

นิพนธ์ต้นฉบับ

ลักษณะสังคมพืชและศักยภาพดินที่ขึ้นของรักใหญ่ (*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou) ในป่าเต็งรัง บริเวณ
โครงการอนุรักษ์ต้นรักและการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากยางรัก
อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่

พิศุทธิ์ ลักขุธร¹ วรธนา มังกิตะ¹ กฤษดา พงษ์การณยภาส² และ แผลมไทย อาษานอก^{*}

รับต้นฉบับ: 10 เมษายน 2565

ฉบับแก้ไข: 18 พฤษภาคม 2565

รับลงพิมพ์: 19 พฤษภาคม 2565

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะสังคมพืชป่าเต็งรังที่มีรักใหญ่ (*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou) กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการอนุรักษ์และจัดการการใช้ประโยชน์น้ำยางจากรักใหญ่ตาม ธรรมชาติ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างป่าเต็งรังและดินที่ขึ้นที่เหมาะสมของรักใหญ่ บริเวณ โครงการอนุรักษ์ต้นรักและการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากยางรักอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ โดยสำรวจแปลงตัวอย่างแบบเป็นระบบ จำนวน 30 แปลง เก็บข้อมูลพรรณไม้และปัจจัยแวดล้อม

ผลการศึกษา พบชนิดไม้ต้นทั้งหมด 54 ชนิด 47 สกุล ใน 24 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.86 มี ค่าความหนาแน่นของหมู่ไม้และขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้น เท่ากับ 1,386 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 30.87 ตารางเมตร ต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ การจัดกลุ่มหมู่ไม้แบ่งสังคมพืชในพื้นที่ศึกษาออกได้เป็น 4 หมู่ไม้ ได้แก่ 1) หมู่ไม้พลวง-สน สองใบ 2) หมู่ไม้ก่อแป้น-พลวง 3) หมู่ไม้พลวง-ตาลี่เคย และ 4) หมู่ไม้รัง-ก่อหัวหมู โดยรักใหญ่มีความหนาแน่น และขนาดพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย เท่ากับ 93 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 2.57 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ จากการสร้าง แบบจำลองความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับการปรากฏของรักใหญ่ในพื้นที่ด้วยวิธีวิเคราะห์สมการถดถอย แบบเส้นตรง พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ในดินที่ขึ้นของรักใหญ่ ที่ระดับความถูกต้องร้อยละ 88 โดยปัจจัยที่มีผล ในเชิงบวกต่อปัจจัยในดินที่ขึ้นของรักใหญ่ ได้แก่ ระดับความสูงจากน้ำทะเล ทิศด้านลาด ระยะห่างจากลำห้วย อุณหภูมิเฉลี่ย ความเป็นกรด่าง ไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม อนุภาคทรายและ อนุภาคทรายแป้ง ส่วน ปัจจัยที่มีอิทธิพลในเชิงลบ ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ ความโค้งนูนของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อินทรีย์วัตถุใน ดิน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และ อนุภาคดินเหนียว การจำแนกศักยภาพของดินที่ขึ้นของรักใหญ่ด้วยระบบสารสนเทศ ทางภูมิศาสตร์ พบว่า มีพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อย มีค่าเท่ากับ เท่ากับ 4,392.33, 2,722.48 และ 919.01 เฮกแตร์ ตามลำดับ ดังนั้นการจัดการรักใหญ่เพื่อการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ศึกษาจำเป็นต้อง พิจารณาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีความเหมาะสมที่ส่งเสริมการขึ้นอยู่ของรักใหญ่ เป็นสิ่งสำคัญ

คำสำคัญ: ป่าเต็งรัง, ความหลากหลายชนิด, รักใหญ่, ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

¹ สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

² สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*ผู้รับผิดชอบบทความ: Email: lamthainii@gmail.com

ORIGINAL ARTICLE

Vegetation structure characteristics and *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou site identification of deciduous dipterocarp forest in *Gluta usitata* conservation and development of local knowledge using lacquer sap under the Royal Initiative Project, Chiang Mai Province

Pisut Lugsawut¹, Kritsada Phongkaranyaphat², Wanna Mangkita¹, and Lamthai Asanok^{2*}

Received: 10 April 2022

Revised: 18 May 2022

Accepted: 19 May 2022

ABSTRACT

The study of plant community characteristics of *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou habitat related to environmental factors that emphasize the potential of conservation and utilization of *G. usitata* lacquer sap in natural forest. This study aimed to study the structure and habitat suitability of *G. usitata* in Project of *G. usitata* conservation and development of local knowledge using lacquer sap under the Royal Initiative Project, Chiang Mai Province. Thirty sample plots based on systematic sampling plot were set up. In each plot, all species composition and environmental factors that affected *G. usitata* were collected.

The results showed that, 54 species 47 genera in 24 family were found with, and species diversity index was 2.86. Stems density and basal area of tree were 1,386 stem ha⁻¹ and 30.87 m²ha⁻¹, respectively. The cluster analysis revealed that showed 4 stands; *Dipterocarpus tuberculatus* - *Pinus merkusii* stand (DPS), *Castanopsis diversifolia* - *Dipterocarpus tuberculatus* stand (CDS), *Dipterocarpus tuberculatus* - *Craibiodendron stellatum* stand (DCS), and *Shorea siamensis* - *Lithocarpus sootepensis* stand (SLS) were detected. The stems density and basal area of *G. usitata* were showed that 93 stem ha⁻¹ and 2.57 m² ha⁻¹, respectively. The relationship model between environmental factors and *G. usitata* using linear regression analysis with high accuracy level (88 %) shown that the positive significant factors included elevation, aspect, distance from river, temperature, pH, N, K, and Mg. In contrast, the negative significant factors were slope, convexity, rainfall, organic matter, P, Ca, and clay. The natural potential site identification for *G. usitata* using GIS can be divided into three levels; high, moderately and low which covered areas of 4,392.33, 2,722.48 and 919.01 hectare, respectively. Thus, the management of *G. usitata* for utilization and conservation should be considered the suitable environmental factors to increase the *G. usitata* habitat suitability.

Keywords: Deciduous dipterocarp forest, Species diversity, *Gluta usitata*, Geographic Information Systems (GIS)

¹Department of Forest Management Maejo University Phrae Campus. Phrae 54140

²Department of Agroforestry Maejo University Phrae Campus. Phrae 54140

*Corresponding author: E-mail: lamthainii@gmail.com

คำนำ

รักใหญ่ (*Gluta usitata*) อยู่ในวงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) พบตามป่าผสมผลัดใบ ป่าเต็งรัง ป่าดิบเขา รวมถึงป่าเขาหินปูน พบที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 300-1,000 เมตร มีการกระจายพันธุ์ทั่วไปในเขตร้อนของทวีปเอเชียตั้งแต่อินเดียถึงภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สำหรับในประเทศไทยพบว่าการกระจายมากในป่าเต็งรังและป่าเต็งรังผสมสน โดยเฉพาะในทางภาคเหนือและภาคกลางของประเทศไทย (Na-nakorn, 2008; Reungrungsri and Mongklakoo, 2004) ไม้สกุลรักใหญ่ (*Gluta* spp.) เป็นชนิดไม้ที่ให้ยางรักที่มีองค์ประกอบทางเคมีสำคัญ คือ สารทิตสียอล (thitsiol) ที่เป็นสารเคมีในกลุ่มสารอนุพันธ์ฟีนอล และแคตตีซอล (Catechol/ phenol derivatives) ซึ่งเมื่อทิ้งไว้ในอากาศจะแข็งตัวโดยการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) (Eiadthong, 2011; Reungrungsri and Mongklakoo, 2004) จึงเป็นที่นิยมในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมทำเครื่องเงิน (lacquer wares) ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และถูกนำมาใช้ในงานศิลปะไทยหลายแขนง เช่น งานสถาปัตยกรรม ประติมากรรม จิตรกรรม ประณีตศิลป์ ศิลปะและหัตถกรรม รวมถึงผลงานอันทรงคุณค่าทางคติความเชื่อและศาสนาที่ปรากฏใช้ในพิธีกรรมต่าง ๆ (Incong, 2008) แต่ปัจจุบันกลับประสบปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบและจำเป็นต้องนำเข้ายางรักดิบมาจากประเทศเพื่อนบ้าน ด้วยเหตุนี้สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้ากรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงห่วงใยว่างานช่างรักของไทยจะสูญสิ้นไป จึงมีพระราชดำริและพระราชทานแนวทางในการจัดการทางด้าน

อนุรักษ์ภูมิปัญญาสาขานี้ว่า “ช่างไทยควรใช้ยางรักและวิธีลงรักแบบโบราณในการตกแต่ง ปลูกต้นรัก และเจาะเก็บยางรัก ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญให้พอเพียงกับการใช้งานภายในประเทศและพัฒนาสายพันธุ์ต้นรักให้ได้ผลผลิตสูงโดยมีปริมาณน้ำยางมาก คุณภาพดี เพื่อทำเป็นสินค้าส่งออก และส่งเสริมและพัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเครื่องรัก เพื่อการส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศ เพื่อเพิ่มรายได้แก่ชุมชนและประเทศชาติ” จึงได้มีการจัดตั้งโครงการอนุรักษ์ต้นรักและการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากยางรักอันเนื่องมาจากพระราชดำริจังหวัดเชียงใหม่ ภายใต้ความรับผิดชอบของกรมป่าไม้ ซึ่งมีเป้าหมายในการดำเนินงานภายใต้โครงการดังกล่าว คือ มุ่งเน้นให้เกิดการอนุรักษ์ต้นรักใหญ่และส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน (Royal Forest Department, 2009) อย่างไรก็ตามในการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมยางรักให้บรรลุตามเป้าหมายควรเข้าใจในข้อมูลพื้นฐานลักษณะนิเวศและสถานภาพประชากรเสียก่อนเพื่อการจัดการและการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนของชนิดไม้ในลำดับต่อไป แต่จนถึงปัจจุบันยังไม่ได้มีการศึกษาลักษณะสังคมพืชและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นถิ่นที่ขึ้นที่เหมาะสมของรักใหญ่ในพื้นที่โครงการ ฯ มาก่อน

ดังนั้นในการศึกษาคั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะของสังคมพืชและความสัมพันธ์ของรักใหญ่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมโดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems, GIS) เพื่อประเมินหาถิ่นที่ขึ้นที่เหมาะสมของรักใหญ่ภายในบริเวณโครงการอนุรักษ์ต้นรักและการ

พัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จาก
ยางรัก อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัด
เชียงใหม่ เพื่อให้ได้ข้อมูลมาใช้วางแผนในการ
จัดการรักใหญ่ ให้มีความยั่งยืนทั้งด้านการ
อนุรักษ์และการจัดการการใช้ประโยชน์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานที่ศึกษา

พื้นที่ของโครงการอนุรักษ์ต้นรักและการ
พัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จาก
ยางรัก อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัด
เชียงใหม่ เนื้อที่ 50,000 ไร่ ตั้งอยู่ที่อำเภออมก๋อย
จังหวัดเชียงใหม่ พิกัด UTM 47 Q 428500 E ถึง
439850 E และ 1968200 N ถึง 1980800 N
433384E (Figure 1)

มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่ระหว่าง
820 – 1,138 เมตร ลักษณะภูมิอากาศ มีอุณหภูมิ
เฉลี่ยตลอดทั้งปี 25.3 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน
และฤดูหนาวมีอุณหภูมิเฉลี่ย 25 และ 17.5 องศา
เซลเซียส ตามลำดับ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี
1,000 มิลลิเมตร (Amatayakul & Chomtha, 2013)
การปกคลุมของสังคมพืชประกอบด้วยป่าเต็งรัง
และป่าเต็งรังผสมสน มีชนิดไม้หลากหลายชนิด
เช่น พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) รัง
(*Shorea siamensis*) รักใหญ่ (*Gluta usitata*) เคาะ
(*Tristaniopsis burmantica*) มะก้อ (*Lithocarpus
ceriferus*) เต็ง (*Shorea obtusa*) สารภีป่า (*Anneslea
fragrans*) เหมือดโลด (*Aporosa villosa*) แข็งกวาง
(*Wendlandia tinctoria*) และ ก่อแพะ (*Quercus
kerrii*) เป็นต้น (Nuchit et al., 2012)

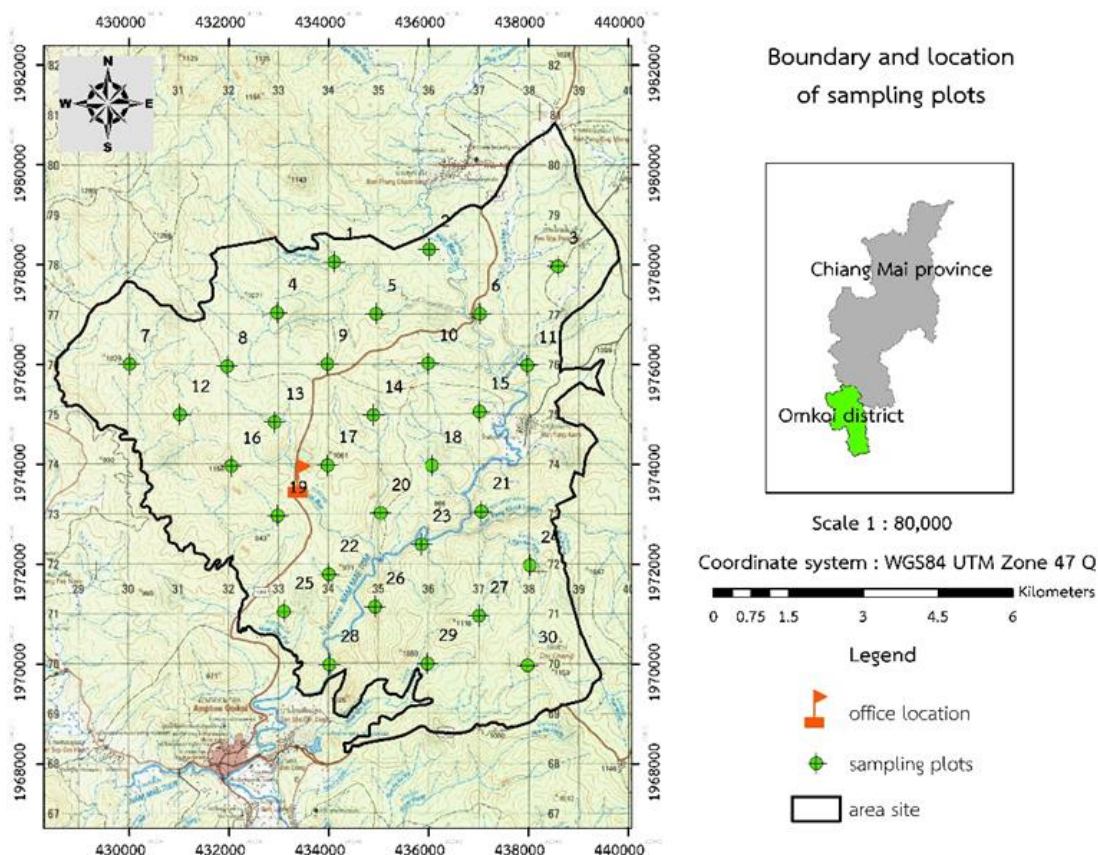


Figure 1 Boundary and location of sampling plots in Omkoi National Forest, Chiang Mai Province.

2. การเก็บข้อมูล

2.1 ทำการกำหนดจุดวางแปลงตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic sampling plot) ในขอบเขตของโครงการอนุรักษ์ต้นรักและการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากยางรักอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ห้องที่อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ เนื้อที่ 50,000 ไร่ จำนวน 30 จุด โดยกำหนดเอาจุดตัดของเส้นกริดของแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50,000 เป็นสำคัญ (Figure 1) ในแต่ละจุดที่กำหนดทำการวางแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ตามวิธีการของ Laing *et al.* (2019) เท่ากับ 30 แปลง ดังนั้นรวมพื้นที่ศึกษาทั้งหมดเท่ากับ 1.2 เฮกแตร์ และภายในบริเวณกึ่งกลางของแต่ละแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ทำการวางแปลงย่อยขนาด 5 เมตร x 5 เมตร แล้วเก็บข้อมูลด้านองค์ประกอบของชนิดไม้ในแปลงตัวอย่าง ได้แก่ 1) ไม้ต้น (Tree) ที่มีขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่ 1.30 เมตร (Diameter at breast height, DBH) มากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร 2) ไม้รุ่น (Sapling) ที่มี DBH น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร สูงมากกว่า 1.3 เมตร และ 3) กล้าไม้ (Seedling) ที่มี DBH น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร สูงน้อยกว่า 1.3 เมตร โดยทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกด้วยเทปวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter tape) และวัดความสูงด้วยเครื่องวัดแบบเลเซอร์ (Range finder) ของไม้ต้นทุกชนิดที่ปรากฏภายในแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร และทำการนับจำนวนไม้รุ่นและกล้าไม้ทุกชนิดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่างขนาด 5 เมตร x 5 เมตร พร้อมทำการจำแนกชนิดโดยระบุชื่อวิทยาศาสตร์ตาม Pooma

& Suddee (2014) โดยเก็บข้อมูลระหว่างเดือนตุลาคม 2563 - กันยายน 2564

2.2 การเก็บข้อมูลดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร โดยสุ่มจุดตัวอย่างดินภายในแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ทุกแปลง จำนวน 5 จุดต่อแปลง ได้แก่ ตรงจุดศูนย์กลาง และมุมทั้ง 4 เก็บแบบทำลายโครงสร้างดินแล้วทำการคลุกเคล้าตัวอย่างดินทั้ง 5 จุดให้เข้ากัน เพื่อวิเคราะห์หาสมบัติดิน ได้แก่ อนุภาคดินทราย (Sand) ดินทรายแป้ง (Silt) และดินเหนียว (Clay) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) และธาตุอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ณ ห้องปฏิบัติการคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2.3 ทำการระบุพิกัดบริเวณจุดกึ่งกลางของแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร แล้วแบ่งเป็นจุดที่พบและที่ไม่พบรักใหญ่ หลังจากนั้นนำเข้าข้อมูลทางด้านกายภาพและภูมิอากาศของแต่ละจุด ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล องศาทิศด้านลาด ความลาดชัน ความโค้งนูนของพื้นที่ ระยะห่างจากลำห้วย ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และ ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย โดยการได้มาซึ่งข้อมูลนั้นใช้วิธีการการวิเคราะห์จากจุดที่กำหนดด้วยวิธีการ ดังนี้

1) แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) มาตราส่วน 1:4,000 แบบจำลองระดับสูงเชิงเลขเป็นแบบจำลองที่ได้จากการวัดความสูงหรือจุดระดับความสูงที่เป็นตัวแทนของภูมิประเทศ มีการจัดเก็บข้อมูล การประมวลผล และการนำเสนอแบบจำลองใน

รูปแบบต่างๆ เช่น การสร้างแบบจำลองสามมิติ (3D) แบบจำลองสามมิติเสมือนจริง การสร้างแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขนั้น เป็นกระบวนการรังวัดความสูงของภูมิประเทศ

2) การสร้างขอบเขตอาณาบริเวณ (Buffering) เป็นเทคนิคกำหนดพื้นที่อาณาบริเวณ โดยกำหนดระยะทางจากจุดหรือเส้นกึ่งกลาง ถึงแนวขอบเขตที่จะสร้างขอบเขตอาณาบริเวณ เช่น การกำหนดอาณาบริเวณ ที่มีความใกล้เคียงแหล่งน้ำ เพื่อกำหนดพื้นที่ที่น่าจะมีริ้วใหญ่ รวมไปถึงจนถึงระยะห่างจากลำห้วย เป็นต้น

3) เทคนิคการประมาณค่าความสูงพื้นผิว (Interpolation method) คือ การประมาณค่าความสูงให้กับพื้นผิวแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ คือ วิธีการโดยตรง และวิธีการทางสถิติ วิธีการโดยตรงจะขึ้นอยู่กับจุดที่ทราบค่าความสูง หรือสมการทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ประมาณค่าให้กับจุดตัวอย่าง ส่วนวิธีการทางสถิติเป็นวิธีการทำนายค่าให้กับแบบจำลองความสูงโดยการประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติมาใช้งาน โดยที่วิธีการนี้จะทำให้สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ณ จุดต่าง ๆ ของพื้นผิวระดับสูงได้

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ค่าเชิงปริมาณของสังคมพืช ไม้ต้น วิเคราะห์ตามแนวทางของ Marod & Kutintara (2009) โดยหาค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (Importance value index, IVI) ได้จากการหาความหนาแน่น (Density, D: ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด (Dominance, Do: ตร.ม./เฮกแตร์) และความถี่ (Frequency, F: เปอร์เซ็นต์) เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของทั้งสามค่าดังกล่าว โดยค่าดัชนีความสำคัญของไม้ต้น ได้จากผลรวมของค่า

สัมพันธ์ทั้งสามค่า ส่วนดัชนีค่าความสำคัญของไม้รุ่นและกล้าไม้ ใช้ผลรวมของคุณสมบัติ 2 ลักษณะ คือความหนาแน่นสัมพันธ์ และความถี่สัมพันธ์

3.2 ดัชนีความหลากหลายพรรณไม้ ใช้ดัชนีของ Shannon-Wiener index (H') (Magurran, 1988) และประเมินการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติของหมู่ไม้และชนิดไม้สำคัญ โดยจัดทำแผนภาพการกระจายของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH class) ของชนิดไม้ที่ปรากฏในพื้นที่ศึกษา

3.3 การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (Cluster analysis) เพื่อหาสังคมย่อยของป่าเต็งรัง โดยใช้ค่าความหนาแน่นของชนิดไม้ต้นในแต่ละแปลงตัวอย่างมาใช้จำแนกสังคม โดยประยุกต์ใช้หลักความคล้ายคลึงของ Sorensen (1948) ในการหาค่าความแตกต่างของสังคมพืช (Dissimilarity) และใช้หลักการรวมกลุ่มตามวิธีของ Ward (Kent and Coker, 1994) วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม PC-ORD Version 6 (McCune & Mefford, 2011)

3.4 การสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมกับการปรากฏของรักใหญ่ จากปัจจัยแวดล้อมสามส่วน คือ 1) ข้อมูลทางกายภาพ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ทิศด้านลาด ความลาดชัน ความโค้งนูนของพื้นที่ และระยะห่างจากลำห้วย 2) ข้อมูลภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และ อุณหภูมิเฉลี่ย และ 3) ข้อมูลทางด้านดิน ได้แก่ อนุภาคดินทราย (Sand) ดินทรายแป้ง (Silt) ดินเหนียว (Clay) ความเป็นกรด-ด่างของดิน (Soil pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยการใช้

สมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Logistic Regression Analysis.: LRA) โดย ตัวแปรตาม (Y) ได้แก่ การปรากฏและไม่ปรากฏของรักใหญ่ พร้อมกำหนดให้ปัจจัยแวดล้อมเป็นตัวแปรต้น (X) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแล้วคัดเลือกปัจจัยที่มีค่าสหสัมพันธ์ต่ำ คือ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.7 หลังจากนั้นนำเข้าแบบจำลอง (model) แล้วทำการคัดเลือกโมเดลที่ให้ค่าความสัมพันธ์ (R²) สูงที่สุดด้วยวิธี Stepwise analysis พบว่าปัจจัยที่เหมาะสมกับแบบจำลอง ได้แก่

- X1 = ระดับชั้นความสูงจากน้ำทะเล (Elevation, เมตร)
- X2 = องศาทิศทางลาด (Aspect, องศา)
- X3 = ร้อยละความลาดชัน (Slope, %)
- X4 = ความโค้งนูนของพื้นที่ (Convexity)
- X5 = ระยะห่างจากลำห้วย (Distance_river, m)
- X6 = อุณหภูมิเฉลี่ย (Temperature, C^o)
- X7 = ปริมาณน้ำฝน (Rainfall, mm)
- X8 = ค่าความเป็นกรดเบสของดิน (pH)
- X9 = ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM, %)
- X10 = ไนโตรเจน (N, %)
- X11 = ฟอสฟอรัส (P, mg kg-1)
- X12 = โพแทสเซียม (K, mg kg-1)
- X13 = แคลเซียม (Ca, mg kg-1)
- X14 = แมกนีเซียม (Mg, mg kg-1)
- X15 = อนุภาคดินทราย (sand, %)
- X16 = ดินทรายแป้ง (silt, %)
- X17 = ดินเหนียว (clay, %)

โดยที่สมการเชิงเส้น หรือสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ X เป็นดังนี้

$$Y = 0 + 1x_1 + 2x_2 + \dots + 17x_{17} + e \quad (1)$$

หรือ $E(Y) = 0 + 1x_1 + 2x_2 + \dots + 17x_{17}$

โดยที่ $-\alpha < E(Y) < \alpha$

เมื่อ e คือ ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม

0 คือ ส่วนตัดแกน Y หรือ ค่าของ Y เมื่อ X มีค่าเป็น 0

1 คือ ความชัน (slope) หรือ ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย

ซึ่งมีสมการความสัมพันธ์ คือ

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17})$$

3.4 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อจำแนกศักยภาพความเหมาะสมของการปรากฏของรักใหญ่ โดยการจัดสร้างข้อมูลให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) รูปแบบโครงสร้างราสเตอร์ (Raster format) ขนาดของกริด เท่ากับ 20 เมตร x 20 เมตร ซึ่งข้อมูลที่นำเข้าและวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ดังนี้

1) เส้นชั้นความสูง (Contour line) นำเข้าจากแผนที่สภาพภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหารมาตราส่วน 1:50,000 ในรูปของข้อมูลเชิงเส้น (linear feature) ดำเนินการจัดสร้างข้อมูลในลักษณะ 3 มิติโดยใช้แบบจำลองวิเคราะห์เส้นชั้นความสูงเชิงเลข (Digital elevation model) เพื่อจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ด้านความสูงระดับน้ำทะเล ความลาดชัน ทิศด้านลาด และความโค้งนูนพื้นที่

2) ข้อมูลระยะห่างจากลำห้วย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อุณหภูมิเฉลี่ย และปัจจัยดิน นำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบจุด (Point feature) มาตราส่วน 1:50,000 ดำเนินการจัดสร้างข้อมูลระยะห่างจากลำห้วยหาจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ด้วยวิธีการสร้างเส้นระยะห่างจริง (Buffering) ในพื้นที่ศึกษา สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และอุณหภูมิเฉลี่ย ดำเนินการจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปเส้นเท่า (Interpolation)

3.5 การจำแนกศักยภาพหาพื้นที่ต่อการปรากฏของรักใหญ่ในพื้นที่โครงการ ฯ คำเนินการโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic operations) โดยใช้สมการความสัมพันธ์ที่ได้จากการสร้างแบบจำลองใน ข้อ 3.4 มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าศักยภาพเชิงพื้นที่ของความเหมาะสมในการปรากฏของรักใหญ่ในพื้นที่โครงการ ฯ โดยแบ่งระดับศักยภาพออกเป็น 3 ระดับ ด้วยการจำแนกชั้นโดยค่าพิสัย ดังนี้

$$\text{ค่าระดับศักยภาพ} = \frac{\text{ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด}}{\text{จำนวนระดับชั้น}}$$

ระดับศักยภาพ:

เหมาะสมมาก เท่ากับ 0.67 - 1.00

เหมาะสมปานกลาง เท่ากับ 0.34 - 0.66

เหมาะสมน้อย เท่ากับ 0 - 0.33

ผลและวิจารณ์

1. ความหลากหลายชนิดและองค์ประกอบพรรณไม้

พบชนิดไม้ในป่าเต็งรัง จำนวน 54 ชนิด 47 สกุล 24 วงศ์ จากไม้ทั้งหมด 1,664 ต้น มีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้น เท่ากับ 1,386 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 30.87 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.86 (Table 1) เมื่อประเมินความเด่นของชนิดไม้ในสังคมโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) พบว่าชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) เต็ง (*Shorea obtusa*) สนสองใบ (*Pinus merkusii*) และรักใหญ่ (*Gluta usitata*) มีค่าเท่ากับ 59.79, 22.49, 22.46, 22.01 และ 20.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม้รุ่น พบ 24 ชนิด มีความหนาแน่นเท่ากับ 920 ต้นต่อเฮกแตร์

มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.83 (Table 1) และเมื่อประเมินความเด่นของชนิดไม้ในสังคมโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ พบว่าชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ ตาฉี่เคยเหมือดโลด (*Aporusa villosa*) เต็ง (*Shorea obtusa*) รักใหญ่ (*Gluta usitata*) และ แข็งกวาง (*Wendlandia tinctoria*) มีค่าเท่ากับ 43.19, 17.58, 11.01, 11.01 และ 10.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกล้าไม้ พบ 30 ชนิด มีความหนาแน่นเท่ากับ 11,080 ต้นต่อเฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.71 (Table 1) ความเด่นของชนิดไม้ในสังคมตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) เต็ง (*Shorea obtusa*) รักใหญ่ (*Gluta usitata*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) และเหมือดโลด (*Aporusa villosa*) มีค่าเท่ากับ 34.97, 20.54, 18.90, 18.85 และ 11.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2. การจำแนกหมู่ไม้ในถิ่นที่ขึ้นของรักใหญ่

การจำแนกหมู่ไม้ในถิ่นที่ขึ้นของรักใหญ่ภายในสังคมพืชป่าเต็งรัง บริเวณป่าสงวนแห่งชาติป่าอมก๋อย อำเภอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ โดยจัดกลุ่มหมู่ไม้ที่ความคล้ายคลึงที่ 30 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบ่งกลุ่มสังคมพืชป่าเต็งรัง ได้เป็น 4 หมู่ไม้ (Figure 2) ได้แก่

- 1) หมู่ไม้พลวง-สนสองใบ (*Dipterocarpus tuberculatus* - *Pinus merkusii* stand; DPS) ได้แก่ หมู่ไม้ในแปลงตัวอย่างที่ P1, P2, P3, D4, P6, P8, P9, P12, P14, P15, P17 และ P24
- 2) หมู่ไม้ก่อแป้น-พลวง (*Castanopsis diversifolia* - *Dipterocarpus tuberculatus* stand; CDS) ได้แก่ หมู่ไม้ในแปลงตัวอย่างที่ P5, P7, P13, P23, P27 และ P30

3) หมู่มไม้พลวง-ตานี้เคย (*Dipterocarpus tuberculatus* - *Craibiodendron stellatum* stand; DCS) ได้แก่ หมู่มไม้ในแปลงตัวอย่างที่ P10, P11, P16, P18, P19, P20, P21 และ P22

4) หมู่มไม้รัง-ก่อหัวหมู (*Shorea siamensis* - *Lithocarpus sootepensis* stand; SLS) ได้แก่ หมู่มไม้ในแปลงตัวอย่างที่ P25, P26, P28 และ P29

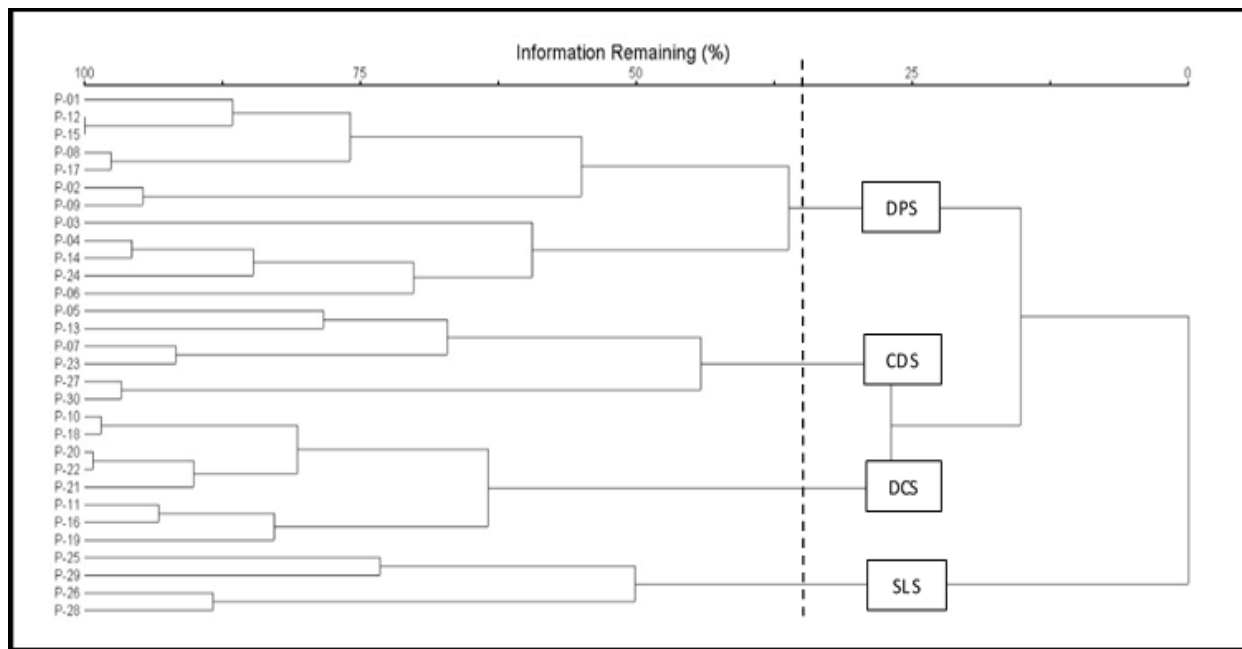


Figure 2 The dendrogram of stand clustering at Omkoi National Forest, Chiang Mai Province.

หมู่มไม้พลวง-สนสองใบ (DPS) ประกอบด้วยพรรณไม้ 32 ชนิด 26 สกุล 18 วงศ์ มีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นเท่ากับ 1,362 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 11.25 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.38 (Table 1) ความเด่นของชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) สนสองใบ (*Pinus merkusii*) เต็ง (*Shorea obtusa*) รักรใหญ่ (*Gluta usitata*) และตานี้เคย (*Craibiodendron stellatum*) มีค่าเท่ากับ 87.77, 29.67, 25.47, 23.40 และ 19.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ระดับไม้รุ่น พบ 10 ชนิด มีความหนาแน่นของหมู่มไม้ เท่ากับ 909 ต้นต่อเฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 1.87 (Table 1) ชนิดไม้ในสังคมที่มีค่าดัชนี

ความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ ตานี้เคย (*Craibiodendron stellatum*) หวี้า (*Syzygium cumini*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) ก่อหัวหมู (*Lithocarpus sootepensis*) และก่อแพะ (*Quercus kerrii*) มีค่า 73.33, 26.67, 21.33, 14.67 และ 10.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ระดับกล้าไม้ พบ 21 ชนิด มีความหนาแน่น 13,927 ต้นต่อเฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.51 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามดัชนีค่าความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ตานี้เคย (*Craibiodendron stellatum*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) รักรใหญ่ (*Gluta usitata*) เต็ง (*Shorea obtusa*) และตัวขน (*Cratoxylum formosum*) มีค่าเท่ากับ 30.48, 23.46, 19.02, 17.69 และ 14.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หมู่ไม้ก่อเป็น-พลวง (CDS) ประกอบด้วยพรรณไม้ 33 ชนิด 29 สกุล 20 วงศ์ มีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้น เท่ากับ 1,375 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 6.38 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.75 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ก่อแป้น (*Castanopsis diversifolia*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) สนสองใบ (*Pinus merkusii*) ก่อเค็ย (*Castanopsis acuminatissima*) และเต็ง (*Shorea obtusa*) มีค่า 42.74, 33.67, 24.73, 22.05 และ 21.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในระดับไม้รุ่น พบ 7 ชนิด มีความหนาแน่น 933 ต้นต่อเฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 1.88 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ รักใหญ่ (*Gluta usitata*) แข็งกวาง (*Wendlandia tinctoria*) เหมีอดโลด (*Aporusa villosa*) มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica*) และเม่าแดง (*Antidesma laurifolium*) มีค่า 39.29, 33.93, 33.93, 26.79 และ 26.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกล้าไม้ พบ 18 ชนิด มีความหนาแน่น 10,333 ต้นต่อเฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.51 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) เต็ง (*Shorea obtusa*) เหมีอดโลด (*Aporusa villosa*) ไกร้มด (*Glochidion eriocarpum*) และ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) มีค่าเท่ากับ 31.15, 20.83, 19.82, 16.04 และ 14.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หมู่ไม้พลวง-ตาฉี่เคย (DCS) ประกอบด้วยพรรณไม้ 27 ชนิด 25 สกุล 15 มีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้น เท่ากับ 1,415 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 8.72 ตาราง

เมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.52 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) รักใหญ่ (*Gluta usitata*) เต็ง (*Shorea obtusa*) และ ก่อแพะ (*Quercus kerrii*) มีค่า 62.84, 38.96, 27.86, 23.06 และ 22.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนระดับไม้รุ่น พบ 8 ชนิด มีความหนาแน่น 400 ต้นต่อเฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.04 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ เหมีอดโลด (*Wendlandia tinctoria*) ก่อแพะ (*Quercus kerrii*) แข็งกวาง (*Wendlandia tinctoria*) ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) และเต็ง (*Shorea obtusa*) มีค่า 44.44, 22.22, 22.22, 22.22 และ 22.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนระดับกล้าไม้ พบ 19 ชนิด มีความหนาแน่น 9,644 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด 2.32 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) รักใหญ่ (*Gluta usitata*) เต็ง (*Shorea obtusa*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) และ ก่อแพะ (*Quercus kerrii*) มีค่า 36.23, 27.01, 26.58, 23.81 และ 17.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หมู่ไม้รัง-ก่อหัวหมู (SLS) ประกอบด้วยพรรณไม้ 33 ชนิด 28 สกุล 17 วงศ์ มีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้น เท่ากับ 945 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 4.53 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.87 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ รัง (*Shorea siamensis*) ก่อหัวหมู (*Lithocarpus sootepensis*) เหมีอดโลด

(*Wendlandia tinctoria*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) และกระพี้เขาควาย (*Dalbergia cultrata*) มีค่า 57.74, 21.88, 20.13, 18.53 และ 17.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ระดับไม้รุ่น พบ 11 ชนิด มีความหนาแน่น 2,100 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด 2.20 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) เห มี อ ด แอ (*Memecylon Scutellatum*) กระพี้เขาควาย (*Dalbergia cultrata*) สมอไทย (*Terminalia chebula*) และสีฟันคนทา (*Harrisonia perforata*)

มีค่า 32.90, 28.14, 18.61, 18.61 และ 18.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกล้าไม้ พบ 16 ชนิดมีความหนาแน่น 7,600 ต้นต่อเฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด 2.33 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) กระพี้เขาควาย (*Dalbergia cultrata*) เต็ง (*Shorea obtusa*) ตั้วขน (*Cratoxylum formosum*) และเม่าแดง (*Antidesma laurifolium*) มีค่า 39.35, 21.53, 18.30, 17.70 และ 13.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Table 1 Plant community characteristics of deciduous dipterocarp forest for overall data and each stand; *Dipterocarpus tuberculatus* - *Pinus merkusii* stand (DPS) *Castanopsis diversifolia* - *Dipterocarpus tuberculatus* stand (CDS) *Dipterocarpus tuberculatus* - *Craibiodendron stellatum* stand (DCS) *Shorea siamensis* - *Lithocarpus sootepensis* stand (SLS) at Omkoi National Forest.

Community Characteristics	Sub- stands				
	Overall data	DPS	CDS	DCS	SLS
Tree					
Number of species	54	32	33	27	33
Genus	47	26	29	25	28
Family	24	18	20	15	17
Shannon-Weiner index (<i>H'</i>)	2.86	2.38	2.75	2.52	2.87
Basal area (m ² ha ⁻¹)	30.87	11.25	6.38	8.72	4.53
Stem density (stems ha ⁻¹)	1,386	1,362	1,375	1,415	945
Sapling					
Number of species	24	10	7	8	11
Shannon-Weiner index (<i>H'</i>)	2.83	1.87	1.88	2.04	2.2
Stem density (stems ha ⁻¹)	920	909	933	400	2,100
Seedling					
Number of species	30	21	18	19	16
Shannon-Weiner index (<i>H'</i>)	2.71	2.51	2.51	2.32	2.33
Stem density (stems ha ⁻¹)	11,080	13,927	10,333	9,644	7,600

3. การสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ

เมื่อพิจารณาการสืบต่อพันธุ์โดยใช้การกระจายต้นไม้ตามชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพบว่า ป่าเต็งรังในภาพรวม และแต่ละสังคมย่อยทั้งหมด มีรูปแบบการกระจายแบบชี้กำลังเชิงลบหรือแบบ L-shape (Figure 3) ซึ่งให้เห็นว่าสังคมพืชในพื้นที่ศึกษามีการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติตามปกติ กล่าวคือมีไม้ขนาดเล็กจำนวนมากพร้อมที่เจริญเติบโตมาทดแทนไม้ขนาดใหญ่หรือรักษาโครงสร้างป่าคงอยู่ได้ในอนาคต (Sapkota *et al.*, 2019) ในทางตรงกันข้ามไม้ขนาดใหญ่

ในพื้นที่ป่านี้ปรากฏอยู่ค่อนข้างน้อย อาจสืบเนื่องป่าแห่งนี้เคยมีการสัมทานไม้มาก่อนในปี พ.ศ. 2530 (Nuchit *et al.*, 2012) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเฉพาะต้นรักใหญ่ พบว่า การสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติในสังคมป่าทั้งหมด และสังคมย่อยทั้ง 4 สังคม มีความผิดปกติ โดยมีไม้ขนาดเล็กจำนวนมาก แต่มีไม้ขนาดกลางและใหญ่จำนวนน้อย ซึ่งเมื่อแยกพิจารณาแต่ละหมู่ไม้ พบว่าส่วนใหญ่ไม่พบไม้ขนาดกลาง หรือไม้ขนาดใหญ่เลย ยกเว้นหมู่ไม้พลวง-สนสองใบ แม้จะพบมีไม้ขนาดกลางมากแต่ก็ไม่มีไม้ขนาดใหญ่ (Figure 4)

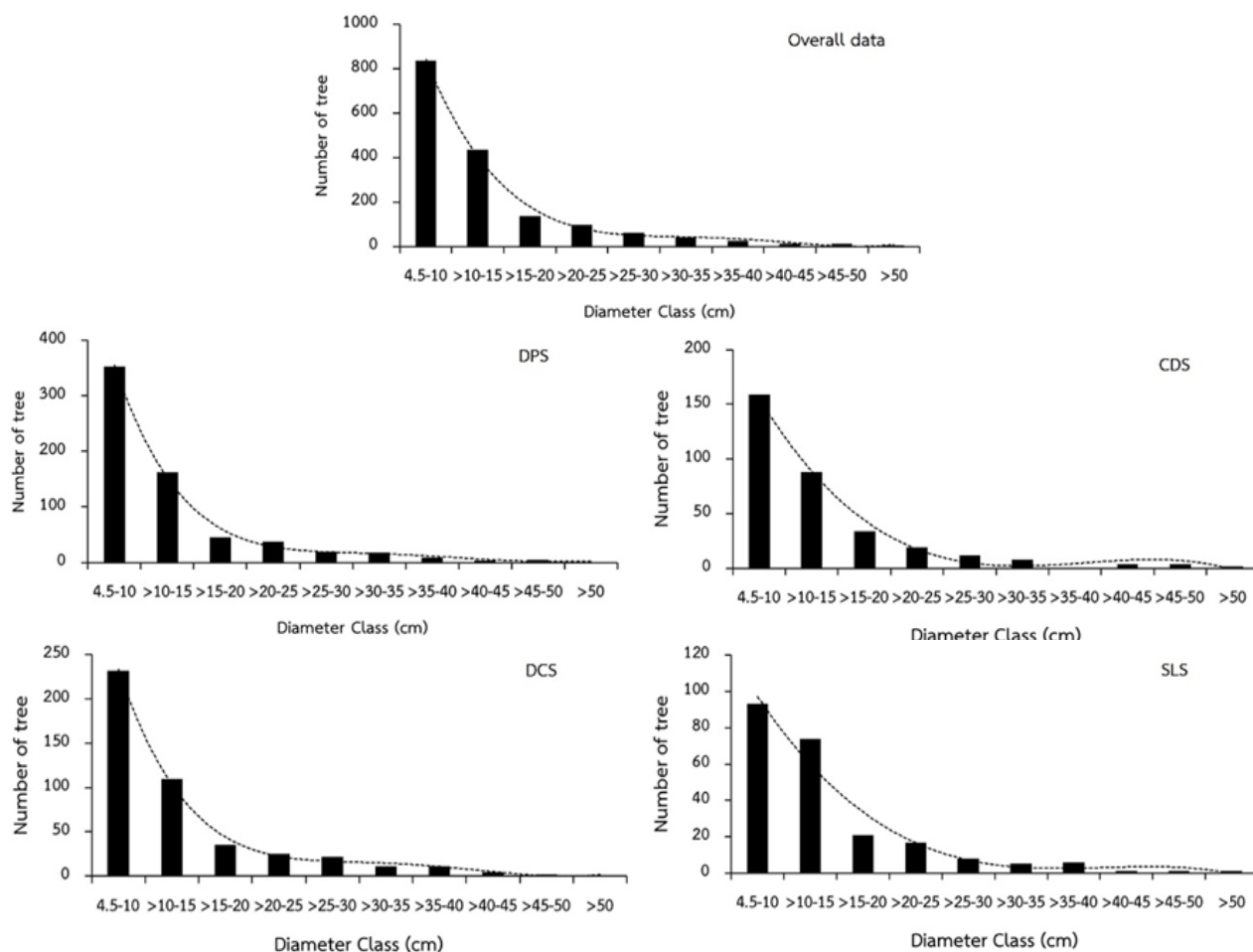


Figure 3 Diameter class of Deciduous Dipterocarp Forest (Overall data) and sub-community; *Dipterocarpus tuberculatus* - *Pinus merkusii* stand (DPS) *Castanopsis diversifolia* - *Dipterocarpus tuberculatus* stand (CDS) *Dipterocarpus tuberculatus* - *Craibiodendron stellatum* stand (DCS) *Shorea siamensis* - *Lithocarpus sootepensis* stand (SLS) at Omkoi National Forest.

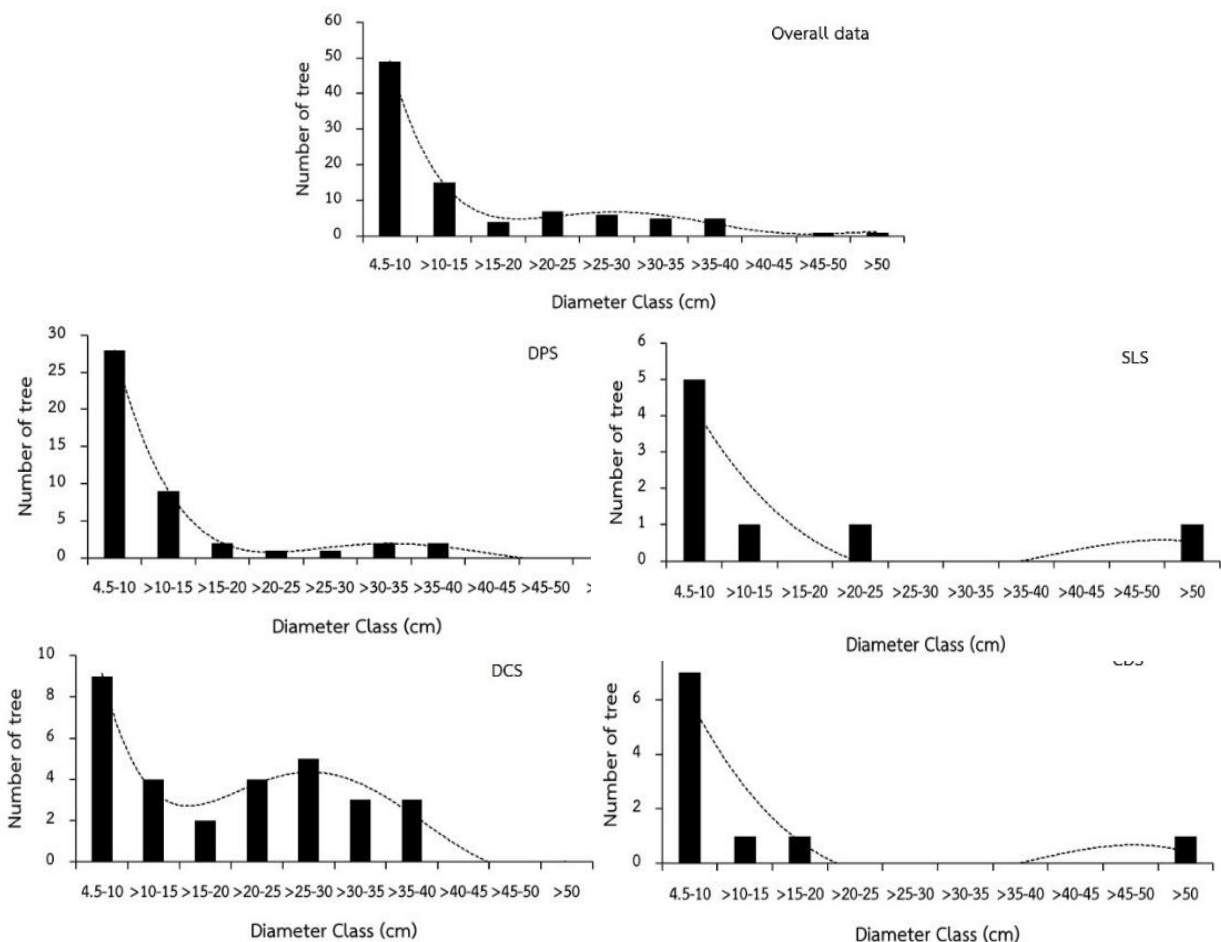


Figure 4 Diameter class of *Gluta usitata* in each stands; *Dipterocarpus tuberculatus* - *Pinus merkusii* stand (DPS), *Castanopsis diversifolia* - *Dipterocarpus tuberculatus* stand (CDS), *Dipterocarpus tuberculatus* - *Craibiodendron stellatum* stand (DCS) and *Shorea siamensis* - *Lithocarpus sootepensis* stand (SLS) at Omkoi National Forest.

เมื่อพิจารณาชนิดไม้ที่มีความสำคัญ 5 ลำดับแรก พบว่าสังคมพืชในภาพรวมรักใหญ่มีค่าดัชนีความสำคัญอยู่ในห้าลำดับแรกทั้งในระดับไม้ต้น ไม้รุ่น และกล้าไม้ แสดงว่ารักใหญ่ยังมีการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติได้ตามปกติ แต่เมื่อพิจารณาแต่ละหมู่ไม้กลับพบว่า มีเพียงหมู่ไม้พลวง-สนสองใบ และ หมู่ไม้พลวง-ตากลีเคย เท่านั้นที่ปรากฏรักใหญ่เป็นชนิดไม้ที่มีความสำคัญในระดับต้น ๆ และทุกสังคมย่อยไม่ปรากฏความต่อเนื่องของการสืบต่อพันธุ์ในระดับ ไม้รุ่นและกล้าไม้ ได้แก่ หมู่ไม้พลวง-สนสองใบ ปรากฏเพียงระดับไม้ต้นและกล้าไม้ หมู่ไม้ก่อ

เป็น-พลวง ปรากฏเพียงระดับไม้รุ่น ส่วนหมู่ไม้พลวง-ตากลีเคย ปรากฏเฉพาะในระดับไม้ต้น เป็นต้น ในขณะที่หมู่ไม้รัง-ก่อหัวหมู ไม่ปรากฏรักใหญ่ในความสำคัญห้าลำดับแรก แสดงว่ารักใหญ่ไม่ได้เป็นไม้เด่นในระดับต้น ๆ ในทุกหมู่ไม้และประสบปัญหาต่อการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ เห็นได้จากการกระจายของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกของรักใหญ่ที่พบว่าทุกหมู่ไม้มีการกระจายในรูปแบบไม่สม่ำเสมอ (Figure 4) อาจเป็นเพราะรักใหญ่ประสบปัญหาที่เกิดจากการรบกวนอย่างหนักสอดคล้องกับการศึกษาของ Sapkota *et al.* (2019) รายงานว่าในป่าสาละ

(*Shorea robusta*) ประเทศเนปาลมีการกระจายของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกในรูปแบบที่ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากมีการตัดไม้ไปใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก นอกจากนั้นในพื้นที่ศึกษามีการกรีดยางรักเป็นจำนวนมาก ซึ่งการกรีดยางเพื่อให้ได้ยางรักนั้นมักมีการกรีดยาลูกกลิ้งไปถึงเนื้อไม้ (Eiadthong, 2011) จึงทำให้ต้นรักเกิดเป็นแผลขนาดใหญ่ทำให้ง่ายต่อการเข้าทำลายของโรค โดยเฉพาะชนิดไม้ในเขตร้อน (Gilbert and Hubbell, 2002) จึงเป็นสาเหตุให้ต้นรักขนาดใหญ่ยืนต้นตายได้ง่าย การที่รักใหญ่ขาดความต่อเนื่องในการสืบต่อพันธุ์ในระดับไม้รุ่น และกล้าไม้ของแต่ละสังคมย่อยนั้นอาจเกิดมาจากรบกวนจากไฟป่า เนื่องจากพื้นที่ป่าอมก้อยส่วนใหญ่เป็นป่าเต็งรังและประสมปัญหาไฟป่าอย่างรุนแรง จึงเป็นสาเหตุให้ไม้ขนาดเล็กล้มตายไปจากสังคมได้ เพราะการเกิดไฟป่าบ่อยครั้งสามารถทำให้ลักษณะองค์ประกอบชนิดของสังคมพืชป่าเต็งรังเปลี่ยนไปจากเดิม (Wanthongchai *et al.*, 2014) สอดคล้องกับการศึกษารักใหญ่ของ Nuchit *et al.* (2012) พบว่ามีต้นรักขนาดเล็กจำนวนมาก และจะพบจำนวนต้นน้อยลงเมื่อมีขนาดใหญ่ขึ้น และความโตมีขนาดจำกัดอาจเพราะปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ไฟป่า ลักษณะการเก็บหาผลผลิต ซึ่งทำให้การเจริญเติบโตของลำต้นชะงักและการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติลดลง ทำให้ต้นรักในพื้นที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ในอนาคต ในขณะที่การศึกษาของ Eiadthong (2011) พบว่าสถานภาพของรักน้ำเกลี้ยงในปัจจุบันกำลังถูกคุกคามทั่วทุกพื้นที่ในประเทศไทย เป็นต้น

4. ลักษณะเชิงปริมาณของรักใหญ่

ปริมาณไม้ต้นของรักใหญ่ที่สำรวจพบทั้งหมดในแปลงตัวอย่างมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเฉลี่ย เท่ากับ 15.03 เซนติเมตร และ 7.45 เมตร ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบว่ามีความหนาแน่นและขนาดพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย เท่ากับ 93 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 2.57 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาในแต่ละหมู่ไม้ พบว่าหมู่ไม้พลวง-ตาลีเคย มีค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความสูง และขนาดพื้นที่หน้าตัดสูงสุด คือ 16.96 เซนติเมตร 7.74 เมตร และ 2.63 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ในขณะที่หมู่ไม้พลวง-สนสองใบมีความหนาแน่นของรักใหญ่สูงสุด คือ 108.33 ต้นต่อเฮกแตร์ (Table 2)

5. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษามีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลระหว่าง 835-1138 เมตร อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 27.15-38.15 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 1113-1153 มิลลิเมตร ดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ส่วนปริมาณธาตุอาหารพบว่ามีปริมาณค่อนข้างสูง (Table 3) เมื่อเปรียบเทียบกับป่าเต็งรังแควะ บริเวณแพะเมืองผี จังหวัดแพร่ (Srikoon *et al.*, 2021) และสวนพฤกษศาสตร์สิรินธรอุทยาน จังหวัดพิษณุโลก (Pairuang *et al.*, 2020)

6. ความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมกับการกระจายของรักใหญ่

ความสัมพันธ์ของการกระจายของรักใหญ่ตามปัจจัยแวดล้อม เมื่อวิเคราะห์สมการแบบถดถอยเชิงเส้น ได้ผลดังนี้

$$Y (Gluta usitata) = - 31.5 + 0.0131 \text{ Elevation} + 0.000961 \text{ Aspect} - 0.253 \text{ Slope} - 7.02 \text{ Convexity} + 0.000348 \text{ Distance_river} + 0.161 \text{ Temperature} - 0.0183 \text{ Rainfall} + 0.230 \text{ pH} - 0.413 \text{ OM} + 0.035 \text{ N} - 0.00229 \text{ P} + 0.00107 \text{ K} - 0.000224 \text{ Ca} + 0.00493 \text{ Mg} + 0.00162 \text{ Sand} + 0.0027 \text{ Silt} - 0.0100 \text{ Clay}$$

เมื่อ $R^2 = 0.88$

จากสมการแสดงให้เห็นว่า ค่าความสัมพันธ์ (R^2) ในการประเมินการปรากฏของรักใหญ่ มีค่าค่อนข้างสูง (ร้อยละ 88) พบว่าปัจจัยที่มีผลในเชิงบวกต่อถิ่นที่ขึ้นของรักใหญ่ ได้แก่ ระดับความสูง ทิศด้านลาด ระยะห่างจากลำห้วย อุณหภูมิเฉลี่ย ความเป็นกรดต่ำ ปริมาณไนโตรเจน โปแทสเซียม แมกนีเซียม อนุภาคทราย และ อนุภาคทรายแป้ง ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลในเชิงลบ ได้แก่ ความลาดชันและความโค้งนูนของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อินทรีย์วัตถุในดิน ฟอสฟอรัสที่ แคลเซียม และ อนุภาคเหนียว

ดังนั้น รักใหญ่ สามารถขึ้นได้ดีในพื้นที่ระดับสูงจากระดับน้ำทะเล (978-1138 เมตร) มีทิศด้านลาดเอียงไปฝั่งทิศตะวันตกเฉียงเหนือ เป็นพื้นที่ค่อนข้างราบ (0.01-0.22 เปอร์เซ็นต์) อยู่ห่างไกลจากลำห้วย (189.27-538.80 เมตร) มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง (33.27-38.15 องศาเซลเซียส) ปริมาณน้ำฝนน้อย (1113-1130 มิลลิเมตร) อยู่ในสภาพดินร่วนปนทราย มีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อย (0.29-1.10 เปอร์เซ็นต์) มีสภาพเป็นกรดอ่อน ๆ (5.38-5.89 pH) และปริมาณธาตุอาหารในดินที่ต้องการสูง ได้แก่ ไนโตรเจน (0.09-1.00 เปอร์เซ็นต์) โปแทสเซียม (101.12-203.00

มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และแมกนีเซียม (140.52-298.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนธาตุอาหารที่ต้องการปริมาณน้อย ได้แก่ ฟอสฟอรัส 1.00-21.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และแคลเซียม (50.00-362.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จากผลข้างต้นถือว่ารักใหญ่มีความต้องการลักษณะทางนิเวศ (ecological niche) ต่อสภาพปัจจัยแวดล้อมที่รุนแรง เช่น ความแห้งแล้ง และอยู่ในพื้นที่สูงเป็นต้น ซึ่งเป็นลักษณะปัจจัยแวดล้อมของป่าเต็งรัง (Asanok *et al.*, 2020) จึงทำให้รักใหญ่เป็นชนิดไม้สำคัญของสังคมส่วนใหญ่ของป่าเต็งรังในพื้นที่ศึกษา เช่นเดียวกับรักน้ำเกลือซึ่งมักกระจายตามป่าเต็งรังหากแต่ส่วนใหญ่มักกระจายอยู่เฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Eiadthong, 2011) ทั้งนี้ยังไม่เคยมีการศึกษาถึงลักษณะถิ่นที่ขึ้นของรักน้ำเกลือซึ่งอาจมีปัจจัยแวดล้อมที่แตกต่างกับรักใหญ่ก็เป็นได้ อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุอาหารในดินที่จำเป็นต่อรักใหญ่ เช่น ไนโตรเจน โปแทสเซียม และแมกนีเซียม อาจเป็นปัจจัยที่มีความแปรผันสูงเนื่องจากดินในป่าเต็งรังส่วนใหญ่เป็นดินที่ขาดธาตุอาหาร (Sonkanha *et al.*, 2012)

เมื่อนำแบบจำลองความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมกับการปรากฏของรักใหญ่ มาวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ โดยการซ้อนทับปัจจัยที่อยู่ในรูปแบบเชิงพื้นที่ ศักยภาพของพื้นที่ที่เหมาะสมในพื้นที่ศึกษา พบว่า รักใหญ่ มีพื้นที่ที่มีศักยภาพเหมาะสมต่อการปรากฏมาก ปานกลาง และน้อย มีค่าเท่ากับ 4,392.33, 2,722.48 และ 919.01 เฮกตาร์ ตามลำดับ โดยพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงที่เหมาะสมสำหรับรักใหญ่ส่วนใหญ่กระจายอยู่ทางตอนบนของพื้นที่ศึกษา (Figure 5)

Table 2 Mean±standard deviation of quantitative characteristic of *Gluta usitata* in Deciduous dipterocarp forest (overall data) and each stands; *Dipterocarpus tuberculatus* – *Pinus merkusii* stand (DPS), *Castanopsis diversifolia* - *Dipterocarpus tuberculatus* stand (CDS), *Dipterocarpus tuberculatus* - *Craibiodendron stellatum* stand (DCS) and *Shorea siamensis* - *Lithocarpus sootepensis* stand (SLS) at Omkoi National Forest.

Characteristic	Overall data	DPS	CDS	DCS	SLS
DBH (cm)	15.03±1.39	14.16±9.87	13.90±14.54	16.96±11.23	15.11±18.07
High (m)	7.45±0.75	8.09±4.05	7.60±4.50	7.74±3.65	6.38±3.96
Density (stem ha ⁻¹)	93.00±85.55	108.33±90.66	62.50±47.87	82.14±99.70	100.00±106.07
Basal Area (m ² ha ⁻¹)	2.57±2.75	2.52±2.75	1.88±3.13	2.63±2.80	4.04±3.98

Table 3 Descriptive of environmental factors of *Gluta usitata* in study sites at Omkoi National Forest.

Environmental Factors	Mean	Min	Max
Elevation (m)	978.56	835.00	1138.00
Aspect (degree)	198.39	11.10	351.86
Slope (%)	0.22	0.01	1.12
Convexity (degree)	0.00	-0.09	0.16
Distance from river (m)	189.27	29.00	538.80
Average Temperature (C ^o)	33.27	27.15	38.15
Annual Rainfall (mm)	1130.28	1113.00	1153.00
Soil pH	5.38	4.83	5.89
OM (%)	1.10	0.29	2.54
N (%)	0.09	0.01	1.00
P (mg kg ⁻¹)	21.84	1.00	154.00
K (mg kg ⁻¹)	101.12	31.00	203.00
Ca (mg kg ⁻¹)	362.48	50.00	967.00
Mg (mg kg ⁻¹)	140.52	35.00	298.00
Sand (%)	62.40	22.00	76.00
Silt (%)	21.52	12.00	36.00
Clay (%)	14.40	10.00	30.00

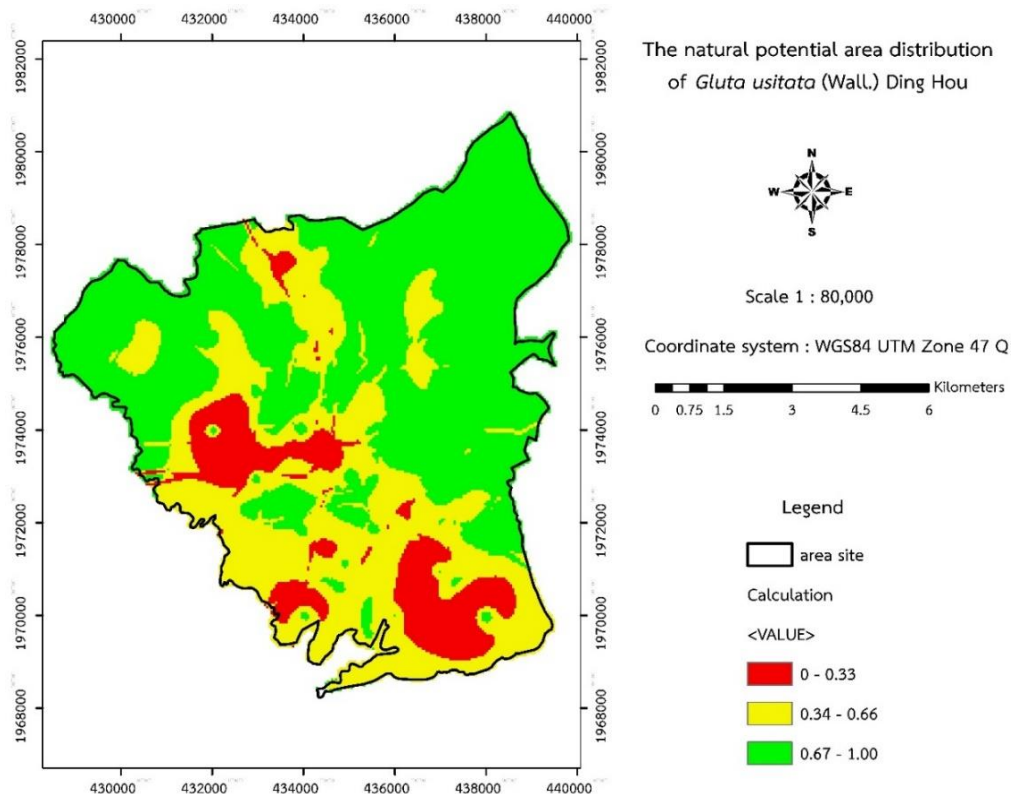


Figure 5 The natural potential area distribution of the high, moderately and low potential levels of *Gluta usitata* on on study sites at Omkoi National Forest.

สรุป

ป่าเต็งรังบริเวณโครงการอนุรักษ์ต้นรัก และการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากยางรักอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบด้วยพรรณไม้ 54 ชนิด 47 สกุล 24 วงศ์ จากไม้ทั้งหมด 1,664 ต้น มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.86 มีขนาดพื้นที่หน้าตัดและความหนาแน่นต้นไม้ เท่ากับ 30.87 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ และ 1,386 ต้นต่อเฮกแตร์ ชนิดไม้เด่น คือ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatns*) ตา ฉี่ เเคย (*Craibiodendron stellatum*) เต็ง (*Shorea obtusa*) สนสองใบ (*Pinus merkusii*) และรักใหญ่ (*Gluta usitata*) จำแนกหมู่ไม้ได้ 4 หมู่ไม้ คือ 1) หมู่ไม้พลวง-สนสองใบ 2) หมู่ไม้ก่อแป้น-พลวง 3) หมู่ไม้พลวง-ตาฉี่เเคย

และ 4) หมู่ไม้รัง- ก่อหัวหมู ในขณะที่รักใหญ่ มีความหนาแน่นและขนาดพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยเท่ากับ 93 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 2.57 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ โดยรักใหญ่มีการสืบต่อพันธุ์ที่ไม่ต่อเนื่องซึ่งอาจเกิดจากการรบกวน การกระจายของรักใหญ่ สามารถขึ้นได้ดีในพื้นที่ระดับสูงจากระดับน้ำทะเล (978-1138 เมตร) มีทิศด้านลาดเอียงไปฝั่งทิศตะวันตกเฉียงเหนือ เป็นพื้นที่ค่อนข้างราบ อยู่ห่างไกลจากลำห้วย มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง ปริมาณน้ำฝนน้อย อยู่ในสภาพดินร่วนปนทราย สภาพเป็นกรดอ่อน ๆ และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ ขณะที่รักใหญ่มีความต้องการธาตุอาหาร ไนโตรเจน โพแทสเซียม และแมกนีเซียม ในปริมาณค่อนข้างสูง เป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับ ฟอสฟอรัส และแคลเซียม

ดังนั้น เพื่อให้การอนุรักษ์และการจัดการการใช้ประโยชน์รักใหญ่บรรลุตามเป้าหมาย จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ รวมถึงการรบกวนในหลายรูปแบบ เช่น การกรีดยางรักอาจก่อให้เกิดความเสียหายจนต้นรักตาย หรือการป้องกันไฟป่าถือเป็นเรื่องสำคัญที่ช่วยหารักใหญ่สืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติได้ตามปกติ เป็นต้น นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาลักษณะทางนิเวศวิทยาของรักใหญ่ในระยะยาว จนสามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ในการจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพและก่อให้เกิดการใช้ประโยชน์รักใหญ่ในพื้นที่โครงการฯ ได้อย่างยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการอนุรักษ์ต้นรักและการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากยางรัก ฯ กรมป่าไม้ ในการเก็บข้อมูลภาคสนามและขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา และคณาจารย์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติทุกท่าน ที่สนับสนุนงานวิจัยให้การทำวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Asanok, L., T. Rungrawee & N. Papakjan. 2020. Woody species colonization along edge-interior gradients of deciduous forest remnants in the Mae Khum Mee Watershed, Northern Thailand. **International Journal of Forestry Research**, 2020:5867376.

Amatayakul, P. & T. Chomtha. 2013. **Agricultural Meteorology to know for Chiang Mai.**

Meteorological Department Bureau, Bangkok. (in Thai)

Eiadthong, W. 2011. Ecological and geographical distributions of laccifera lacquer tree (*Gluta laccifera* (Pierre) Ding Hou) and its demographic status in Thailand. **Thai Journal of Forestry** 30 (2): 69-79. (in Thai)

Gilbert, G.S. & S.P. Hubbell. 2002. Plant diseases and the conservation of tropical forests. **BioScience** 16: 98-106.

Incong, B. 2008. **Techniques for preparing the lacquer gum in the art of water conservation.** National Library of Thailand, Bangkok. (in Thai)

Kent, M., R. Lues & P. Coker. 1994. The general classification of *rhesus macaques*, *Macaca mulatta*. **Journal of Biology Assay** 11(6):e363.

Laing, R.S., K.H. Ong, R.J.H. Kueh, N.G. Mang, P.J.H. King & M. Sait. 2019. Stand structure, floristic composition and species diversity along altitudinal gradients of Bornean mountain range 30 years after selective logging. **Journal of Mountain Science** 16(6): 1419-1434.

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

Marod, D. & U. Kudintara. 2009. **Forest Ecology.** Faculty of Forestry, Kasetsart University. (in Thai)

McCune, B. & M. J. Mefford. 2011. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data.**

- Version 6.0 for Windows. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Na-nakorn, W. 2008 . *Gluta usitata*, a valuable resource. **Seminar on Study of Oriental Lacquer Initiated by H. R. H. Princess Maha Chakri Sirindhorn for the Revitalization of Thai Wisdom.** Fine Arts Department, Bangkok. (in Thai)
- Nuchit, S. , W. Mungita, T. Yotapakdee & T. Latteerasuwan. 2012. **Biodiversity project of Omkoi National Forest, Chiang Mai Province.** Royal Initiative Project and Special Affairs Office, Royal Forest Department, Bangkok. (in Thai)
- Pairuang, N., C. Thapyai & L. Asanok. 2020. The Influence of Fire Protection on Plant Community Changes in Sakunothayan Botanical Garden, Wang Thong District, Phitsanulok Province. **Thai Journal of Forestry** 39(1): 28-40. (in Thai)
- Pooma, R. & S. Suddee. 2014. **Tem Smitinand's Thai Plant Names, revised edition 2014.** Office of the Forest Herbarium, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)
- Reungrungsri, N. & T. Mongklakoop. 2004. **Thailand Horeb volume 1.** Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR), Bangkok. (in Thai)
- Royal Forest Department. 2009. *Gluta usitata* conservation and development of local knowledge using lacquer sap under the Royal Initiative Project Chiang Mai Province. Royal Initiative Project and Special Affairs Office, Bangkok. (in Thai)
- Sapkota, R. P., P.D. Stahla & U. Norton. 2019. Anthropogenic disturbances shift diameter distribution of woody plant species in *Shorea robusta* Gaertn. (Sal) mixed forests of Nepal. **Journal of Asia-Pacific Biodiversity** 12(1): 115-128.
- Sonkanha, W. S., S. Anusontpornperm, S. Thanachit, I. Kheoruenromne & T. Artchawakom. 2012. Soil Characteristics under Various Types of Forest in Sakaerat Environmental Research Station. **Khon Kaen Agriculture Journal** 40: 7-18.
- Sorensen, 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. **Biologiske Skrifter** 5: 1-34.
- Srikoon, P., R. Taweasuk, P. Pramosri, P. Junkeaw & L. Asanok. 2021. Vegetation community characteristics and edaphic factors in 40 years fire protection of dwarf deciduous dipterocarp forest, Phae Muang Phi Forest Park, Phrae province. **Thai Forest Ecological Research Journal** 5(1): 33-52. (in Thai)
- Wanthongchai, K., J. Bauhus & J. G. Goldammer. 2014. Effects of past burning frequency on woody plant structure and composition in dry dipterocarp forest. **Thai Journal of Forestry** 33(3): 109-130.