ชมพู่ป่า	<i>Syzygium megacarpum</i>	MYRTACEAE	SYME
13	ซ้อ	<i>Gmelina arborea</i>	LAMIACEAE	GMAR
14	แดง	<i>Xylia xylocarpa</i>	FABACEAE	XYXY
15	ตะขบป่า	<i>Flacourtia indica</i>	SALICACEAE	FLIN
16	ตะคร้อ	<i>Schleichera oleosa</i>	SAPINDACEAE	SCOL
17	ตะคร้ำ	<i>Garuga pinnata</i>	BURSERACEAE	GAPI
18	ตะเคียนหนู	<i>Anogeissus acuminata</i>	COMBRETACEAE	ANAC
19	ตะแบกเลือด	<i>Terminalia mucronata</i>	COMBRETACEAE	TEMU
20	ตาด่มบก	<i>Falconeria insignis</i>	EUPHORBIACEAE	FAIN
21	เต็ง	<i>Shorea obtusa</i>	DIPTEROCARPACEAE	SHOB
22	ทองกลางป่า	<i>Erythrina subumbrans</i>	FABACEAE	ERSU
23	เนาใน	<i>Ilex umbellulata</i>	AQUIFOLIACEAE	ILUM
24	ประดู่	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	FABACEAE	PTMA
25	ปอกระสา	<i>Broussonetia papyrifera</i>	MORACEAE	BRPA
26	ปอแก่นเทา	<i>Grewia eriocarpa</i>	MALVACEAE	GRER
27	ปอหู่ช้าง	<i>Pterospermum acerifolium</i>	MALVACEAE	PTAC
28	เพกา	<i>Oroxylum indicum</i>	BIGNONIACEAE	ORIN
29	มหาพรหมราชินี	<i>Mitrephora sirikitiae</i>	ANNONACEAE	MISI
30	มะกอกเกลื้อน	<i>Canarium subulatum</i>	BURSERACEAE	CASU

## ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

ที่	ชนิด	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์	ตัวย่อ
31	มะกอกดอน	<i>Schrebera swietenoides</i>	OLEACEAE	SCSW
32	มะขามป้อม	<i>Phyllanthus emblica</i>	PHYLLANTHACEAE	PHEM
33	มะคำดีควาย	<i>Sapindus rarak</i>	SAPINDACEAE	SARA
34	มะแฟน	<i>Protium serratum</i>	BURSERACEAE	PRSE
35	มะไฟแรด	<i>Scleropyrum pentandrum</i>	SANTALACEAE	SCPE
36	โมกมัน	<i>Wrightia arborea</i>	APOCYNACEAE	WRAR
37	โมกหลวง	<i>Holarrhena pubescens</i>	APOCYNACEAE	HOPU
38	ยมหอม	<i>Toona ciliata</i>	MELIACEAE	TOCI
39	รกฟ้า	<i>Terminalia alata</i>	COMBRETACEAE	TEAL
40	รักใหญ่	<i>Gluta usitata</i>	ANACARDIACEAE	GLUS
41	รัง	<i>Shorea siamensis</i>	DIPTEROCARPACEAE	SHSI
42	ลำไยป่า	<i>Dimocarpus longan</i>	SAPINDACEAE	DILO
43	เลียงผ้าย	<i>Kydia calycina</i>	MALVACEAE	KYCA
44	เลี่ยน	<i>Melia azedarach</i>	MELIACEAE	MEAZ
45	ส้มกบ	<i>Oxalis acetosella</i>	OXALIDACEAE	OXAC
46	สมอไทย	<i>Terminalia chebula</i>	COMBRETACEAE	TECH
47	สัก	<i>Tectona grandis</i>	LAMIACEAE	TEGR
48	सानใหญ่	<i>Dillenia obovata</i>	DILLENACEAE	DIOB
49	เสลาเปลือกบาง	<i>Lagerstroemia venusta</i>	LYTHRACEAE	LAVE
50	เสี้ยวดอกขาว	<i>Bauhinia variegata</i>	FABACEAE	BAVA
51	แสลงใจ	<i>Strychnos nux-vomica</i>	LOGANIACEAE	STNU
52	หว่าซี่แพะ	<i>Syzygium cumini</i>	MYRTACEAE	SYCU
53	เหมือดโลด	<i>Aporosa villosa</i>	PHYLLANTHACEAE	APVI
54	เหลลบุก	<i>Phoebe lanceolata</i>	LAURACEAE	PHLA
55	อบเชย	<i>Cinnamomum verum</i>	LAURACEAE	CIVE



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	ติณณ์ วรिनยอง
เกิดเมื่อ	23 มกราคม 2522
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วนศาสตร์)
ประวัติการทำงาน	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

