

ลักษณะโครงสร้างสังคมพืชและอิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพบางประการ
ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูเก้า – ภูพานคำ จังหวัดหนองบัวลำภู

Vegetation Structural Characteristics and Influence of some Physical
Environmental Factors in Phu Kao–Phu Phan Kham National Park,
Nong Bua Lamphu Province, Thailand

ธงชัย นาราชบุรี¹, วราลี ศรีเกื้อ¹, ฤชดา พงษ์การณียภาส², มณฑล นอแสงศรี³ และแหลมไทย อาษานอก^{2,4*}
Thongchai Narad¹, Waralee Srikue¹, Kritsada Phongkaranyapas², Monthon Nosaengsri³
and Lamthai Asanok^{2,4*}

¹สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

¹Forest Management Program, Maejo University Phrae Campus, Phrae, 54140 Thailand

²สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

²Agroforestry Program, Maejo University Phrae Campus, Phrae, 54140 Thailand

³สาขาวิชาการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

³Forestry Program, Maejo University Phrae Campus, Phrae, 54140 Thailand

⁴ศูนย์บริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

⁴Greenhouse Gas Management Centre, Maejo University, Phrae Campus, Phrae 54140, Thailand.

*ผู้รับผิดชอบ, E-mail: lamthainii@gmail.com

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

รับต้นฉบับ 30 กรกฎาคม 2567

รับแก้ไข 5 กันยายน 2567

รับลงพิมพ์ 18 กันยายน 2567

Received: 30 July 2024

Revised: 5 September 2024

Accepted: 18 September 2024

ABSTRACT

The study of vegetation structural characteristics is important for national park management. This study investigated the vegetation structural characteristics and the influence of some physical environmental factors on the distribution of tree species in Phu Kao–Phu Phan Kham National Park, Nong Bua Lamphu province, Thailand. In total, 30 purposive sample plots (each 20 m x 20 m) were established. Data on tree species composition and some physical environmental factors were collected and used to analyze vegetation structural characteristics based on cluster analysis and their relationships with environmental factors. Based on the results, there were 79 species in 65 genera from 30 families, with the species diversity index being 3.63. The cluster analysis identified 3 sub-communities. The first was deciduous dipterocarp forest, consisting of 38 species and 35 genera from 17 families, with the species diversity index being 2.82. The dominant species, such as *Dipterocarpus obtusifolius*, *Gluta usitata* and *Pterocarpus macrocarpus*, were positively influenced by the altitude above mean sea level (m). The second sub-community was mixed deciduous forest, consisting of 52 species and 47 genera from 24 families, with the species diversity index being 3.28. The dominant species, such as *Xylia xylocarpa*, *Pterocarpus macrocarpus*, and *Lannea coromandelica*, were positively influenced by the temperature (°C). The third community was dry evergreen forest, consisting of 39 species and 36 genera from 20 families, with the species diversity index being 2.93. The dominant species, such as *Lagerstroemia duerreana*, *Cratoxylum formosum* and *Dipterocarpus turbinatus*, were positively influenced by the rainfall (mm) and slope (%). Overall, based on the results, the Phu Kao–Phu Phan Kham National Park included diverse plant communities that had been determined by differences in physical environmental factors. Therefore, in zoning the management area, vegetation structural characteristics and physical environmental factors should be considered as important criteria. Further study should investigate the influence of soil factors on the occurrence of tree communities, which may provide additional information to more clearly explain the occurrence of plant communities.

Keywords: Plant community diversity; Limiting factors; Conservation area management

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชถือเป็นข้อมูลสำคัญในการจัดการอุทยานแห่งชาติ ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืช และอิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมด้านกายภาพบางประการที่มีอิทธิพลต่อการกระจายของชนิดไม้ต้น ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูเก้า-ภูพานคำ จังหวัดหนองบัวลำภู โดยการวางแปลงตัวอย่างแบบสุ่มเจาะจงขนาด 20 เมตร x 20 เมตร จำนวน 30 แปลง พร้อมเก็บข้อมูลองค์ประกอบชนิดไม้ต้นและปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพบางประการเพื่อทำการวิเคราะห์ลักษณะสังคมพืช การจัดกลุ่มหมู่ไม้ และหาความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อม ผลการศึกษาพบไม้ต้นทั้งหมด 79 ชนิด 65 สกุล 30 วงศ์ ค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 3.63 สามารถจำแนกสังคมพืชย่อยได้ 3 สังคม ได้แก่ สังคมป่าเต็งรัง พบชนิดไม้ทั้งหมด 38 ชนิด 35 สกุล 17 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.82 ชนิดไม้เด่น เช่น เหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) รักใหญ่ (*Gluta usitata*) และประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) ถูกกำหนดโดยความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร) สังคมป่าผสมผลัดใบ พบชนิดไม้ทั้งหมด 52 ชนิด 47 สกุล 24 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 3.28 ชนิดไม้เด่น เช่น แดง (*Xylia xylocarpa*) ประดู่ และกูก (*Lannea coromandelica*) ถูกกำหนดโดยอุณหภูมิ (°C) และสังคมป่าดิบแล้ง พบชนิดไม้ทั้งหมด 39 ชนิด 36 สกุล 20 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด เท่ากับ 2.93 ชนิดไม้เด่น เช่น ตะแบกเปลือกบาง (*Lagerstroemia duperreana*) ตั้วขน (*Cratogeomys formosum*) และยางแดง (*Dipterocarpus turbinatus*) ถูกกำหนดโดยปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) และความลาดชัน (%) ผลการศึกษาบ่งชี้ว่าอุทยานแห่งชาติภูเก้า – ภูพานคำ ประกอบด้วยสังคมพืชที่หลากหลายและถูกกำหนดด้วยปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการแบ่งเขตการจัดการพื้นที่ควรพิจารณาลักษณะสังคมพืชและปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพเป็นสำคัญ ทั้งนี้ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยดินต่อการปรากฏสังคมพืชเพิ่มเติม อาจทำให้อธิบายการปรากฏสังคมพืชได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ความหลากหลายสังคมพืช ปัจจัยจำกัด การจัดการพื้นที่อนุรักษ์

คำนำ

ป่าเขตร้อน (tropical forest) นับว่าเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับป่าในเขตอื่น ๆ ของโลก ทั้งนี้เพราะป่าเขตร้อนนั้นมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง (high biodiversity) ได้แก่ ความหลากหลายของถิ่นอาศัย (habitat diversity) ความหลากหลายของชนิด (species diversity) ตลอดจนความหลากหลายของสายพันธุ์ (genetic diversity) (Santisuk, 2006) การเพิ่มขึ้นของประชากรและการเติบโตทางเศรษฐกิจส่งผลให้เกิดการบุกรุกป่าธรรมชาติเพื่อเปลี่ยนพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรมนับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน จากการสำรวจพื้นที่ป่าไม้ โดยกรมป่าไม้ พบว่าในปี พ.ศ. 2504 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าประมาณ 171 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 53.33 ของประเทศ และในปัจจุบัน พ.ศ. 2567 ประเทศไทยเหลือพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมดร้อยละ 31.47 ของพื้นที่ประเทศ (Royal Forest Department, 2023) จะเห็นว่าพื้นที่ป่าของประเทศลดลงเป็นอย่างมากในช่วง 60 ปี ที่ผ่านมา สำหรับสาเหตุที่พื้นที่ป่าของประเทศลดลงนี้มีหลายสาเหตุ เช่น การลักลอบตัดไม้และเผาทำลายป่าในบริเวณต้นน้ำลำธารซึ่งเป็นการบุกรุกทำลายป่าเพื่อต้องการที่ดินในการทำเกษตร การตัดฟันไม้เพื่อแปรรูปจำหน่ายและใช้สอยส่วนตัวตลอดจนทำฟืนและเผาถ่าน เป็นต้น ซึ่งสาเหตุการลดลงของพื้นที่ป่าส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ (Ruangpanich, 1998)

เนื่องจากป่าเขตร้อนมีคุณค่าสูงในหลาย ๆ ด้าน ในการจัดการป่าให้มีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาทาง

นิเวศวิทยาอย่างลึกซึ้ง โดยเฉพาะในเรื่องของโครงสร้างและหน้าที่ของป่าไม้ เช่นเดียวกับปัจจัยการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยแวดล้อมที่มีส่วนสำคัญในการกำหนดการกระจาย (distribution) และองค์ประกอบชนิด (species composition) ในสังคมพืช (Asanok *et al.*, 2015) ซึ่งในปัจจุบันยังขาดการศึกษาที่ครอบคลุมในทุกพื้นที่ โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์ เช่น อุทยานแห่งชาติ และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เป็นต้น ซึ่งพื้นที่เหล่านี้ล้วนแต่ต้องการข้อมูลพื้นฐานด้านนิเวศวิทยาที่แม่นยำ เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับบริหารจัดการพื้นที่เพื่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ ดังนั้นจึงควรที่จะต้องเร่งดำเนินการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในส่วนของบทบาทด้านนิเวศวิทยา (ecological roles) เกี่ยวกับความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมในแต่ละสังคมพืชในเขตพื้นที่อนุรักษ์ อันจะทำให้ทราบถึงองค์ประกอบชนิดของพรรณไม้รวมถึงลักษณะปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อสังคมพืชนั้น ๆ (Marod and Kutintara, 2009) การศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชจึงมักถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการป่าไม้โดยทั่วไป (Gadow *et al.*, 2019) ซึ่งผลการศึกษาที่ได้รับนอกจากจะมีประโยชน์ต่อการวางแผนสำหรับการอนุรักษ์ (conservation planning) แล้ว ยังเป็นการเพิ่มพูนองค์ความรู้ด้านนิเวศวิทยาป่าไม้สำหรับใช้ประโยชน์ในทางวิชาการต่อไป ดังนั้นการศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ใช้สำหรับอธิบายนิเวศวิทยาป่าไม้ในเชิงปริมาณดังกล่าว

อุทยานแห่งชาติภูเก้า-ภูพานคำ เป็นอุทยานแห่งชาติลำดับที่ 50 ของประเทศไทย เป็นพื้นที่ในเทือกเขาภูพาน

ตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน แยกออกจากกันเป็น 3 ส่วน เป็นพื้นที่ภูเขา 100,848 ไร่ ภูพานคำ 45,000 ไร่ และพื้นที่ส่วนน้ำ 53,125 ไร่ ตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดหนองบัวลำภู พื้นที่ตอนล่างของจังหวัดอุดรธานี และอยู่ตอนบนของจังหวัดขอนแก่น สภาพป่าทั่วไปเป็นป่าเต็งรัง ป่าผสมผลัดใบ และป่าดิบแล้ง (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, 2022) อย่างไรก็ตามจนถึงปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืช รวมถึงลักษณะของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่แห่งนี้อย่างจริงจัง ดังนั้นการศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชและความหลากหลายชนิดของต้นไม้ในพื้นที่บริเวณอุทยานแห่งชาติภูเก้า-ภูพานคำ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการพื้นที่ จึงได้เกิดงานวิจัยนี้ขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืช องค์ประกอบของชนิด และอิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพบางประการ อันจะทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพบางประการต่อสังคมพืชเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติภูเก้า-ภูพานคำให้อำนวยประโยชน์สูงสุดและยั่งยืนต่อไป

วิธีการ

พื้นที่ศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการศึกษาบริเวณพื้นที่ป่าอุทยานแห่งชาติภูเก้า-ภูพานคำ จังหวัดหนองบัวลำภู และจังหวัดขอนแก่น มีพื้นที่ในการศึกษา 2 ส่วน คือ 1) พื้นที่ส่วนภูเก้า เป็นพื้นที่อยู่ทางด้านทิศตะวันตกของอุทยานแห่งชาติ ครอบคลุมอำเภอโนนสัง อำเภอเมืองหนองบัวลำภู จังหวัดหนองบัวลำภู มีพื้นที่ทั้งหมด 161.35 ตารางกิโลเมตร หรือ 100,848 ไร่ 2) พื้นที่ส่วนภูพานคำ เป็นแนวเขายาวต่อเนื่องกันโดยเรียงตัวกันตามแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่อยู่ในเขตจังหวัดขอนแก่น จำนวน 51 ตารางกิโลเมตร หรือ 31,875 ไร่ จังหวัดหนองบัวลำภู จำนวน 21 ตารางกิโลเมตร หรือ 13,125 ไร่ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่ระหว่าง 250–500 เมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,385.9 มิลลิเมตรต่อปี และมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.69 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยประมาณ 21.83 องศาเซลเซียส (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, 2022) (Figure 1)

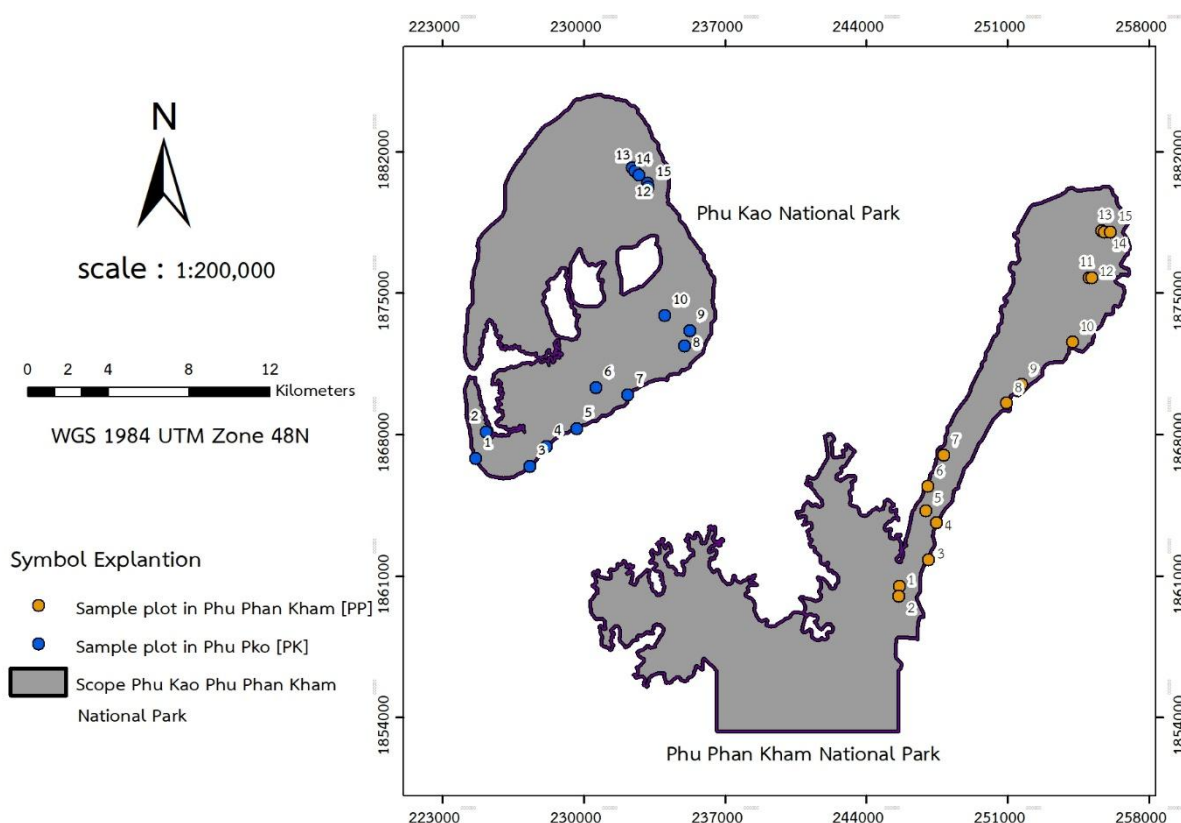


Figure 1 Location of sampling plots in Phu Kao–Phu Phan Kham National Park, Nong Bua Lamphu province, Thailand

การเก็บข้อมูลองค์ประกอบพรรณไม้

การวางแผนตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling) ขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ตามวิธีการของ Laine *et al.* (2019) ให้กระจายครอบคลุมทั้งพื้นที่ศึกษา แบ่งเป็นอุทยานแห่งชาติภูเก้า จำนวน 15 แปลง และอุทยานแห่งชาติภูพานคำ จำนวน 15 แปลง รวมทั้งหมด 30 แปลง และบริเวณกลางแปลงของแต่ละแปลง ขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ทำการวางแผนย่อยขนาด 5 เมตร x 5 เมตร และ 1 เมตร x 1 เมตร พร้อมกับบันทึกพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งพิกัดด้วยสัญญาณดาวเทียม (GPS) เก็บข้อมูลระหว่างเดือน กรกฎาคม–พฤศจิกายน 2566

การเก็บข้อมูลองค์ประกอบของพรรณพืชที่ปรากฏในทุก ๆ แปลงตัวอย่าง แบ่งเป็น 1) ไม้ต้น (tree) คือ ไม้ที่มีความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH) มากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงทั้งหมด ภายในแปลงขนาด 20 เมตร x 20 เมตร 2) ลูกไม้ (sapling) คือ ไม้ที่มี DBH น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร สูงมากกว่า 1.3 เมตร และ 3) กล้าไม้ (seedling) คือ ไม้ที่มีความสูงน้อยกว่า 1.3 เมตร โดยทำการนับจำนวนลูกไม้ทุกชนิดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่างขนาด 5 เมตร x 5 เมตร และนับจำนวนกล้าไม้ทุกชนิดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่างขนาด 1 เมตร x 1 เมตร พร้อมกับระบุชื่อวิทยาศาสตร์ อ้างตาม Phuma and Suddee (2014)

ข้อมูลปัจจัยแวดล้อมทางด้านกายภาพ จากการบันทึกพิกัดจุดกลางแปลงตัวอย่างด้วยเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (Garmin eTrex 10 GPS) สำหรับข้อมูลปัจจัยแวดล้อมทางด้านกายภาพใช้แบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (digital elevation model, DEM) นำเข้าข้อมูลปัจจัยแวดล้อมทางด้านกายภาพ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล (m), ปริมาณน้ำฝน (mm) อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) ความลาดชัน (%) และทิศด้านลาด ($^{\circ}$) สร้างได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial analysis) หลังจากนั้นนำข้อมูลทางด้านกายภาพของแต่ละจุดด้วยวิธีประมาณค่าในช่วง (interpolation) โดยเครื่องมือ Topo to raster toolbox ในโปรแกรม ArcGIS

การวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (cluster analysis) เพื่อหาสังคมย่อยของสังคมพืชในพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูเก้า–ภูพานคำ โดยใช้จำนวนต้นของชนิดไม้แต่ละชนิดในแต่ละแปลงตัวอย่างมาใช้จำแนกสังคม (community classification) โดยประยุกต์ใช้หลักความคล้ายคลึงของ Sorensen (1948) ในการหาความแตกต่างของสังคมพืช (dissimilarity) และใช้หลักการรวมกลุ่ม

ตามวิธีของ Ward (Kent *et al.*, 1994) วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม PCOR Version 6 (McCune and Mefford, 2011)

ลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบชนิดพรรณพืชในระดับไม้ต้น ลูกไม้ และกล้าไม้ วิเคราะห์ตามแนวทางของ Marod and Kutintara (2009) โดยค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (importance value index, IVI) จากการหาความหนาแน่น (density, D: ต้นต่อเฮกตาร์) ความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด (dominance, Do: ตารางเมตรต่อเฮกตาร์) และความถี่ (frequency, F: เปอร์เซ็นต์) เพื่อหาความสัมพันธ์ทั้งสามค่าดังกล่าว ซึ่งผลรวมของค่าสัมพันธ์ทั้งสามค่าจะเท่ากับค่าดัชนีความสำคัญของไม้ต้น ส่วนในระดับลูกไม้และกล้าไม้พิจารณาเฉพาะค่าความหนาแน่นและความถี่ในการหาค่าดัชนีความสำคัญ พร้อมกับหาค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (species diversity index) ในระดับไม้ต้น ลูกไม้ และกล้าไม้ ตามสมการ Shannon–Wiener index (Magurran, 1988)

การจัดลำดับสังคมพืช (ordination) เพื่อหาความสัมพันธ์ของหมู่ไม้กับปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพ โดยใช้ค่าความหนาแน่นของไม้ต้นแต่ละชนิดในแต่ละแปลงขนาด 20 เมตร x 20 เมตร เป็นเมทริกซ์หลัก (main matrix) กับปัจจัยแวดล้อมทางด้านกายภาพ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล (m), ปริมาณน้ำฝน (mm) อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) ความลาดชัน (%) และทิศด้านลาด ($^{\circ}$) ให้เป็นเมทริกซ์รอง (second matrix) โดยใช้วิธีการลำดับสังคม (ordination analysis) ตามวิธีการ Canonical Correspondence Analysis (CCA) ด้วยโปรแกรม PC – ORD version 6 (McCune and Mefford, 2011)

ผลและวิจารณ์

โครงสร้างสังคมพืชและการจำแนก

สังคมพืชบริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูเก้า–ภูพานคำ จังหวัดหนองบัวลำภู จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มสังคมพืชที่ระดับความคล้ายคลึงร้อยละ 20 สามารถจำแนกกลุ่มสังคมพืชออกเป็น 3 สังคม ได้แก่ 1) สังคมป่าเต็งรัง (deciduous dipterocarp forest) ประกอบด้วย 8 แปลงตัวอย่าง ได้แก่ หมู่ไม้ในแปลงตัวอย่าง PK2, PK8, PK9, PK10, PP8, PP9, PP10 และ PP11 2) สังคมป่าผสมผลัดใบ (mixed deciduous forest) ประกอบด้วย 13 แปลงตัวอย่าง ได้แก่ หมู่ไม้ในแปลง PK1, PK3, PK4, PK5, PK6, PK7, PP1, PP2, PP3, PP4, PP5, PP6 และ PP7 3) สังคมป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest) ประกอบด้วย 9 แปลงตัวอย่าง ได้แก่ หมู่ไม้ในแปลงตัวอย่าง PK11, PK12, PK13, PK14, PK15, PP12, PP13, PP14 และ PP15 (Figure 2) โดยแต่ละสังคมพืชมีลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบชนิดไม้ดังนี้ ดังนี้

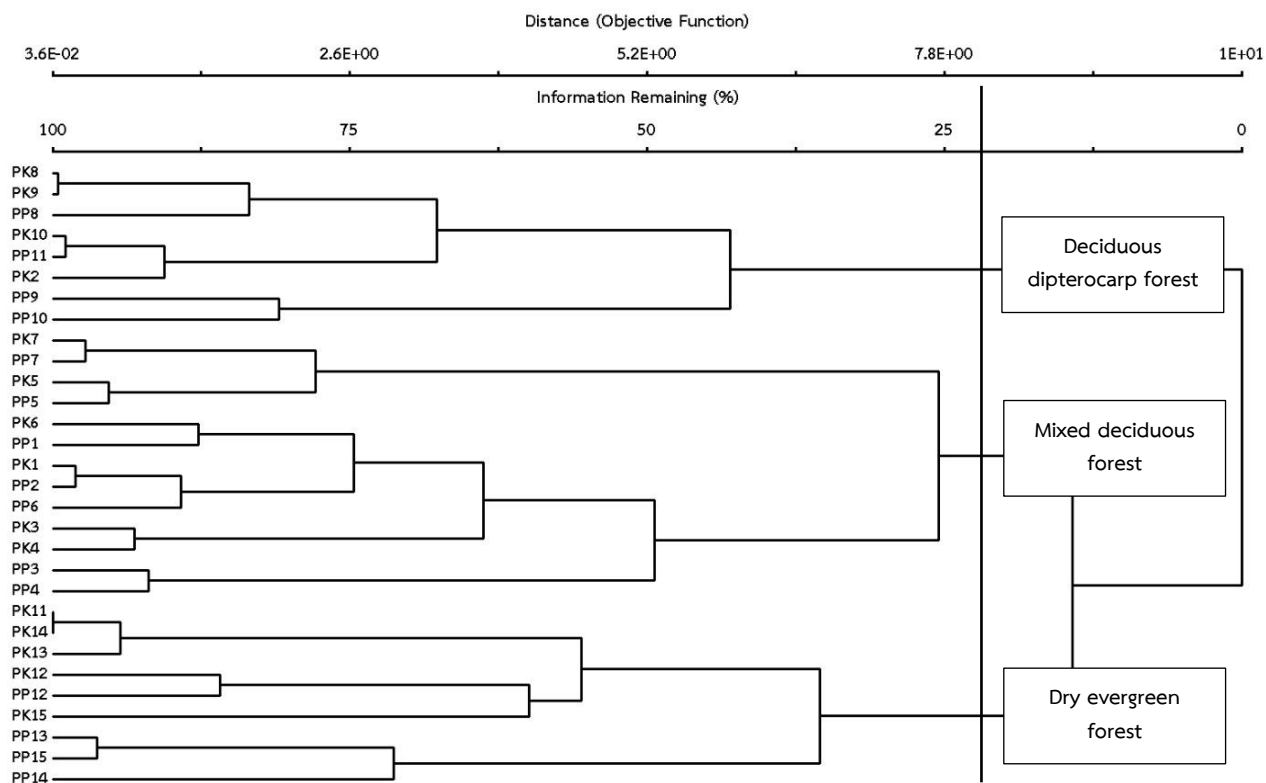


Figure 2 Dendrogram of stand clustering in Phu Kao–Phu Phan Kham National Park, Nong Bua Lamphu province, Thailand, based on number of tree species

สังคมป่าเต็งรัง พบชนิดไม้ทั้งหมด 38 ชนิด 35 สกุล 17 วงศ์ มีความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้และขนาดพื้นที่หน้าตัดรวมของไม้ต้น เท่ากับ 1,181 ต้นต่อเฮกตาร์ และ 26.15 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (Shannon index, H') เท่ากับ 2.82 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) 5 ลำดับแรก คือ เหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) รักใหญ่ (*Gluta usitata*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) รัง (*Pentacme siamensis*) และเต็ง (*Shorea obtusa*) มีค่าเท่ากับ 35.20, 35.02, 32.39, 31.50 และ 19.20 ตามลำดับ (Table 2) ลูกไม้ พบ 7 ชนิด 7 สกุล 7 วงศ์ มีความหนาแน่นของจำนวนลูกไม้ เท่ากับ 1,093 ต้นต่อเฮกตาร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (Shannon index, H') เท่ากับ 1.83 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) 5 ลำดับแรก คือ เต็ง พลับพลา (*Microcos tomentosa*) ตานกกก (*Ellipanthus tomentosus*) แดง (*Xylocarpus xylocarpa*) และเม้าไขปลาคา (*Antidesma ghaesembilla*) มีค่าเท่ากับ 59.29, 57.48, 55.69, 52.64 และ 26.31 ตามลำดับ (Table 2) และกล่ำไม้ พบ 5 ชนิด 5 สกุล 3 วงศ์ มีความหนาแน่นของจำนวนกล่ำไม้ เท่ากับ 17,500 ต้นต่อเฮกตาร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (Shannon index, H') เท่ากับ 1.54 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) 5 ลำดับแรก คือ แดง รัง ตีนนก (*Vitex*

pinnata) พญาศรี (*Albizia lebbek*) และเหียง มีค่าเท่ากับ 54.76, 45.24, 38.10, 38.10 และ 23.81 ตามลำดับ (Table 2)

สังคมป่าผสมผลัดใบ พบชนิดไม้ทั้งหมด 52 ชนิด 47 สกุล 24 วงศ์ มีความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้และขนาดพื้นที่หน้าตัดรวมของไม้ต้น เท่ากับ 1,215 ต้นต่อเฮกตาร์ และ 20.82 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (Shannon index, H') เท่ากับ 3.28 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) 5 ลำดับแรก คือ แดง ประดู่ กุ่ม (*Lannea coromandelica*) ตะแบกเลือด (*Terminalia corticosa*) และชงโค (*Bauhinia purpurea*) มีค่าเท่ากับ 32.80, 20.63, 18.42, 16.65 และ 15.60 ตามลำดับ (Table 2) ลูกไม้พบ 11 ชนิด 11 สกุล 8 วงศ์ มีความหนาแน่นของจำนวนลูกไม้ เท่ากับ 1,057 ต้นต่อเฮกตาร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (Shannon index, H') เท่ากับ 2.24 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) 5 ลำดับแรก คือ สาธร (*Imbralyx leucanthus*) หมักม่อ (*Rothmannia wittii*) แดง ชงโค และตะแบกเปลือกบาง (*Lagerstroemia duperreana*) มีค่าเท่ากับ 46.66, 37.37, 36.67, 30.31 และ 30.20 ตามลำดับ (Table 2) และกล่ำไม้ พบ 12 ชนิด 12 สกุล 7 วงศ์ มีความหนาแน่นของจำนวนกล่ำไม้ เท่ากับ 28,461 ต้นต่อเฮกตาร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (Shannon index, H') เท่ากับ 2.31 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนี

ความสำคัญ (IVI) 5 ลำดับแรก คือ ชงโค แดง สารภี มะค่าโมง (*Azelia xylocarpa*) และกุ่ม มีค่าเท่ากับ 32.25, 24.14, 24.14, 22.88 และ 14.77 ตามลำดับ (Table 2) เมื่อพิจารณาองค์ประกอบชนิดของสังคม พบว่ามีไม้เด่นของสังคมป่าผสมผลัดใบเข้ามาเป็นไม้เด่นในสังคม 5 อันดับแรก เช่น แดง ประดู่ และสารภี ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้เบิกนำที่สามารถตั้งตัวและเจริญเติบโตได้ง่ายในสภาพปัจจัยจำกัดที่หลากหลาย

สังคมป่าดิบแล้ง พบชนิดไม้ทั้งหมด 39 ชนิด 36 สกุล 20 วงศ์ มีความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้และขนาดพื้นที่หน้าตัดรวมของไม้ต้น เท่ากับ 630 ต้นต่อเฮกตาร์ และ 20.77 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (Shannon index, H') เท่ากับ 2.93 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) 5 ลำดับแรก คือ ตะแบกเปลือกบาง ตั้วขน (*Cratoxylum formosum*)

ยางแดง (*Dipterocarpus turbinatus*) อระราช (*Peltophorum dasyrachis*) และตะแบกเลือด มีค่าเท่ากับ 41.95, 22.78, 22.47, 20.83 และ 16.44 ตามลำดับ (Table 2) ลูกไม้พบ 2 ชนิด 2 สกุล 2 วงศ์ มีความหนาแน่นของจำนวนลูกไม้ เท่ากับ 138 ต้นต่อเฮกตาร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (Shannon index, H') เท่ากับ 0.69 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) คือ ปรงู (*Alangium indochinense*) ยางแดง มีค่าเท่ากับ 153.70 และ 146.30 ตามลำดับ (Table 2) และกล้าไม้ พบ 2 ชนิด 2 สกุล 2 วงศ์ มีความหนาแน่นของจำนวนกล้าไม้ เท่ากับ 3,333 ต้นต่อเฮกตาร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (Shannon index, H') เท่ากับ 0.64 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) คือ ตะแบกเลือด ประดู่ มีค่าเท่ากับ 116.67 และ 83.33 ตามลำดับ (Table 2)

Table 1 Plant community characteristics by forest type in Phu Kao–Phu Phan Kham National Park, Nong Bua Lamphu province, Thailand

Plant community characteristic	Total	Deciduous dipterocarp forest	Mixed deciduous forest	Dry evergreen forest
Tree				
Number of species	79	38	52	39
Number of genera	65	35	47	36
Number of families	30	17	24	20
Stream density (stems ha ⁻¹)	914	1,181	1,215	630
Basal area (m ² ha ⁻¹)	22.23	26.15	20.82	20.77
Shannon–Wiener index	3.63	2.82	3.28	2.93
Sapling				
Number of species	17	7	11	2
Number of genus	17	7	11	2
Number of family	11	7	8	2
Stream density (stems ha ⁻¹)	791	1,093	1,057	138
Shannon–Wiener index	2.63	1.83	2.24	0.69
Seedling				
Number of species	17	5	12	2
Number of genus	17	5	12	2
Number of family	7	3	7	2
Stream density (stems ha ⁻¹)	18,000	17,500	28,461	3,333
Shannon–Wiener index	2.62	1.54	2.31	0.64

Table 2 Top-five ranking trees based on importance value index (IVI) in each forest type in Phu Kao–Phu Phan Kham National Park, Nong Bua Lamphu province, Thailand, including relative dominance (RDo), relative density (RD) and relative frequency (RF)

Plant community	Growth stage	Species	RDo (%)	RD (%)	RF (%)	IVI
Total	Tree	<i>Xylia xylocarpa</i>	4.97	11.03	5.16	21.16
		<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	8.78	6.84	4.58	20.20
		<i>Lagerstroemia duperreana</i>	8.88	5.56	2.87	17.31
		<i>Terminalia corticosa</i>	5.12	4.65	4.87	14.64
		<i>Canarium subulatum</i>	5.25	3.92	4.01	13.18
	Sapling	<i>Xylia xylocarpa</i>	–	18.42	14.29	52.60
		<i>Bauhinia purpurea</i>	–	7.89	10.71	28.74
		<i>Microcos tomentosa</i>	–	7.89	10.71	25.55
		<i>Imbralyx leucanthus</i>	–	7.89	10.71	23.99
		<i>Lagerstroemia duperreana</i>	–	7.89	7.14	23.11
	Seedling	<i>Xylia xylocarpa</i>	–	12.96	17.39	30.35
		<i>Bauhinia purpurea</i>	–	12.96	8.70	21.66
		<i>Vitex pinnata</i>	–	11.11	8.70	19.81
		<i>Imbralyx leucanthus</i>	–	7.41	8.70	16.10
		<i>Afzelia xylocarpa</i>	–	11.11	4.35	15.46
Deciduous dipterocarp forest	Tree	<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	16.21	10.85	8.14	35.20
		<i>Gluta usitata</i>	12.01	17.20	5.81	35.02
		<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	14.30	11.11	6.98	32.39
		<i>Pentacme siamensis</i>	12.46	13.23	5.81	31.50
		<i>Shorea obtusa</i>	7.30	6.08	5.81	19.20
	Sapling	<i>Shorea obtusa</i>	–	21.43	12.50	59.29
		<i>Microcos tomentosa</i>	–	14.29	25.00	57.48
		<i>Ellipanthus tomentosus</i>	–	21.43	12.50	55.69
		<i>Xylia xylocarpa</i>	–	21.43	12.50	52.64
		<i>Antidesma ghaesembilla</i>	–	7.14	12.50	26.31
	Seedling	<i>Xylia xylocarpa</i>	–	21.43	33.33	54.76
		<i>Pentacme siamensis</i>	–	28.57	16.67	45.24
		<i>Vitex pinnata</i>	–	21.43	16.67	38.10
		<i>Albizia lebbeck</i>	–	21.43	16.67	38.10
		<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	–	7.14	16.67	23.81
Mixed deciduous forest	Tree	<i>Xylia xylocarpa</i>	8.20	18.90	5.70	32.80
		<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	9.46	6.10	5.06	20.63
		<i>Lannea coromandelica</i>	7.47	5.89	5.06	18.42
		<i>Terminalia corticosa</i>	5.47	5.49	5.70	16.65
		<i>Bauhinia purpurea</i>	3.81	6.10	5.70	15.60
	Sapling	<i>Imbralyx leucanthus</i>	–	13.64	16.67	46.66
		<i>Rothmannia wittii</i>	–	13.64	5.56	37.37

Table 2 (continued)

Plant community	Growth stage	Species	RDo (%)	RD (%)	RF (%)	IVI
Dry evergreen forest	Seedling	<i>Xylia xylocarpa</i>	–	18.18	16.67	36.67
		<i>Bauhinia purpurea</i>	–	13.64	16.67	30.31
		<i>Lagerstroemia duperreana</i>	–	13.64	11.11	30.20
		<i>Bauhinia purpurea</i>	–	18.92	13.33	32.25
		<i>Xylia xylocarpa</i>	–	10.81	13.33	24.14
		<i>Imbralyx leucanthus</i>	–	10.81	13.33	24.14
		<i>Afzelia xylocarpa</i>	–	16.22	6.67	22.88
		<i>Lannea coromandelica</i>	–	8.11	6.67	14.77
	Tree	<i>Lagerstroemia duperreana</i>	24.85	12.33	4.76	41.95
		<i>Cratoxylum formosum</i>	6.42	9.69	6.67	22.78
		<i>Dipterocarpus turbinatus</i>	6.70	11.01	4.76	22.47
		<i>Peltophorum dasyrachis</i>	8.21	8.81	3.81	20.83
		<i>Terminalia corticosa</i>	5.58	7.05	3.81	16.44
	Sapling	<i>Alangium indochinense</i>	–	50.00	50.00	153.70
		<i>Dipterocarpus turbinatus</i>	–	50.00	50.00	146.30
	Seedling	<i>Terminalia corticosa</i>	–	66.67	50.00	116.67
		<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	–	33.33	50.00	83.33

จากผลข้างต้นพบว่าสังคมป่าเต็งรัง ปรากฏไม้ดัชนี ความสำคัญของพรรณไม้ในสังคมป่าเต็งรัง เช่น เหียง รักใหญ่ และเต็ง แต่ในขณะเดียวกันยังพบไม้ในดัชนีสังคมป่าผสมผลัดใบเข้ามาปะปนกับพรรณไม้ชนิดอื่น ๆ ได้แก่ ประดู่ ถึงแม้ว่า ประดู่จะพบได้ในป่าเต็งรังแต่โดยส่วนใหญ่แล้วประดู่มักจะถูกจัดเป็นไม้ดัชนีในป่าผสมผลัดใบ (Marod and Kutintara, 2009) นั้นแสดงให้เห็นว่า ชนิดไม้ป่าผสมผลัดใบเริ่มเข้ามาในสังคม และเมื่อพิจารณาการสืบต่อพันธุ์ในระดับไม้รุ่นพบพรรณไม้เบิกนำในป่าดิบแล้งเข้ามาทดแทนในพื้นที่ เช่น พลับพลาดานกกก แสดงให้เห็นว่าสังคมถูกรบกวนทำให้ไม้เด่นในเรือนยอดชั้นรองของสังคมดั้งเดิมไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ในขณะที่การสืบต่อพันธุ์ในระดับลูกไม้พบพรรณไม้ในสังคมป่าผสมผลัดใบปะปนกับพรรณไม้สังคมป่าเต็งรัง แสดงให้เห็นว่าในบริเวณแปลงตัวอย่าง PP8 และ PP11 เป็นพื้นที่แนวรอยต่อ (ecotone) ระหว่างป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบ โดยมีไม้เด่นป่าผสมผลัดใบลูกเข้ามาในสังคม เนื่องจากพื้นที่แนวรอยต่อระหว่างป่านี้มีปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมแก่การตั้งตัวของพรรณไม้ที่มีปัจจัยแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน (Hemhuk *et al.*, 2015) เห็นได้ชัดว่าทั้งในระดับไม้ต้นและลูกไม้เริ่มมีกระบวนการสืบต่อพันธุ์พัฒนาไปสู่สังคมป่าผสมผลัดใบหากพื้นที่ไม่มีไฟที่เป็นปัจจัยสำคัญของป่าเต็งรัง Srikoon *et al.* (2021) กล่าวว่า ป่าเต็งรัง

เมื่อไม่มีไฟเป็นระยะเวลานานนั้นส่งผลให้ชนิดไม้ในสังคมอื่นเข้ามายึดครองพื้นที่แทนที่ไม้ดัชนีของป่าเต็งรัง ในส่วนสังคมป่าผสมผลัดใบ ในระดับไม้ต้น ไม้รุ่นและลูกไม้ ปรากฏไม้ดัชนี ความสำคัญของพรรณไม้ในสังคมป่าผสมผลัดใบ ได้แก่ แดง ประดู่ และสาธร ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้เบิกนำที่สามารถตั้งตัวและเจริญเติบโตได้ง่าย โดยประดู่ แดงเป็นไม้ทั่วไปของป่าผสมผลัดใบ (generalist species) ที่มีคุณสมบัติเป็นทั้งไม้เบิกนำและไม้ในสังคมการของป่าผสมผลัดใบ (Asanok *et al.*, 2020) ในขณะที่สังคมป่าดิบแล้ง ปรากฏไม้ดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ในสังคมป่าดิบแล้ง เช่น ตะแบกเปลือกบาง ตั้วขน และยางแดง โดยพบว่าตะแบกเปลือกบางมีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด และมีขนาดโตมากกว่าไม้ชนิดอื่น เพราะตะแบกเปลือกบางเป็นพันธุ์ไม้ที่ต้องการแสงสว่าง (light demander) ในการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ (Bunyavejchewin, 1987) เมื่อพิจารณา ค่าความหลากหลายของชนิดพรรณไม้ จากค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon–Wiener พบว่าความหลากหลายของพรรณไม้ในระดับไม้ต้นของป่าเต็งรังมีค่าน้อย เนื่องจากป่าเต็งรังมีสภาพอากาศที่ค่อนข้างร้อนและแห้งแล้ง ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ส่วนใหญ่เป็นดินทรายหรือดินลูกรัง ระบายน้ำได้ดีแต่ไม่สามารถกักเก็บรักษาความชุ่มชื้นไว้ได้เพียงพอในฤดูแล้ง (Santisuk, 2006) ทำให้พืชพันธุ์ที่ไม่ทนแล้งตั้งตัว

ได้ยากส่งผลให้มีความหลากหลายค่อนข้างต่ำ ในขณะที่ความหลากหลายของพรรณไม้และความหนาแน่นของสังคมพืชพบว่าสังคมป่าดิบแล้งมีค่าน้อย เนื่องจากพื้นที่ที่สำรวจส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ที่มีความลาดชัน ดินมีความลึกน้อยการกีดขวางหน้าดินมีมากกว่าในพื้นที่ราบ และต้นไม้ได้รับอันตรายจากลมพายุทำให้ต้นไม้หักโค่น เป็นเหตุให้ความหนาแน่นของต้นไม้ทั้งในระดับไม้ต้น ไม้รุ่น และลูกไม้ ของสังคมป่าดิบแล้งมีจำนวนน้อย คล้ายคลึงกับการศึกษาของ Bunyavejchewin (1987) ที่พบว่าการเจริญเติบโตของต้นไม้ในป่าดิบแล้งที่อยู่ในพื้นที่ลาดชันเป็นเหตุให้พื้นที่หน้าตัดมีน้อยกว่าในพื้นที่ราบ

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมบางประการและองค์ประกอบชนิดไม้ต้น

การจัดลำดับสังคมพืช พบว่าค่า Eigenvalue บนแกนที่ 1 (axis 1) แกนที่ 2 (axis 2) และแกนที่ 3 (axis 3) มีค่าเท่ากับ 0.445, 0.343 และ 0.298 ตามลำดับ ดังนั้นการใช้แกนที่ 1 และ 2 อธิบายผลความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืชและปัจจัยแวดล้อมจึงมีความถูกต้องสูงสุด โดยปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับแกนที่ 1 คือ ปริมาณน้ำฝน (RAN) ความลาดชัน (SLO) และความสูงจากระดับน้ำทะเล (ELE) โดยมีค่าความสัมพันธ์ $r^2 = 0.768, 0.729$ และ 0.352 ส่วนอุณหภูมิ (TEM) โดยมีค่า $r^2 = 0.325$ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับแกนที่ 1 โดยปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของพรรณไม้เด่นของแต่ละสังคมสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม (Table 3 และ Figure 3) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ชนิดไม้เด่นในป่าเต็งรัง ไม้ไม่ถูกกำหนดด้วยอิทธิพลจากปัจจัยความสูงจากระดับน้ำทะเล (ELE) ชนิดไม้เด่นในสังคม เช่น เหียง (DIPOP) รักใหญ่ (GLUUS) รัง (PENSI) เป็นต้น ซึ่งเป็นชนิดไม้ที่พบในป่าเต็งรัง มีความสูงจากระดับน้ำทะเลระหว่าง 189–488 เมตร ซึ่งป่าเต็งรังมีเขตการกระจายพันธุ์ที่พบได้ตั้งแต่ระดับความสูง 50–1,000 เมตร

เหนือระดับน้ำทะเล (Bunyavejchewin, 1979) สอดคล้องกับการศึกษาของ Sahunalu (1995) พบว่าในบริเวณที่มีไม้เต็ง รัง และเหียง เป็นไม้เด่นมักจะปรากฏอยู่ในพื้นที่ที่สูงกว่าสังคมอื่น ๆ และ Choopan (2021) พบการกระจายตัวของเหียง รัง และประดู่ ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 300–500 เมตร

กลุ่มที่ 2 ชนิดไม้เด่นในป่าผสมผลัดใบ ไม้ไม่ถูกกำหนดด้วยอิทธิพลจากปัจจัยอุณหภูมิ (TEM) ชนิดไม้เด่นในสังคม เช่น แดง (XYLXY) กูก (LANCO) มะค่าโมง (AFZXY) เป็นต้น มีอุณหภูมิของพื้นที่เฉลี่ย 25.7–26.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญในการกระจายพันธุ์ของพืชทั้งการร่วนหล่นของใบ ติดดอก ออกผล ซึ่งแต่ละชนิดมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ส่งผลต่อการออกดอกและผลในระดับที่แตกต่างกัน Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation (2022) พบว่า ช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีผลต่อการร่วนหล่นของใบ การออกดอก และติดผลของพรรณไม้มากที่สุดคือ ช่วงที่อุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าอยู่ระหว่าง 25.84–28.20 องศาเซลเซียส

กลุ่มที่ 3 ชนิดไม้เด่นในป่าดิบแล้ง ไม้ไม่ถูกกำหนดด้วยอิทธิพลจากปัจจัยปริมาณน้ำฝน (RAN) และความลาดชัน (SLO) ชนิดไม้เด่นในสังคม เช่น อะราง (PELDA) ยางกราด (DIPIN) โมกมัน (WRIAR) เป็นต้น ซึ่งความลาดชันมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อความลึกของดินโดยในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงจะมีความลึกของดินชั้นบนน้อยในขณะเดียวกันต้นไม้จะมีโอกาสได้รับอิทธิพลจากลมพายุ ทำให้หักโค่นและเกิดช่องว่างของเรือนยอดส่งผลให้น้ำฝนปะทะหน้าดินโดยตรงเกิดการชะล้างพังทลายมาก และน้ำก็พัดพาธาตุอาหารหน้าดินไปด้วยส่งผลให้พื้นที่ขาดความอุดมสมบูรณ์อินทรีย์วัตถุในดินมีน้อยไม่เหมาะต่อการตั้งตัวของกลุ่มไม้ไม่ผลัดใบมีผลทำให้การเจริญเติบโตของพรรณไม้ไม่ดีนัก (Marod and Kutintara, 2009)

Table 3 Physical spatial factors (mean±standard deviation, SD) of plant communities in Phu Kao–Phu Phan Kham National Park, Nong Bua Lamphu province, Thailand

Physical factor	Deciduous dipterocarp forest			Mixed deciduous forest			Dry evergreen forest		
	Mean ± SD	Min	Max	Mean ± SD	Min	Max	Mean ± SD	Min	Max
Aspect (°)	163.23 ±78.80	74.66	299.90	217.33 ±73.15	86.32	297.65	94.60 ±48.38	27.75	165.65
Elevation (m)	367.50 ±74.45	25.00	26.30	258.69 ±67.07	25.70	26.70	348.00 ±21.20	25.50	25.80
Rainfall (mm)	1,233.75 ±21.48	1,204.00	1,264.00	1,217.54 ±13.93	1,196.00	1,239.00	1,250.11 ±21.30	1,231.00	1,275.00
Slope (%)	5.81 ±3.42	244.00	488.00	3.92 ±1.97	189.00	354.00	6.68 ±3.13	323.00	395.00
Temperature (°C)	25.66 ±0.40	1.25	10.23	26.25 ±0.37	1.14	7.62	25.76 ±0.10	3.08	10.07

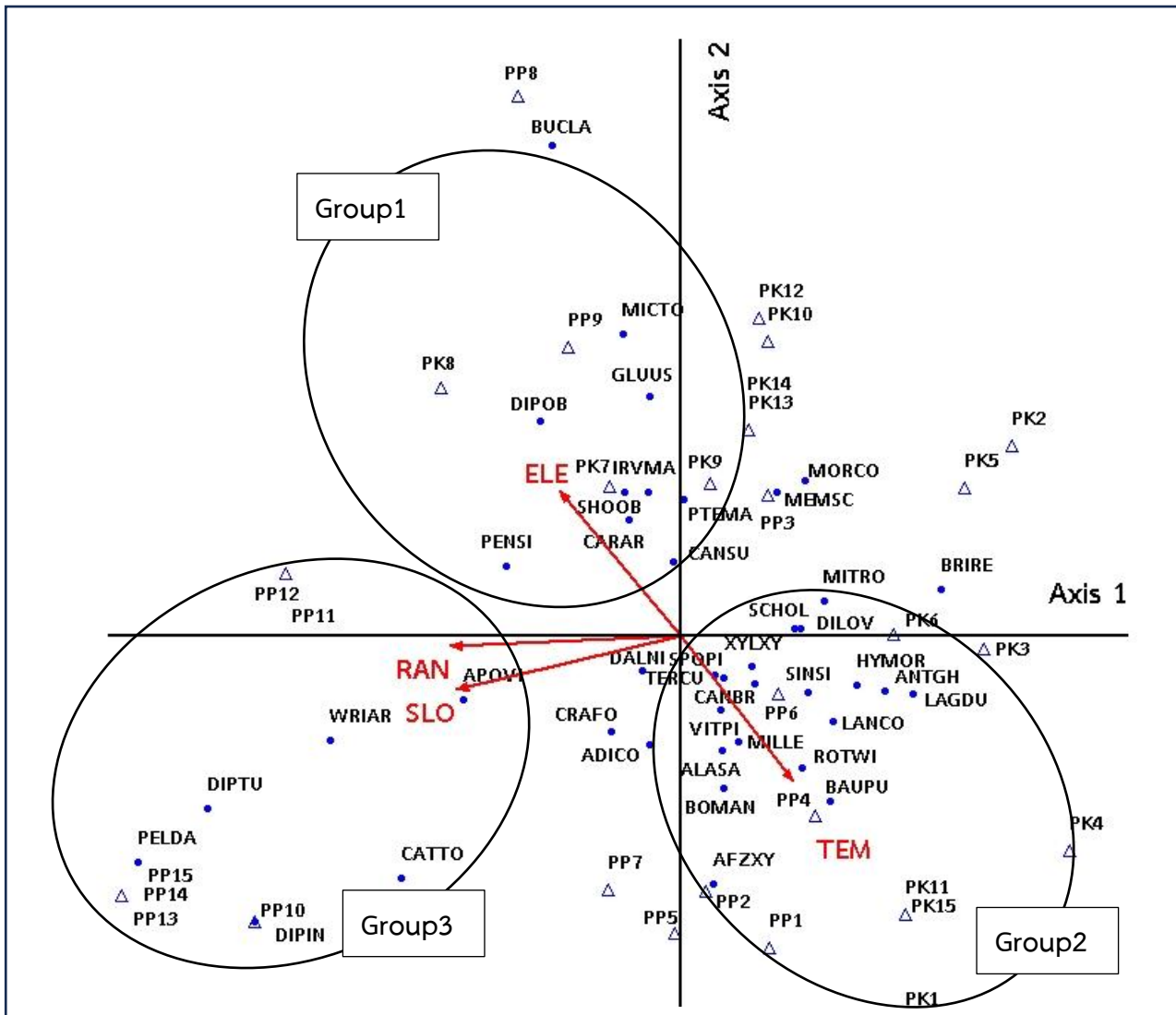


Figure 3 CCA ordination diagram representing relationships between vegetation (tree species) and physical environmental factors, where species codes are provided in Appendix A

สรุปและข้อเสนอแนะ

โครงสร้างสังคมพืชในเขตป่าอุทยานแห่งชาติภูเก้า-ภูพานคำ จังหวัดหนองบัวลำภู พบไม้ต้นทั้งหมด 79 ชนิด 65 สกุล 30 วงศ์ ค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 3.63 สามารถจำแนกสังคมพืชย่อยได้ 3 สังคม ได้แก่ 1) สังคมป่าเต็งรัง พบชนิดไม้ทั้งหมด 38 ชนิด 35 สกุล 17 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 2.82 ชนิดไม้เด่น เช่น เหียง รักใหญ่ โดยความสูงจากระดับน้ำทะเลมีผลต่อการปรากฏของชนิดไม้ในสังคม 2) สังคมป่าผสมผลัดใบ พบชนิดไม้ทั้งหมด 52 ชนิด 47 สกุล 24 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 3.28 ชนิดไม้เด่น เช่น แดง ประดู่ โดยอุณหภูมิมีผลต่อการปรากฏของชนิดไม้ในสังคม และ 3) สังคมป่าดิบแล้ง พบชนิดไม้ทั้งหมด 39 ชนิด 36 สกุล 20 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 2.93 ชนิดไม้เด่น เช่น ยางแดง อระาง โดยปริมาณน้ำฝนและความลาดชันมีผลต่อการปรากฏของชนิดไม้ในสังคม ผลการวิจัยยังชี้

ว่าอุทยานแห่งชาติภูเก้า-ภูพานคำ ประกอบด้วยสังคมพืชที่หลากหลายและปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามในการจัดการพื้นที่ควรมีการพิจารณาคุณสมบัติดินประกอบด้วย เพื่อจะได้อธิบายความแตกต่างระหว่างสังคมพืชได้มากขึ้นเนื่องจากปัจจัยคุณสมบัติดินอาจทำให้โครงสร้างสังคมพืชเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาลักษณะทางพลวัตของสังคมพืชในระยะยาวเพื่อติดตามการแปรผันของสังคมพืชอันส่งผลต่อการจัดการป่าให้มีประสิทธิภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ต้องขอขอบคุณคณะเจ้าหน้าที่ของอุทยานแห่งชาติภูเก้า-ภูพานคำ และเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท ที่ช่วยเหลือและสนับสนุนในการเก็บข้อมูลภาคสนาม และขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา คณาจารย์มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติทุกท่านที่สนับสนุน

งานวิจัยครั้งนี้ด้วยดีตลอดมา อีกทั้งขอขอบคุณครอบครัวที่เป็นกำลังใจให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

REFERENCES

- Asanok, L., Ngampiboonwet, W., Chewchaingo, A. 2015. The preliminary study of vegetation structure and factor affecting of natural regeneration of tree in tropical dry limestone forest Rong Kwang district, Phrae province. In: **Proceedings of Thai Forest Ecological Research Network Conference (T – FERN), 4th ed: Ecological Knowledge for Sustainable Management**. Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand, pp. 19 – 27. (in Thai)
- Asanok, L., Kamyo, T., Marod, D. 2020. Maximum entropy modeling for the conservation of *Hopea odorata* in riparian forests, central Thailand. **Biodiversitas Journal of Biological Diversity**, 21(10): 4663–4670. doi.org/10.13057/biodiv/d211027
- Bunyavejchewin, S. 1979. **Phytosociological structure and soil property in Nam Pong Basin Master's Thesis, Department of Forest Biology**. Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Bunyavejchewin, S. 1987. **Vegetation patterns in the tropical semi-evergreen forest at Sakaerat, Nakhon Ratchasima**. Forest Research Royal Forest Department, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Choopan, T. 2021. Plant Diversity in Ban Banlang Community Forest, Nonthai District, Nakhon Ratchasima Province. **Journal of Science Engineering and Technology**, 1(1): 1–10. (in Thai)
- Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. 2022. **Area Management plan of Phu Kao Phu Phan Kham National Park**. <https://drive.google.com/file/d/14QfA8lQ2uVrYs8rSpL8wzdueUC7EiZs/view>, 20 June 2024. (in Thai)
- Gadow, K.V., Zhang, C.Y., Wehenkel, C., Pommerening, A., Corral-Rivas, J., Korol, M., Myklush, S., Hui, G.Y., Kiviste, A., Zhao, X.H. 2019. **Forest Structure and Diversity**. In Pukkala, T. and von K. Gadow (eds.). *Continuous Cover Forestry, Managing Forest Ecosystems*. Springer, USA.
- Hemhuk, S., Jingjai, A., Tongsawee, J., Tinkampang, S., Marod, D. 2015. Study to species composition, biomass and carbon stock along the ecotone between deciduous dipterocarp forest and lower montane evergreen forest at Doi Suthep – Pui national park, Chiang Mai province. In: **Proceedings of Thai Forest Ecological Research Network Conference (T-FERN), 4th ed: Ecological Knowledge for Sustainable Management**. Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand, pp. 19–27. (in Thai)
- Kent, M., Lues, R., Coker, P. 1994. The general classification of rhesus macaques, *Macaca mulatta*. **International Journal of Biology Assay**, 11(6): 363.
- Laing, R.S., Ong, K.H., Kueh, R.J.H., Mang, N.G., King, P.J.H., Sait, M. 2019. Stand structure, floristic composition and species diversity along altitudinal gradients of a 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., Kutintara, U. 2009. **Forest Ecology**. Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- McCune, B., 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
- Phuma, P., Suddee, S. 2014. **Thai plant names (Botanical name–vernacular names) Revised Edition**. Bangkok, Thailand: Royal Forest Department. (in Thai)
- Royal Forest Department. 2023. **Forest Areas in Thailand**. <https://data.forest.go.th/dataset/https-www-forest-go-th-land>, 20 June 2024. (in Thai)
- Ruangpanich, N. 1998. **The Ecology of Natural Resources**. Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Sahunalu, P. 1995. Species diversity of trees in dry dipterocarp forest at Sakaerat, Nakhonratchasima

- I, Variations and dynamics of species diversity. **Kasetsart Journal**, 29(3): 416 – 427. (in Thai)
- Santisuk, T. 2006. **Forest in Thailand**. The Forest Herbarium (BKF), National Park, Wildlife and Plant Conservation Department, Bangkok, Thailand. pp. 91–98. (in Thai)
- Sorensen, T. 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. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter*, 5(4): 1–34.
- Srikoon, P., Taweesuk, R., Pramosee, P., Chankaew, P., Asanok, L. 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)

Appendix A: Species list of woody trees in deciduous dipterocarp forest, mixed deciduous forest and dry evergreen forest, in Phu Kao–Phu Phan Kham National Park, Nong Bua Lamphu province, Thailand

Scientific name	Family	Code	Deciduous dipterocarp forest	Mixed deciduous forest	Dry evergreen forest
<i>Adina cordifolia</i>	Rubiaceae	ADICO	/	/	/
<i>Afzelia xylocarpa</i>	Fabaceae	AFZXY		/	
<i>Alangium salviifolium</i>	Cornaceae	ALASA			/
<i>Albizia lebbeck</i>	Fabaceae	ALBLE	/		
<i>Antidesma ghaesembilla</i>	Phyllanthaceae	ANTGH	/	/	
<i>Aporosa villosa</i>	Phyllanthaceae	APOVI	/	/	
<i>Bauhinia purpurea</i>	Fabaceae	BAUPU	/	/	
<i>Bombax anceps</i>	Malvaceae	BOMAN		/	/
<i>Bridelia retusa</i>	Phyllanthaceae	BRIRE	/	/	/
<i>Buchanania lanzan</i>	Anacardiaceae	BUCLA	/	/	
<i>Cananga brandisiana</i>	Annonaceae	CANBR		/	/
<i>Canarium subulatum</i>	Burseraceae	CANSU	/	/	/
<i>Careya arborea</i>	Lecythidaceae	CARAR	/	/	
<i>Catunaregam tomentosa</i>	Rubiaceae	CATTO	/	/	
<i>Cratoxylum cochinchinense</i>	Hypericaceae	CRACO			/
<i>Dalbergia nigrescens</i>	Fabaceae	DALNI		/	/
<i>Dalbergia oliveri</i>	Fabaceae	DALOL		/	
<i>Dillenia ovata</i>	Dilleniaceae	DILOV	/	/	
<i>Diospyros vera</i>	Ebenaceae	DIOVE		/	
<i>Dipterocarpus intricatus</i>	Dipterocarpaceae	DIPIN	/		
<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	Dipterocarpaceae	DIPOB	/		
<i>Dipterocarpus turbinatus</i>	Dipterocarpaceae	DIPTU			/
<i>Flacourtia indica</i>	Salicaceae	FLAIN		/	
<i>Gluta usitata</i>	Anacardiaceae	GLUUS	/	/	/
<i>Heterophragma sulfureum</i>	Bignoniaceae	HETSU		/	
<i>Hopea ferrea</i>	Dipterocarpaceae	HOPFE			/

Appendix A (continued)

Scientific name	Family	Code	Deciduous dipterocarp forest	Mixed deciduous forest	Dry evergreen forest
<i>Hymenodictyon orixense</i>	Rubiaceae	HYMOR		/	/
<i>Irvingia malayana</i>	Irvingiaceae	IRVMA	/	/	/
<i>Lagerstroemia duperreana</i>	Lythraceae	LAGDU		/	/
<i>Lannea coromandelica</i>	Anacardiaceae	LANCO	/	/	
<i>Memecylon scutellatum</i>	Melastomataceae	MEMSC			/
<i>Microcos tomentosa</i>	Malvaceae	MICTO	/	/	
<i>Millettia leucantha</i>	Fabaceae	MILLE	/	/	/
<i>Mitragyna rotundifolia</i>	Rubiaceae	MITRO	/	/	/
<i>Morinda coreia</i>	Rubiaceae	MORCO	/	/	
<i>Parkia sumatrana</i>	Fabaceae	PARSU		/	/
<i>Peltophorum dasyrachis</i>	Fabaceae	PELDA			/
<i>Pentacme siamensis</i>	Dipterocarpaceae	PENSI	/	/	
<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	Fabaceae	PTEMA	/	/	/
<i>Rothmannia wittii</i>	Rubiaceae	ROTWI	/	/	/
<i>Schleichera oleosa</i>	Sapindaceae	SCHOL	/	/	/
<i>Shorea obtusa</i>	Dipterocarpaceae	SHOOB	/	/	/
<i>Sindora siamensis</i>	Fabaceae	SINSI	/	/	/
<i>Spondias pinnata</i>	Anacardiaceae	SPOPI	/	/	/
<i>Terminalia alata</i>	Combretaceae	TERAL		/	
<i>Terminalia corticosa</i>	Combretaceae	TERCU	/	/	/
<i>Vitex pinnata</i>	Lamiaceae	VITPI	/	/	/
<i>Wrightia arborea</i>	Apocynaceae	WRIAR			/
<i>Xylia xylocarpa</i>	Fabaceae	XYLXY	/	/	/