นิพนธ์ต้นฉบับ

โครงสร้างและองค์ประกอบพรรณพืชบริเวณแนวรอยต่อป่าดิบชื้นและพื้นที่เกษตรกรรม เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่ากะทูน จังหวัดนครศรีธรรมราช

อนัญญา สุมน[1,2*] สราวุธ สังข์แก้ว[3] และณัฐพันธ์ ศรียา[4]

รับต้นฉบับ: 2 พฤศจิกายน 2564 ฉบับแก้ไข: 8 ธันวาคม 2564 รับลงพิมพ์: 12 ธันวาคม 2564

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ส่งผลต่อการเกิดหย่อมป่าและการสูญเสียความหลากหลายพรรณพืช การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณพืช บริเวณแนวรอยต่อป่าดิบชื้นและพื้นที่เกษตรกรรม ภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่ากะทูน โดยวางแปลงถาวรแบบแถบ ขนาด 10 เมตร x 200 เมตร และกำหนดเขตพื้นที่เป็น 4 เขต คือ เขตป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่ เขตป่าด้านใน เขตป่าตอนกลาง และเขตป่าด้านนอก ติดหมายเลขต้นไม้ วัดความโต และความสูงทั้งหมดของไม้ใหญ่และไม้รุ่น และเก็บข้อมูลปัจจัยแวดล้อมเพื่อวิเคราะห์การจัดลำดับหมู่ไม้ตามปัจจัยแวดล้อม

ผลการศึกษา พบพรรณไม้ทั้งไม้ใหญ่และไม้รุ่นจำนวน 82 ชนิด 68 สกุล 41 วงศ์ มีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดต้นไม้เท่ากับ 2,145 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 16.30 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ความหลากชนิดไม้อยู่ในระดับสูง (H' = 3.86) วงศ์ที่มีความเด่นด้านจำนวนชนิดสูงสุด คือ วงศ์เปล้า (Euphorbiaceae) ความหนาแน่นไม้ทั้งสองระดับระหว่างเขตพื้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F = 4.42$, $p \leq 0.01$ และ $F = 14.04$, $p \leq 0.01$ ตามลำดับ) โดยพบไม้ใหญ่มากที่สุดในเขตป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่และน้อยที่สุดในเขตขอบป่าด้านนอก ซึ่งทิศทางตรงข้ามกับระดับไม้รุ่น รูปแบบกระจายของต้นไม้ตามขนาดชั้นเส้นผ่านศูนย์กลาง เป็นแบบชี้กำลังเชิงลบ แสดงว่าสังคมพืชสามารถรักษาโครงสร้างป่าไว้ได้ดี ขณะที่พิกุลป่า มีรูปแบบการกระจายไม่ต่อเนื่องหรือแบบระฆังคว่ำ บ่งบอกการสืบต่อพันธุ์ที่ไม่ต่อเนื่อง ผลการจัดลำดับหมู่ไม้ พบว่าระดับความสูงของพื้นที่และเปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอดมีอิทธิพลต่อการกำหนดการปรากฏของกลุ่มพรรณไม้ในป่าดิบชื้น ขณะที่ความหนาแน่นรวมดินที่สูง เปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอดและความชื้นดินต่ำมีผลต่อการปรากฏของพรรณพืชกลุ่มไม้เบิกนำบริเวณเขตขอบป่าด้านนอก แสดงให้เห็นถึงความต้องการทางนิเวศวิทยาที่แตกต่างกันระหว่างชนิดไม้พื้นถิ่นและไม้เบิกนำ ดังนั้น การคัดเลือกชนิดไม้เพื่อการฟื้นฟูป่าที่มีความเหมาะสมตามปัจจัยแวดล้อม ย่อมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการฟื้นคืนสู่ป่าธรรมชาติดั้งเดิมได้เร็วขึ้น

คำสำคัญ: แนวรอยต่อป่า ป่าดิบชื้น การรบกวน ความหลากชนิดพืช การฟื้นฟูป่าตามธรรมชาติ

[1] สาขาวิชาการบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม ภาคพิเศษ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2] สำนักป้องกัน ปราบปราม และควบคุมไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900

[3] ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[4] สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 5 (นครศรีธรรมราช) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช 80000

***ผู้รับผิดชอบบทความ**: E-mail: milkananya2535@gmail.com

ORIGINAL ARTICLE

Forest Structure and Species Composition Across the Forest Ecotone between Moist Evergreen Forest and Agriculture Area at Kathun Wildlife Sanctuary, Nakhon Si Thammarat Province

Ananya Sumon[1,2*] Sarawood Sungkaew[3] and Nutthapan Sriya[4]

Received: 2 November 2021 Revised: 18 December 2021 Accepted: 12 December 2021

ABSTRACT

Land use changes, particular conversion forest area into agricultural area induced the forest patches and led to plant diversity loss. This study aimed to compare forest structure and species composition across the forest ecotone between moist evergreen forest and agriculture area at Kathun Wildlife Sanctuary. Permanent transect plots, 10 m x 200 m, were established, and subplots of 10 x 10 m were divided. In addition, four zones related forest edged distance were classified based on the initiated area at the edge (0 m), moist evergreen remnant forest (RF), forest edged-interior (Ed-in), forest edged-intermedium (Ed-me), and forest edged-exterior (Ed-ex), respectively. All saplings and trees were tagged, measured, identified, and recorded position in the plot and saplings count the number of trees of each species. Ordination analysis was applied to detect the important factors for determining tree stands.

The result showed the total of 82 species 68 genera and 41 families for saplings and trees were found. Tree density and basal area were 2,145 individual.ha^{-1} and 16.30 m^2.ha^{-1}, respectively. The dominance family based on highest number of species was Euphorbiaceae. The density of trees and saplings between zones were significantly different ($F = 4.42$, $p \leq 0.01$ and $F = 14.04$, $p \leq 0.01$, respectively). Highest density of tree was found in the RF and lowest in the Ed-ex, contrasting with the saplings. Tree diameter class distribution had the negative exponential growth form, indicating these areas can maintain their structure. However, different pattern, unimodal form, was detected for *Payena acuminata*, indicating discontinuous regeneration was found. The results of ordination found that high elevation and percentage of crown cover had determined tree species in RF. While high bulk density with low percentage of crown cover and soil moisture content had influenced on the establishment of pioneer species, particular at the Ed-ex zone. Indicating different tree species niche was detected. Thus, the suitable species related to its niche should be concern for forest restoration to promote forest recovery into the climax forest.

Keywords: forest ecotone, moist evergreen forest, disturbance, plant diversity, natural forest restoration

[1] Forest Resource and Environmental Administration, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, 10900

[2] Bureau of Fire Prevention, Suppression and Control, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok

[3] Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, 10900

[4] Protected Area Regional Office 5, Nakhon Si Thammarat, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, 80000

*** Corresponding author**: E-mail: milkananya2535@gmail.com

คำนำ

ปัจจุบันการทำลายพื้นที่ป่าในประเทศไทยอยู่ในขั้นวิกฤต และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ พบการทำลายป่าในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การจับจองพื้นที่ป่าเป็นที่อยู่อาศัยและที่ทำกิน เป็นต้น ส่งผลให้พื้นที่ป่าไม้เสื่อมโทรมเป็นจำนวนมาก พื้นที่ป่าเมื่อถูกทำลายและปล่อยทิ้งไว้ให้รกร้างว่างเปล่าเป็นระยะเวลาที่ยาวนานพอควร สภาพพื้นที่ก็จะมีการปรับเปลี่ยนไปในทิศทางที่เริ่มมีความหลากหลายทางองค์ประกอบของชนิดพืชสูงขึ้น โดยเฉพาะชนิดพืชเบิกนำ (pioneer species) ขึ้นอยู่ร่วมกับชนิดไม้พื้นถิ่น (native species) บางชนิดที่สามารถตั้งตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างไปก่อนการทำลายสังคมพืชเดิม (Marod *et al*., 2013) อย่างไรก็ตามสภาพโดยรวมของพื้นที่ก็ยังจัดว่าเป็นสังคมพืชขั้นการทดแทน (seral plant community) ที่มีองค์ประกอบพรรณพืชแตกต่างจากสังคมพืชดั้งเดิม เนื่องจากการตั้งตัวของพรรณพืชท้องถิ่นเป็นไปอย่างช้า ๆ ตามการเปลี่ยนแปลงปัจจัยแวดล้อมในแต่ละช่วงเวลา (Drury and Nisbet, 1973; Marod *et al*., 2003) จนกระทั่งสังคมพืชเข้าสู่สภาวะที่มีโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณพืช ตลอดจนกิจกรรมที่มั่นคงจัดเป็นสังคมขั้นสุดยอด หรือสังคมถาวร (climax community) ที่ยังคงไว้แต่ความผันแปรภายในเท่านั้น (Marod and Kutintara, 2009)

ดังนั้น เพื่อแก้ปัญหาการทดแทนตามธรรมชาติที่หลาย ๆ พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมที่มีการรบกวนที่รุนแรงจนปัจจัยแวดล้อมเดิมเปลี่ยนแปลงไปมาก จึงมีการส่งเสริมการฟื้นกลับคืนสู่ป่าธรรมชาติดั้งเดิมด้วยการปลูกป่าฟื้นฟู รวมถึงปล่อยให้มีการฟื้นฟูตามธรรมชาติ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเร่งการฟื้นตัวตามธรรมชาติของระบบนิเวศให้กลับไปมีสภาพใกล้เคียงกับสภาพดั้งเดิมมากที่สุด (Forest Restoration Research Unit, 2006) โดยอาจเลือกใช้ระบบการปลูกป่าผสมผสานระหว่างไม้เบิกนำร่วมกับไม้ดั้งเดิม เพื่อให้การฟื้นคืนสู่สภาพสังคมพืชดั้งเดิมเป็นไปได้รวดเร็วขึ้น (Marod, 2012) การทดแทนสังคมพืชในแต่ละช่วงเวลา แสดงให้เห็นถึงความผันแปรด้านปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการตั้งตัวของไม้พื้นถิ่นและไม้เบิกนำ จึงทำให้พบหมู่ไม้ (stand) ที่แตกต่างกันไปตามปัจจัยแวดล้อมที่กำหนดการปรากฏหมู่ไม้ ในระยะเริ่มต้นการทดแทนส่วนใหญ่มักปรากฏกลุ่มพืชล้มลุก (herbaceous) และกลุ่มไม้พุ่ม (shrub)โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่หย่อมป่า (forest patches) ที่เกิดจากการทำเกษตรกรรม แล้วปล่อยให้มีการฟื้นตัวตามธรรมชาติ ซึ่งการตั้งตัวของกลุ่มพรรณไม้ดังกล่าวจนทำให้เห็นหมู่ไม้ (stand) ที่มีหลากหลายขึ้นภายในสังคมพืชอาจขึ้นอยู่กับการกระจายของแม่ไม้เดิมจากป่าที่ยังเหลืออยู่หรือกระจายมาจากแหล่งอื่น ๆ ในพื้นที่บริเวณใกล้เคียง ซึ่งอาจทำให้ความสำเร็จในการตั้งตัวของสังคมพืชบริเวณแนวหย่อมป่ามีความแตกต่างกันไปตามระยะทางจากป่าดั้งเดิมที่เหลืออยู่ รวมถึงรูปแบบและความรุนแรงของการรบกวนการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาตินั้น (Frelich, 2002; Marod *et al*., 2012; Asanok *et al*., 2012) การสืบต่อพันธุ์ภายในแต่ละสังคมพืชหรือระดับชนิด สามารถตรวจสอบได้จากการกระจายของต้นไม้ตามขนาดชั้นเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter class distribution) โดยปกติความหนาแน่นหรือจำนวนต้นไม้มีการเปลี่ยนแปลงในทางตรงข้ามกับขนาดชั้นเส้นผ่านศูนย์กลางหรือ

พื้นที่หน้าตัดต้นไม้ (Condit, 1995) กล่าวคือ ความหนาแน่นลดลงเมื่อขนาดพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการกระจายตัวตามเส้นผ่าศูนย์กลางของหมู่ไม้ที่แสดงออกมาเป็นแบบชี้กำลังเชิงลบ (negative exponential growth form หรือ L- shape) หรืออาจเป็นแบบชี้กำลัง (exponential growth form หรือ J- shape) ที่บ่งบอกแนวทางการสืบต่อพันธุ์ว่าเป็นไปได้เป็นปกติตามธรรมชาติ หรือแสดงให้เห็นถึงการถูกรบกวน และการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ป่านั้น (Bunyavejchewin *et al*., 2001; Pongsak, 2009)

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่ากะทูน เป็นพื้นที่ป่าดิบชื้นที่สำคัญทางภาคใต้ที่ช่วยอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพพืชพรรณและสัตว์ป่าของประเทศ อย่างไรก็ตามยังคงพบปัญหาการบุกรุกทำลายป่าในพื้นที่ค่อนข้างมาก จนมีสภาพกลายเป็นหย่อมป่า และขาดความต่อเนื่องของผืนป่าธรรมชาติเดิม มีผลต่อโครงสร้างสังคมพืชที่เปลี่ยนแปลงไปตามความผันแปรของปัจจัยแวดล้อมบริเวณแนวขอบป่า รวมถึงอาจส่งผลกระทบไปยังป่าสมบูรณ์ด้านในที่หลงเหลืออยู่ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวยังไม่มีการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับหย่อมป่าบริเวณพื้นที่ป่าอนุรักษ์อื่น ๆ ของประเทศ

วัตถุประสงค์การศึกษาครั้งนี้ เพื่อต้องการทราบลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณพืชบริเวณแนวรอยต่อป่าดิบชื้นและพื้นที่เกษตรกรรม ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏสังคมพืชกับปัจจัยแวดล้อม ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่ากะทูน จังหวัดนครศรีธรรมราช

พื้นที่ศึกษา

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่ากะทูน มีพื้นที่ 61,811ไร่ ลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงชันสลับซับซ้อนความสูงตั้งแต่ 400 - 1,366 เมตรจากระดับน้ำทะเล ประกอบด้วย 2 ฤดู คือ ฤดูร้อน และฤดูฝน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 2,610.1 มิลลิเมตร พบสังคมพืชป่าดิบชื้น (moist evergreen forest) ขึ้นปกคลุมเพียงชนิดเดียวในพื้นที่ พรรณไม้เด่น คือ กระบาก (*Anisoptera costata*) ยางนา (*Dipterocarpus alatus*) และตะเคียนทอง (*Hopea odorata*) (Kutintara, 1998)

อุปกรณ์และวิธีการ

การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

ทำการคัดเลือกสังคมพืชป่าดิบชื้นที่ติดกับพื้นที่เกษตรกรรมภายหลังการบุกรุก ภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่ากะทูน โดยกำหนดแนวขอบป่าเป็นแนวยาวพาดขวางอยู่ระหว่างสังคมพืชที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยกำหนดให้ขอบป่าเป็นระยะเริ่มต้น (0 เมตร) และแบ่งเขตตามระยะทางเป็น 4 เขต คือ 1) เขตป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่ (remnant forest, RF) ระยะทาง 0-50 เมตร เข้าสู่พื้นที่ป่า 2) เขตขอบป่าด้านใน (forest edged-interior, Ed-in) ระยะทางเข้าสู่พื้นที่ทิ้งร้าง (0-50 เมตร) 3) เขตขอบป่าตอนกลาง (forest edged-intermedium, Ed-me) (50-100 เมตร) และ 4) เขตขอบป่าด้านนอก (forest edged-exterior, Ed-ex) (100-150 เมตร) ตามลำดับ (Figure 1)

การเก็บข้อมูล

1. วางแปลงถาวรแบบแถบ (permanent transect plot) อ้างตาม Marod *et al*. (2012) ขนาด 10 เมตร x 200 เมตร จำนวน 3 แปลง จากนั้นทำการแบ่งแปลงย่อยขนาด 10 เมตร x 10 เมตร และ 4 เมตร x 4 เมตร เพื่อทำการสำรวจไม้ใหญ่ ที่มี

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง น้อยกว่า 4.5 cm (diameter at breast height, DBH ≥ 4.5 cm) และไม้รุ่น (DBH < 4.5 cm) ตามลำดับ (Figure 1)

2. ทำการติดหมายเลขต้นไม้ในระดับไม้ใหญ่และไม้รุ่นทุกต้นภายในแต่ละแปลงย่อย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงต้นไม้ พร้อมทั้งระบุชนิด สำหรับพรรณไม้ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ ให้เก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง (specimen) เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับพรรณไม้ตัวอย่างที่ระบุชนิดแล้วของหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช รายชื่อพรรณไม้อ้างอิงตาม Smitinand (1980)

3. การจำแนกชั้น (stratification) ทำการคัดเลือกพื้นที่แปลงตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดี เพื่อตรวจสอบโครงสร้างทางด้านตั้ง (profile diagram) และการปกคลุมเรือนยอด (crown cover diagram) ตามวิธีการของ Marod *et al.* (2018)

4. การเก็บข้อมูลปัจจัยแวดล้อม

4.1 ในแต่ละแปลงย่อยขนาด 10 เมตร x 10 เมตร ทำการเก็บตัวอย่างดินชั้นบน (0-10 เซนติเมตร) แบบไม่ทำลายโครงสร้าง (non-destructive soil sample) โดยใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน (soil core) จำนวน 1 จุด เพื่อวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมดิน (soil bulk density) และความชื้นดิน (soil moisture)

4.2 ทำการตรวจวัดการปกคลุมของเรือนยอด ด้วยเครื่องมือวัดการเปิด-ปิดของเรือนยอด (densiometer) โดยในแต่ละแปลงย่อยทำการเก็บข้อมูลจำนวน 3 ซ้ำ บริเวณแนวทแยงของมุมแปลงในทิศตรงกันข้ามและบริเวณกลางแปลง ตรวจวัดการปกคลุมทั้งสี่ทิศ เพื่อหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปิดเรือนยอด

4.3 ใช้เครื่องมือระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Global positioning system, GPS) ทำการบันทึกพิกัดในแต่ละแปลงย่อย และปัจจัยภูมิประเทศ เช่น ทิศด้านลาด ความลาดชัน และความสูงจากระดับน้ำทะเล เป็นต้น ที่ได้จากระบบบันทึกพิกัดดังกล่าว

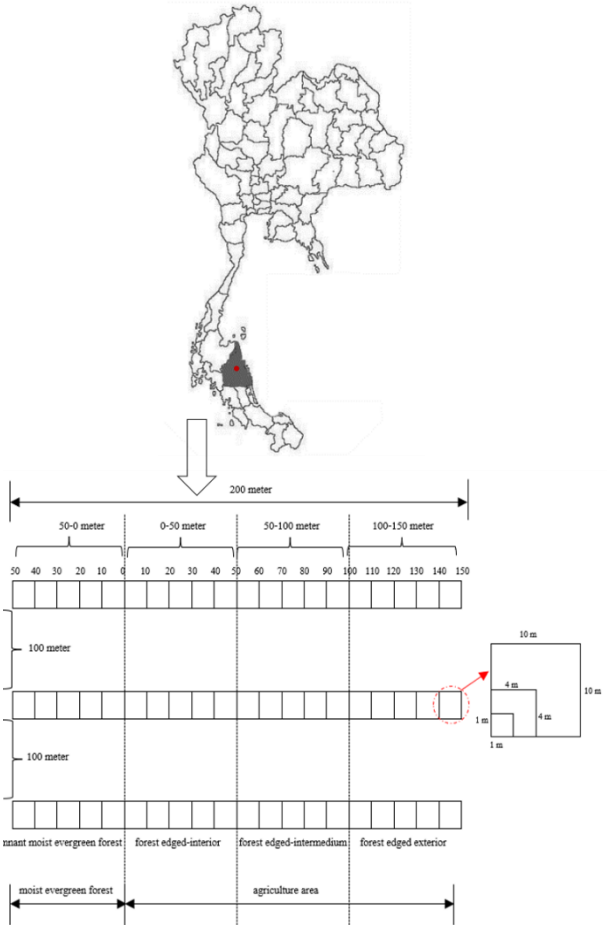

Figure 1 Characteristics of permanent transect plot in remnant forest adjacent to agricultural areas.

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ดัชนีค่าความสำคัญ (Importance value index, IVI)

พรรณไม้เด่นในสังคมพืชตามดัชนีค่าความสำคัญของพรรณไม้ จากสมการของ Whittaker (1970) และ Marod and Kutintara (2012) โดยดัชนี

ค่าความสำคัญ คือ ผลรวมความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density, RD) ความเด่นสัมพัทธ์ (relative dominance, RDo) และความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency, RF) ของพรรณไม้นั้นในสังคมพืช หรือ

$$IVI = RD + RDo + RF$$

2. ดัชนีความหลากหลาย (Diversity index) คำนวณโดยใช้สมการ Shannon-Wiener index (Shonnon and Weaver, 1949) ดังนี้

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} p_i \ln p_i$$

เมื่อ H' = ดัชนีความหลากชนิด Shannon-Wiener

S = จำนวนชนิดไม้ทั้งหมดในพื้นที่

P_i = สัดส่วนของจำนวนชนิดที่ i (n_i) ต่อผลรวมของจำนวนทั้งหมดทุกชนิดในสังคม (N) เมื่อ i = 1, 2, 3, …, n

3. ดัชนีความคล้ายคลึง (Similarity index, SI) โดยใช้สมการของ Sorrensen (1948)

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

เมื่อ SI = ดัชนีความคล้ายคลึง

W = ชนิดที่ปรากฏทั้งในสังคมพืช A และ B

A = จำนวนชนิดที่ปรากฏทั้งหมดในสังคมพืช A

B = จำนวนชนิดที่ปรากฏทั้งหมดในสังคมพืช B

4. การกระจายของต้นไม้ตามชั้นเส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter class)

พิจารณาการสืบต่อพันธุ์ของพรรณไม้ โดยสร้างกราฟการกระจายของต้นไม้ตามขนาดชั้นเส้นผ่านศูนย์กลาง ด้วยการพิจารณารูปแบบของกราฟที่ได้ว่า มีการกระจายเป็นแบบชี้กำลัง (exponential growth form หรือ J-shape) หรือแบบชี้กำลังเชิงลบ (negative exponential growth form หรือ L-shape) รวมถึงอาจอยู่ในรูประฆังคว่ำหนึ่งรูปหรือมากกว่า (unimodal or polynomial form) (Marod *et al.*, 2018)

5. การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (Stand clustering)

ทำการจำแนกด้วยวิธี Relative Sorensen Distance และ Ward's Linkage Method โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป PC-ORD (version 6.08) (MjM Software Design, 2010) และสร้าง Dendrogram เพื่อพิจารณากลุ่มหมู่ไม้ระหว่างการฟื้นฟูในแต่ละขอบเขตพื้นที่ศึกษา

6. การจัดลำดับ (Ordination)

ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏสังคมพืชและปัจจัยแวดล้อมในแต่ละขอบเขตพื้นที่ เพื่อพิจารณาปัจจัยแวดล้อมที่มีความสำคัญในการกำหนดการปรากฏสังคมพืช โดยการจัดลำดับชั้น พิจารณาสร้างข้อมูลเมทริกสองชุด คือ ข้อมูลเชิงปริมาณของชนิดพรรณไม้และปัจจัยแวดล้อม (ความสูงของพื้นที่ เปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอด เปอร์เซ็นต์ความชื้นดิน และความหนาแน่นรวมดิน) ในแต่ละขอบเขตการฟื้นฟู (รวมทั้งหมดจำนวน 12 หมู่ไม้) ทั้งในระดับไม้ใหญ่และไม้รุ่น โดยใช้วิธีการ Canonical correspondence analysis (CCA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป PC-ORD (version 6.08) (Mccune and Mefford., 1999)

7. การทดสอบความแตกต่างทางสถิติ

ทดสอบความแตกต่างทางสถิติของความหนาแน่นต้นไม้เฉลี่ยทั้งในระดับไม้ใหญ่และไม้รุ่น ตามการกระจายในแต่ละเขตพื้นที่ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (SPSS)

ผลและวิจารณ์

1. โครงสร้างและองค์ประกอบพรรณพืช

จำนวนต้นไม้ทั้งหมดในแปลงถาวรทั้งในระดับไม้รุ่นและไม้ใหญ่ พบจำนวน 1,287 ต้น มีจำนวนชนิด 82 ชนิด 68 สกุล 41 วงศ์ และอีก 2 ชนิด ยังไม่สามารถระบุได้ มีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดต้นไม้เฉลี่ยเท่ากับ 2,145 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 16.30 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ โดยวงศ์ที่มีความเด่นด้านจำนวนชนิดสูงที่สุด คือ วงศ์เปล้า (Euphorbiaceae) รองลงมาคือ วงศ์กระท้อน (Meliaceae) วงศ์ขนุน (Moraceae) วงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) และวงศ์มะเกลือ (Ebenaceae) ตามลำดับ ส่วนวงศ์อื่น ๆ มีจำนวนชนิดลดหลั่นกัน (Figure 2)

องค์ประกอบพรรณไม้จำแนกตามเขตการกระจาย ในระดับไม้ใหญ่ พบว่า ความหนาแน่นระหว่างเขตการกระจาย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F = 4.42$, $p \leq 0.01$) โดยเขตป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่มีความหนาแน่นมากที่สุด (1,640 ต้นต่อเฮกแตร์) รองลงมาคือเขตขอบป่าด้านในเขตขอบป่าตอนกลาง และเขตขอบป่าด้านนอก มีค่าเท่ากับ 1,147, 767, และ 387 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ สอดคล้องกับความหนาแน่นในระดับไม้รุ่นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F = 14.04$, $p \leq 0.01$) แต่มีทิศทางตรงข้ามกับระดับไม้ใหญ่ คือ เขตขอบป่าด้านนอก มีความหนาแน่นสูงที่สุด (11,959 ต้นต่อเฮกแตร์) รองลงมา คือ เขตขอบป่าตอนกลาง เขตขอบป่าด้านใน และเขตป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่ มีค่าเท่ากับ 7,917, 5,750 และ 3,375 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ (Figure 3) เนื่องจากเขตขอบป่าด้านนอกมีการบุกรุกและถูกรบกวนอย่างรุนแรงมาก่อน ทำให้สังคมพืชที่ทดแทนเข้ามาเป็นระยะเริ่มต้นของการทดแทน ส่วนใหญ่เป็นชนิดพรรณไม้เบิกนำ (pioneer species) ที่มีขนาดเล็กขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น เช่น เหยื่อจง (*Balakata baccata* (Roxb.) Esser) คอแห้ง (*Carallia brachiata* Merr.) และเปล้าใหญ่ (*Croton oblongifolius* Roxb.) โดยไม้เด่นเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นไม้โตเร็วที่มีการตั้งตัวได้ดีบริเวณพื้นที่ที่ผ่านการรบกวน เนื่องจากมีปริมาณแสงสว่างค่อนข้างสูง (light demanding species) จึงเหมาะในการนำมาปลูกฟื้นฟูป่าดิบชื้นบริเวณดังกล่าวได้ และยังเป็นดัชนีชี้วัดถึงการถูกรบกวนของสังคมพืชอีกด้วย (Slik *et al*., 2003) แตกต่างจากเขตป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่ที่มีไม้ขนาดใหญ่ขึ้นอย่างหนาแน่นและประกอบไปด้วยชั้นเรือนยอดที่สลับซับซ้อนกัน ส่วนใหญ่เป็นพรรณไม้พื้นถิ่นดั้งเดิม (native species) ซึ่งถือเป็นลักษณะที่แสดงถึงความสมบูรณ์ของสังคมพืช (Peterken, 1996)

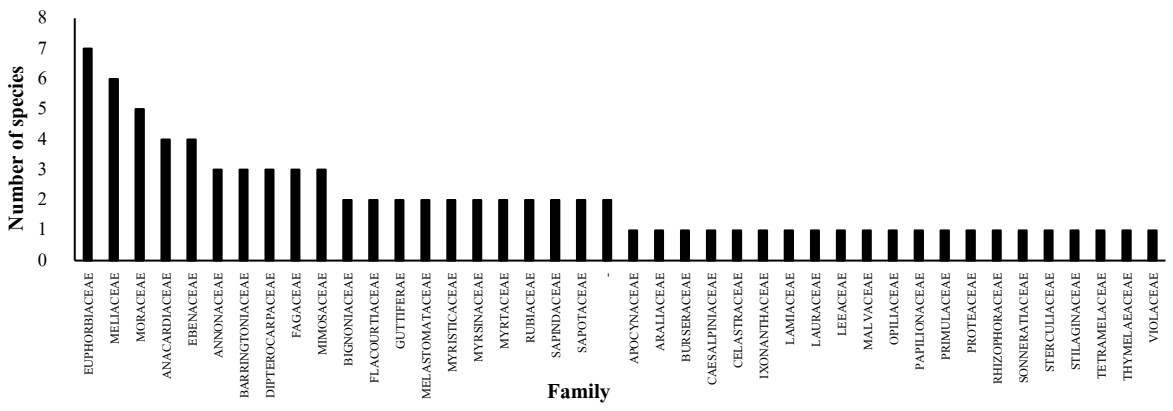

Figure 2 Dominance family in the moist evergreen forest on species number at Kathun wildlife sanctuary

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener (H') ในระดับไม้ใหญ่ พบว่าทั้งสี่เขตพื้นที่มีระดับความหลากปานกลาง โดยที่เขตขอบป่าตอนกลางมีค่าสูงสุด (H' = 2.93) รองลงมาคือ เขตขอบป่าด้านในและเขตป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่ (H' = 2.79 และ 2.64 ตามลำดับ) ส่วนเขตขอบป่าด้านนอกมีค่าต่ำสุด (H' = 2.23) ขณะที่ไม้รุ่นมีระดับความหลากสูง โดยเขตขอบป่าด้านในมีค่าสูงสุด (H' = 3.63) รองลงมาคือ เขตขอบป่าด้านนอกและตอนกลาง (H' = 3.57 และ 3.56 ตามลำดับ) ส่วนเขตป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่มีค่าดัชนีความหลากหลายต่ำสุด (H' = 3.11) แสดงให้เห็นว่าการที่ไม้รุ่นในพื้นที่เขตป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่ มีค่าดัชนีความหลากหลายของพรรณพืชต่ำกว่าเขตพื้นที่อื่น ๆ เนื่องจากในพื้นที่ป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่มีการขึ้นของไม้พื้นล่างปกคลุมพื้นป่าอยู่หนาแน่น ทำให้ปริมาณแสงส่องลงสู่พื้นป่าต่ำมาก ส่งผลให้การตั้งตัวของกล้าไม้พื้นถิ่นเกิดขึ้นได้ยาก สอดคล้องกับผลการตรวจวัดเปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอดที่พบมีค่าการปกคลุมเรือนยอดสูงสุดในเขตป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่ (RF) และต่ำสุดในเขตขอบป่าด้านนอก (Ed-ex) เท่ากับ 99.12 และ 96.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้เรือนยอดมีความแน่นทึบสูงมาก (Figure 3)

ขณะเดียวกันอาจเป็นพื้นที่ที่มีการแก่งแย่งปัจจัยแวดล้อมในการดำรงชีวิตสูง ทำให้พืชบางชนิดมีการล้มตายลง จนเหลือเพียงแค่บางชนิดเท่านั้นที่สามารถคงอยู่ได้ในบริเวณนี้ (Clement, 1916) ในขณะที่เขตขอบป่าด้านนอกมีค่าดัชนีความหลากหลายในไม้รุ่นสูง และมีค่าต่ำในระดับไม้ใหญ่ ซึ่งเป็นลักษณะสังคมพืชป่ารุ่นสอง (Marod and Kutintara, 2012) เนื่องจากเป็นพื้นที่ฟื้นฟูสภาพป่าหลังจากถูกบุกรุก จึงส่งผลให้มีไม้ใหญ่ปรากฏอยู่ค่อนข้างน้อย แสดงให้เห็นผลกระทบของการรบกวนต่อการสูญเสียชนิดพรรณพื้นถิ่น อาจทำให้ไม้ใหญ่สูญหายไปจากพื้นที่ได้ การที่ค่าดัชนีความหลากหลายพรรณพืชสูงขึ้น ซึ่งถ้าพิจารณาเบื้องต้นแล้วเสมือนว่าเป็นเรื่องที่ดี แต่ในเชิงลึกแล้วกลับพบว่าการที่ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพรรณพืชสูงขึ้นเนื่องจากพื้นที่ดังกล่าว ประกอบไปด้วยไม้พื้นล่างที่เป็นพรรณไม้เบิกนำเป็นส่วนใหญ่ และบางครั้งอาจพบพรรณไม้ต่างถิ่นเข้ามาปะปนอยู่ด้วย ซึ่งพรรณไม้ที่รุกเข้ามาในพื้นที่ป่าเหล่านี้ ล้วนมีผลต่อการตั้งตัวของพรรณไม้

ท้องถิ่นดั้งเดิมให้เกิดขึ้นได้ช้าลง (Asanok, 2006) สอดคล้องกับ Cadenasso and Picket (2001) รายงานไว้ว่า แนวรอยต่อมีความหลากชนิดมาก เนื่องจากมีโอกาสได้รับการสืบต่อพันธุ์จากแม่ไม้โดยรอบพื้นที่ข้างเคียง และกลุ่มชนิดพรรณพืชเบิกนำ

2. การสืบต่อพันธุ์ของพรรณพืช

รูปแบบการกระจายตามขนาดชั้นเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ใหญ่ที่มีขนาดตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร เป็นรูปแบบเพิ่มขึ้นแบบชี้กำลังเชิงลบ (negative exponential growth form หรือ L-shape) (Figure 4) แสดงว่า แนวรอยต่อป่าดิบชื้นและพื้นที่เกษตรกรรมสามารถรักษาโครงสร้างป่าและการสืบต่อพันธุ์ได้เป็นปกติตามธรรมชาติ กล่าวคือ ปรากฏไม้ขนาดเล็กจำนวนมากที่พร้อมเจริญทดแทนไปเป็นไม้ขนาดใหญ่ได้ดีในอนาคต (Visaratana, 1983; Ogawa *et al*., 1965; Bunyavejchewin *et al*., 2001)

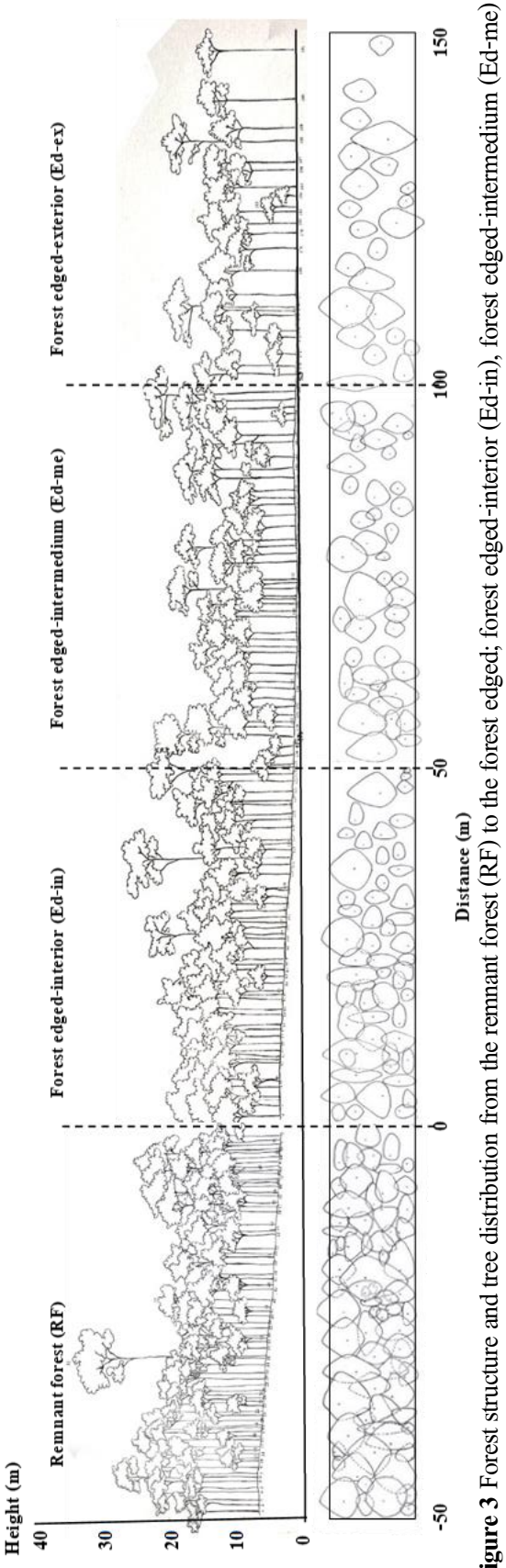

Figure 3 Forest structure and tree distribution from the remnant forest (RF) to the forest edged; forest edged-interior (Ed-in), forest edged-intermedium (Ed-me) and forest edged-exterior (Ed-ex) at Kathun wildlife sanctuary

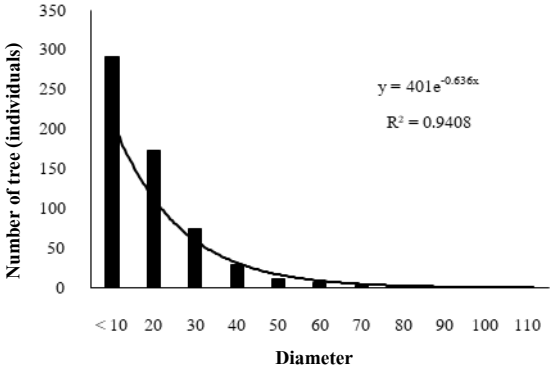

Figure 4 Tree diameter class distribution (DBH ≥ 4.5cm.) in the forest edged of moist evergreen forest at Kathun wildlife sanctuary

เมื่อพิจารณาการสืบต่อพันธุ์ของพรรณไม้พื้นถิ่นในระดับไม้ใหญ่ซึ่งเป็นไม้เด่นในป่าคือ ไข่เขียว (*Parashorea stellata* Kurz) และก่อตลับเต้าปูน (*Lithocarpus finetii* A. Camus) พบว่า ทั้งสองชนิดกระจายตัวเพิ่มขึ้นแบบชี้กำลังเชิงลบ (L-shape) แสดงให้เห็นว่า มีการรักษาโครงสร้างและการสืบต่อพันธุ์ได้เป็นปกติตามธรรมชาติ (Figure 5 A-B) ขณะที่กลุ่มพรรณไม้เบิกนำ คือ เหยื่อจง (*Balakata baccata* (Roxb.) Esser) และพิกุลป่า (*Payena acuminata* Pierre) พบว่า เหยื่อจงมีการกระจายตัวเพิ่มขึ้นแบบชี้กำลังเชิงลบ (L-shape) (Figure 5 C) เช่นเดียวกับพรรณไม้ท้องถิ่น ในขณะที่พิกุลป่ามีรูปแบบการกระจายแบบไม่ต่อเนื่องหรือเป็นแบบระฆังคว่ำหนึ่งรูปหรือมากกว่า (unimodal or polynomial form) แสดงให้เห็นถึงการขาดความต่อเนื่องด้านการกระจายของต้นไม้ตามขนาดชั้นความโต (Figure 5 D) เมื่อพิจารณาภาพรวมแล้ว เห็นได้ว่าบริเวณแนวรอยต่อป่าดิบชื้นและพื้นที่เกษตรกรรม เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่ากะทูน ถือเป็นพื้นที่ที่มีความหลากชนิดของพรรณไม้มากพอสมควร ถึงแม้พรรณไม้บางชนิดอาจยังมีการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติที่ยังไม่ค่อยดีนัก แต่

อย่างไรก็ตาม หากมีการบริหารจัดการที่ดี ป้องกันการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อาจทำให้พื้นที่ป่าแนวรอยต่อที่สามารถรักษาโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณพืชดั้งเดิมได้ดีในอนาคตต่อไป

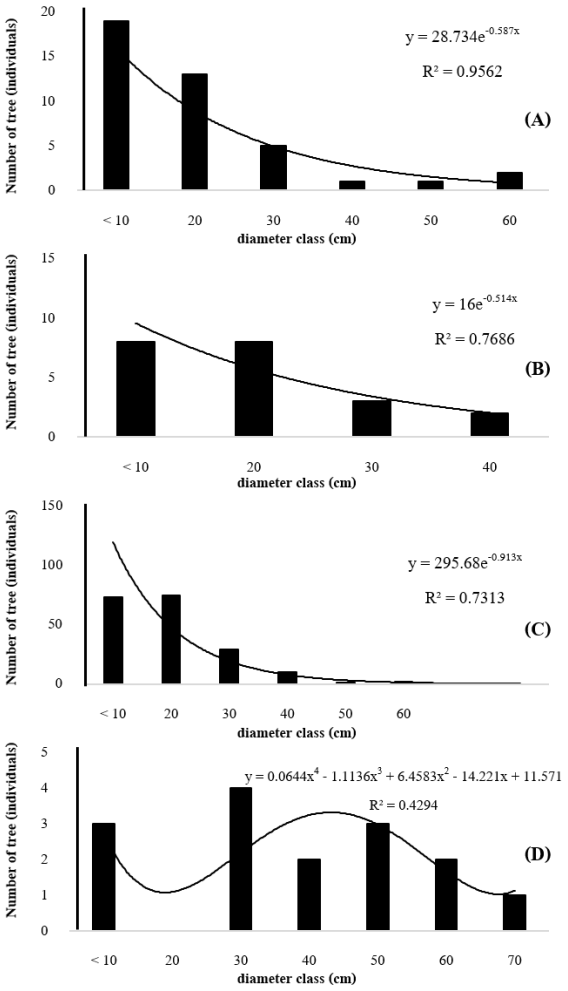

Figure 5 The diameter class distribution of native species and pioneer species; (A) *Parashorea stellata*, (B) *Lithocarpus finetii*, (C) *Balakata baccata* and (D) *Payena acuminata*

3. ความคล้ายคลึงของสังคมพืชระหว่างเขตพื้นที่

เมื่อพิจารณาดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างสังคมพืชตามการจำแนกเขตการกระจาย ในระดับไม้รุ่นและไม้ใหญ่ พบว่า เขตป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่ (RF) มีความคล้ายคลึงกับเขตขอบป่าด้านใน (Ed-in) มากที่สุด (77.06 %) ขณะที่เขตป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่กับเขตขอบป่าด้านนอก (Ed-ex) มีระดับความคล้ายคลึงน้อยที่สุด (59.79 %) (Table 1)

4. การจัดกลุ่มหมู่ไม้

เมื่อพิจารณาการจัดกลุ่มในระดับไม้ใหญ่จากร้อยละข้อมูลที่เหลืออยู่ (Information remaining) หรือความใกล้กันของหมู่ไม้ที่ระดับร้อยละ 70 สามารถแบ่งกลุ่มของหมู่ไม้ได้ 4 สังคมย่อย (Figure 6) ได้แก่ สังคมย่อยที่ 1 หมู่ไม้ไข่เขียว-ก่อหมู (*Parashorea stellata-Castanopsis inermis* stand) เด่น ประกอบด้วย หมู่ไม้ในป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่ (ST1, ST2 และ ST3) และหมู่ไม้ในเขตขอบป่าด้านใน (ST4, ST5 และ ST6) ซึ่งเป็นหมู่ไม้ในสังคมพืชป่าดิบชื้นดั้งเดิม ไม้เด่นที่พบจากค่าดัชนีความสำคัญ 5 ชนิดแรก คือ เหยื่อจง ไข่เขียว เงาะป่า ก่อหมู และก่อตลับเต้าปูน ตามลำดับ ในขณะที่สังคมย่อยที่ 2 เป็นหมู่ไม้จิกเขา-แซะ (*Barringtonia fusiformis-Millettia atropurpurea* stand) เด่น ประกอบด้วย หมู่ไม้ในเขตขอบป่าตอนกลาง (ST7) และเขตขอบป่าด้านนอก (ST10) ซึ่งปรากฏไม้พื้นถิ่นและไม้เบิกนำขึ้นปะปนกัน ไม้เด่นที่พบจากค่าดัชนีความสำคัญ 5 ชนิดแรก คือ เหยื่อจง แซะ จิกเขา เงาะป่า และก่อหมู ตามลำดับ ส่วนสังคมย่อยที่ 3 เป็นหมู่ไม้กระ ป ะ - ต า เ สื อ (*Canthium nitidum-Chisocheton macrophyllus* stand) เด่น ประกอบด้วย หมู่ไม้เขตขอบป่าตอนกลาง (ST8 และ ST9) ไม้เด่นที่พบจากค่าดัชนีความสำคัญ 5 ชนิดแรก คือ แซะ กระปะ

Table 1 The similarity index (SI) and dissimilarity index (DI) of tree and sapling between forest zonation

Forest zones	Similarity index (SI) (%)			
	RF	Ed-in	Ed-me	Ed-ex
Remnant forest (RF)	-	77.06	66.67	59.79
Forest edged-interior (Ed-in)	22.94	-	73.68	64.91
Forest edged-intermedium (Ed-me)	33.33	26.32	-	74.77
Forest edged-exterior (Ed-ex)	40.21	35.09	25.23	-

Remarks: The quantitative values in the triangle table above are similarity index (IS_s) and the bottom part is dissimilarity index (DI)

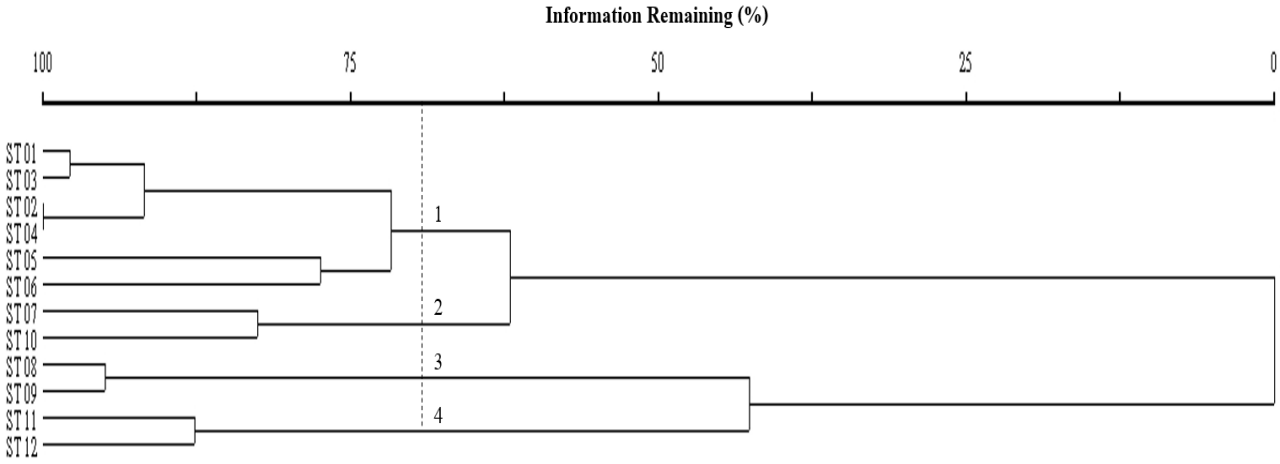

Figure 6 The dendrogram of stand clustering in the forest edged of moist evergreen forest at Kathun wildlife sanctuary

ไข่เขียว เหยื่อจง และพิกุลป่า ตามลำดับ และสังคมย่อยที่ 4 เป็นหมู่ไม้เหยื่อจง-พิกุลป่า (*Balakata baccata-Payena acuminata* stand) เด่น ประกอบด้วยเขตขอบป่าด้านนอก (ST11 และ ST12) มีไม้ใหญ่ปรากฏอยู่น้อย เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูสภาพป่า ไม้เด่นที่พบจากค่าดัชนีความสำคัญ 5 ชนิดแรก คือ พิกุลป่า ไข่เขียว เหยื่อจง ก่อ และตาเสือ ตามลำดับ

จากการจัดกลุ่มหมู่ไม้ แสดงให้เห็นว่าพรรณไม้พื้นถิ่นในป่าดิบชื้นหลายชนิดมีการกระจายพันธุ์หรือสามารถสืบต่อพันธุ์เดิมในบริเวณเขตป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่และเขตขอบป่าด้านในอาจเนื่องจากยังคงเหลือแม่ไม้เดิมอยู่เพียงพอต่อการสร้างเมล็ดและกระจายเมล็ดไปยังพื้นที่ใกล้เคียงได้ดีกว่าบริเวณเขตขอบป่าด้านนอก โดยเฉพาะไข่เขียวและก่อหมูซึ่งเป็นแม่ไม้ที่มีขนาดใหญ่ ขณะที่กลุ่มหมู่ไม้เหยื่อจงและพิกุลป่าเป็นหมู่ไม้ที่พบขึ้นหนาแน่นบริเวณเขตขอบป่าด้านนอก โดยเฉพาะระดับไม้รุ่น ชนิดไม้ในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มไม้เบิกนำที่ขึ้นได้ดีในพื้นที่เปิดโล่ง (Forest Botany Division, 2012) ซึ่งแตกต่างจากไม้ในกลุ่มไข่เขียวและก่อหมูที่เป็นไม้พื้นถิ่นและตั้งตัวได้ดีบริเวณพื้นที่ใต้ร่มเงา (shading tolerance) อาจเนื่องจากภายในป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่และเขตขอบป่าด้านในยังมีความชื้นดินเหมาะสม จึงทำให้การตั้งตัวของกล้าไม้พื้นถิ่นเป็นไปได้

อย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับ Asanok *et al.* (2012) และ Marod *et al.* (2012) ที่รายงานว่า การขึ้นร่วมกันระหว่างพรรณไม้ป่าธรรมชาติและพื้นที่ถูกบุกรุก พบมากบริเวณขอบป่าด้านใน อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่แนวรอยต่อป่ามีปริมาณแสงส่องผ่านมายังเรือนยอดอยู่ในระดับกลาง อาจเนื่องจากการมีพรรณไม้ขึ้นร่วมกันระหว่างพรรณไม้พื้นถิ่นและพรรณไม้เบิกนำ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยแวดล้อมทั้งเรื่องแสงและความชื้นดิน อีกทั้งยังส่งผลให้มีความเหมาะสมต่อการตั้งตัวของพรรณไม้ทั้งสองกลุ่มได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับ Odum (1993) และ Lovejoy *et al.* (1986) ที่รายงานว่า ขอบป่าหรือแนวรอยป่ามีปัจจัยแวดล้อมและสังคมพืชที่เหลืออยู่ในพื้นที่ข้างเคียง ทำให้มีการขึ้นอยู่ร่วมกันของชนิดพรรณพืชปะปนและผสมกันได้ดีในพื้นที่ดังกล่าว เห็นได้ว่า การฟื้นฟูป่าในพื้นที่ที่เคยถูกบุกรุกโดยการปล่อยให้ป่าฟื้นตัวตามธรรมชาติ เมื่อเวลาผ่านไป องค์ประกอบสังคมพืชเปลี่ยนไป เกิดเป็นหมู่ไม้หรือสังคมย่อยมากขึ้น ซึ่งสามารถเกิดได้จากหลายปัจจัยทั้งการสืบต่อพันธุ์ การกระจายพันธุ์ และปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ เช่น สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ปัจจัยดิน เป็นต้น

5. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมและสังคมพืช

ผลการจัดลำดับหมู่ไม้ตามแนวการลดหลั่นของปัจจัยแวดล้อมด้วยวิธี Canonical Correspondence Analysis (CCA) พบว่า ในระดับไม้ใหญ่มีค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation) ในแกนที่ 1 และ 2 ค่อนข้างสูง (0.816 และ 0.893 ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยแวดล้อมมีความสัมพันธ์ต่อการปรากฏของหมู่ไม้สูงมาก สอดคล้องกับค่า Eigenvalue บนแกนที่ 1 และ 2 (0.281 และ 0.156 ตามลำดับ) โดยมีเปอร์เซ็นต์การอธิบายได้ถึงร้อยละ 29.1 แสดงให้เห็นถึงการใช้แกนทั้งสองอธิบายการปรากฏของสังคมพืชตามปัจจัยแวดล้อมที่กำหนดได้ดี โดยสามารถจัดลำดับหมู่ไม้และชนิดไม้เด่นในแต่ละหมู่ไม้ตามแนวลดหลั่นของปัจจัยแวดล้อมที่แตกต่างกันได้ 3 กลุ่ม (Figure 7) คือ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มหมู่ไม้ที่ถูกกำหนดโดยความสูงจากระดับน้ำทะเล (elevation, elev) และการปกคลุมเรือนยอด (crown openness, crown) ซึ่งเป็นสังคมป่าดิบชื้นดั้งเดิมที่พบได้ในพื้นที่ระดับสูงตั้งแต่ 320 ถึง 342 เมตรจากระดับน้ำทะเล สังคมพืชในกลุ่มนี้มีการเปิดของเรือนยอดต่ำ (98-99 เปอร์เซ็นต์) หรือเรือนยอดปิด มีชนิดพรรณไม้เด่น ได้แก่ ก่อหมู (*Castanopsis inermis* Miq., CASINE) ก่อตลับเต้าปูน (*Lithocarpus finetii* A. Camus, LITFIN) พญารากดำ (*Diospyros variegata* Kurz, DIOVAR) และละมุดชุมศรี (*Madhuca chai-ananii* Chantar., MADCHA) เป็นต้น ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มหมู่ไม้ที่ถูกกำหนดโดยความหนาแน่นรวมดิน (soil bulk density, Db) และความชื้นดิน (soil moisture, moisture) โดยที่มีความหนาแน่นรวมดินค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นพื้นที่ผ่านการทำเกษตรกรรม จึงมีการเหยียบย่ำของมนุษย์ในช่วงการดำเนินกิจกรรมตลอดเวลา ซึ่งการที่ความหนาแน่นรวมดินเพิ่มสูงขึ้นนั้น ย่อมส่งผลต่อการลดลงของความพรุนดิน (soil porosity) ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำและปริมาณอินทรียวัตถุลดลง (Department of Soil Science, 2006) รวมถึงการเปิดพื้นที่ก็ส่งผลต่อความชื้นในดินที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับพื้นที่ป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่หรือเขตขอบป่าด้านใน ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มชนิดไม้เบิกนำ ชนิดไม้เด่นที่พบ ได้แก่ สมพง (*Tetrameles nudiflora* R.Br., TETNUD) ตาเสือ (*Chisocheton macrophyllus*

King, CHIMAC) พลองเหมือด (*Memecylon edule* Roxb., MEMEDU) และสังทำ (*Diospyros buxifolia* Bl. ex Hiern, DIOBUX) เป็นต้น ในขณะที่กลุ่มที่ 3 ปัจจัยแวดล้อมอยู่ในระดับกลาง (intermediate environment) ทั้งระดับความสูงพื้นที่ เปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอด ความหนาแน่นรวมดิน และเปอร์เซ็นต์ความชื้นดิน พรรณไม้ที่พบในกลุ่มนี้สามารถตั้งตัวได้ทั้งปัจจัยแวดล้อมในช่วงการลดหลั่นของกลุ่มที่ 1 และ 2 หรือเรียกพืชในกลุ่มนี้ว่า ชนิดทั่วไป (generalist species) ที่สามารถตั้งตัวได้ทั้งในสภาพปัจจัยแวดล้อมตามธรรมชาติและถูกรบกวนในระดับปานกลาง (intermediate disturbances) พรรณไม้เด่นที่พบ ได้แก่ แซะ (*Millettia atropurpurea* Benth., MILATR) หว้าหิน (*Syzygium claviflora* Roxb., SYZCLA) เนียงนกฮูก (*Archidendron bubalinum* (jack) I.C. Nielsen, ARCBUB) เหยื่อจง (*Balakata baccata* (Roxb.) Esser, BALBAC) และเงาะป่า (*Nephelium lappaceum* Linn., NEPLAP) เป็นต้น แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ศึกษามีปัจจัยแวดล้อมและชนิดไม้ที่แตกต่างกันในด้านความต้องการทางระบบนิเวศ (ecological niche) หรือปัจจัยแวดล้อมมีความเหมาะสมแตกต่างกัน (Bunyavejchewin *et al*., 2001; Marod *et al*., 2019; Hermhuk *et al*., 2021) สำหรับกลุ่มชนิดไม้ทั่วไปหลายชนิดเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการฟื้นฟูป่าดิบชื้นที่ผ่านการถูกรบกวน (Forest Botany Division, 2012) เนื่องจากเป็นกุญแจสำคัญที่ช่วยปรับเปลี่ยนปัจจัยแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการตั้งตัวของพรรณพืช ส่งเสริมให้เกิดความหลากหลายบริเวณชายป่า และส่งผลให้พื้นที่ดังกล่าวมีสภาพใกล้เคียงกับป่าดั้งเดิมมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Asanok *et al*. (2020) ที่รายงานว่า พืชที่มีความทนทานต่อสภาพความเค้นของปัจจัยแวดล้อมส่วนใหญ่เป็นชนิดทั่วไปที่สามารถกระจายอยู่ได้ในหลาย ๆ พื้นที่ จึงควรนำมาใช้เป็นชนิดพืชกลุ่มแรกในการฟื้นฟูป่า

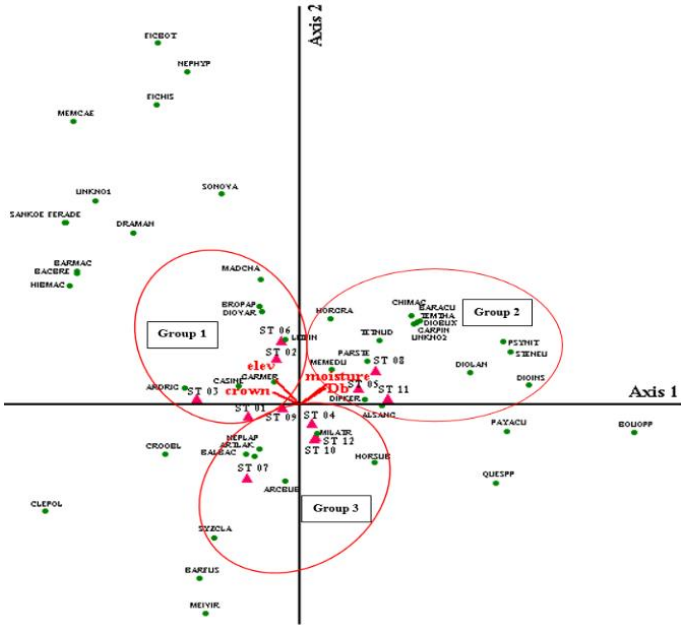

Figure 7 Two-dimensional simplified of stand (triangle) with tree species assemblages (dot) and environmental factors, elevation (elev), crown openness (crown), soil bulk density (Db) and soil moisture (moisture), across the forest ecotone between moist evergreen forest and agriculture area, Kathun Wildlife Sanctuary

สรุป

โครงสร้างและองค์ประกอบของพรรณพืชบริเวณแนวรอยต่อป่าดิบชื้นและพื้นที่เกษตรกรรม พรรณไม้ในระดับไม้ใหญ่และไม้รุ่นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F = 4.42$, $p \leq 0.01$ และ $F = 14.04$, $p \leq 0.01$ ตามลำดับ) ความหลากหลายของพรรณไม้บริเวณแนวรอยต่อป่าพบพรรณไม้ทั้งหมด 82 ชนิด 68 สกุล 41 วงศ์ โดยชนิดไม้ที่พบมีความแตกต่างกันระหว่างขอบเขตพื้นที่ป่า โดยเฉพาะชนิดไม้เบิกนำที่พบทั้งชนิดและปริมาณมากบริเวณพื้นที่เขตขอบป่าด้านนอก ซึ่งมีระดับการปรับเปลี่ยนสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการรบกวนค่อนข้างสูงแตกต่างจากบริเวณเขตขอบป่าด้านในและตอนกลางที่สามารถพบพรรณไม้หลายชนิดที่สามารถกระจายได้ทั้งในป่าดิบชื้นที่เหลืออยู่และเขตป่าด้านนอก แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างด้านความต้องการทางนิเวศวิทยาในระดับชนิดพืชอย่างชัดเจน สอดคล้องกับผลการจัดลำดับหมู่ไม้ตามปัจจัยแวดล้อมที่พบว่าจัดกลุ่มได้ถึง 3 กลุ่ม คือ 1) หมู่ไม้ก่อผสมกับพรรณไม้ดั้งเดิม ที่ได้รับอิทธิพลจากพื้นที่ระดับสูงและการปกคลุมของเรือนยอดสูง 2) หมู่ไม้กลุ่มพรรณไม้เบิกนำ ที่ได้รับอิทธิพลจากความชื้นต่ำและความหนาแน่นรวมดินสูง และ 3) หมู่ไม้ที่พบได้ทั่วไป (generalist species) ในพื้นที่ที่มีปัจจัยแวดล้อมและการรบกวนในระดับปานกลาง ทั้งความสูงของพื้นที่ การปกคลุมเรือนยอด ความชื้นดินและความหนาแน่นรวมดิน เช่น แซะ หว้าหิน เนียงนกฮูก เหยื่อจง มะหาด และเงาะป่า ซึ่งหมู่ไม้กลุ่มนี้ควรนำมาส่งเสริมและใช้ในนโยบายการฟื้นฟูป่าดิบชื้นเพื่อเพิ่มโอกาสในการคืนกลับสู่ป่าธรรมชาติเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Asanok, L., D. Marod, A. Pattanavibool and T. Nakashizuka. 2012. Colonization of tree species along an interior-exterior gradient across the forest edge in a tropical montane forest, western Thailand. **Tropics** 21 (3): 67-80.

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

Bunyavejchewin, S., P.J.Baker, J.V. Lafrankie and P.S. Ashton. 2001. Stand structure of a seasonal dry evergreen forest at Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, western Thailand. **Natural History Bulletin of the Siam Society** 49 (1): 89 – 106.

Clement, F.E. 1916. **Plant succession: Analysis of the development of vegetation.** Carnegie Institute, Washington.

Condit, R. 1995. Research in Large, Long-Term topical forest plots. **Trends Ecology Evolution.** 10: 18 – 22.

Department of Soil Science. 2006. **Introduction to Soil Science and Operations Manual.** Faculty of Agriculture Kasetsart Universtiy, Bangkok. (in Thai)

Forest Botany Division. 2012. **A guide to selecting plant species for flood protection forest planting.** Department of National Park

Wildlife and Plant Conservation, Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok. (in Thai)

Forest Restoration Research Unit. 2006. **To Plant a Forest: The Principles and Practice of Restoring Tropical Forests.** Department of Forest Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University. (in Thai)

Frelich, L. E. 2002. **Forest Dynamics and Disturbance Regimes: Studies from Temperate Evergreen-Deciduous Forests.** Cambridge University Press, New York.

Hermhuk, S., W. Sungpalee, P. Thongplew and K. Sri-ngernyuang. 2021. Influence of environmental factors on the distribution of tree species in deciduous dipterocarp forest at San Sai Forest Reserve, San Sai District, Chiang Mai Province. **Thai Forest Ecological Research Journal.** 5(1): 17-32.

Lovejoy, T.E., R.O. Bierregaurd, Jr., A.B. Rylands, J.R. Malcolm, C.E. Quintela, L.E. Happer, K.S. Brown, Jr., A.H. Powell, G.V.N. Powell, H.O.R. Shubart and M.B. Hays. 1986. Edge and other effects of isolation on amazon forest fragments. **Conservation Biology.** 13: 257 – 285.

Marod, D. 2012. **Applied Forest Ecology.** Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Marod, D., S. Sangkaew, and W. Niamrat. 2003. The invasion of climax species into forest plantation. **Thai Journal of Forestry**. 22: 1-15. (in Thai)

Marod, D. and U. Kutintara. 2 0 12. **Forest Ecology.** Forest Biology Department, Faculty of Forestry, Kasetsart Univesity, Bangkok. (in Thai)

Marod, D., L. Asanok, P. Duengkae, and A. Pattanavibool. 2012. Vegetation structure and floristic composition along the edge of montane forest and agricultural land in Um Phang Wildlife Sanctuary, western Thailand. **Kasetsart Journal (Natural Science)**. 46: 1-19.

Marod, D., U. Kutintara, T. Kamyo, M. Takahashi, S. Kobayashi, and T. Nakashizuka. 2013. Regeneration dynamics during 20 years in abandoned areas of tropical seasonal forest. pp. 24-28. *In* **International Workshop on Ecological Knowledge for Adaptation on Climate Changes.** December 2-3, 2013. Sri Nakhon Khuen Khan Park, Samut Prakarn Province, Thailand.

Marod, D., S. Thinkampheang, S. Hermhuk, L. Asanok, R. Taweesuk and N. Karnasuta. 2018. Riparian Forest Regeneration after Restoration in the Bangkrasop Forest Conservation at Sri Nakhon Khuean Khan Park and Botanical Garden, Samut Prakan. **Thai Forest Ecological Research Journal.** 2(2): 31-42.

Marod, D., S. Hermhuk, S. Sungkaew, S. Thinkampheang, T. Kamyo and W. Nuipakdee. 2019. Species

Composition and spatial Distribution of Dominant Trees in the Forest Ecotone of a Mountain Ecosystem, Northern Thailand. **Environment and Natural Research Journal.** 17(3): 40-49.

Mccune, B. and M.J. Mefford. 1999. **PC-ORD multivariate analysis of ecological data: Version 4 for windows.** MjM Software Design, Gleneden Beach Oregon, USA.

Odum, E. P. 1993. **Ecology and Our Endangered Life-Support Systems**. Sinauer Associates, Inc. Pub., Sunderland, Massachusetts.

Ogawa, H., Yoda K., Ogino K. and Kira. T. 1965 Comparative ecological study on three main type of forest vegetation in Thailand. II. Plant biomass. **Nature and Life in Southeast Asia** 4: 1-180.

Peterken, G.F. 1996. **Natural Woodland.** Cambridge University Press, Cambridge.

Pongsak, S. 2009. Spatial Distribution and Size Structure Patterns of Tree Species In the Long - term Dynamic Plots of Sakaerat Deciduous Dipterocarp Forest Northeastern Thailand. **Journal of Forest Management.** 3(6): 21-34.

Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. **The mathematical theory of community**. The University of Illinois Press, Urbana.

Slik, J.W.F., P.J.A. Kebler and P.C. van Welzen. 2003. Macaranga and Mallotus species (Euphorbiaceae) as indicators for disturbance in the mixed lowland dipterocarp forest of East Kalimantan (Indonesia). **Ecological Indicators** 2: 311 - 324.

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

Whittaker, R. H. 1970. **Communities and Ecosystem.** Macmillan Co., Collier-Macmillan Lid., London.