

นิเวศวิทยาและโครงสร้างของสังคมพืชที่เปลี่ยนแปลงต่อปัจจัยแวดล้อมจำเพาะ บนสังคมพืชเขาหินปูนผุกร่อน ในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

ธานี แสงอ่อน*, ธรรมรัตน์ พุทธิไทย, สุระ พัฒนเกียรติ, และ นพพล อรุณรัตน์

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม

* Corresponding author: E-mail: thanee.san@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลาย โครงสร้างของสังคมพืช ปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อสังคมพืชและสถานภาพการอนุรักษ์ของพืช ดำเนินการระหว่างเดือนพฤษภาคม – เดือนสิงหาคม 2565 โดยทำการเก็บข้อมูลความหลากหลายของพืชด้วยการวางแปลงตัวอย่างแบบเป็นระบบ ขนาด 1x1 เมตร ตามเส้นสำรวจ 5 เส้น จำนวน 50 แปลง ร่วมกับการเดินสำรวจผลการศึกษาพบพืชทั้งสิ้น 77 ชนิด 71 สกุล 38 วงศ์ โดยพบวงศ์หญ้า (POACEAE) มากที่สุด ส่วนชนิดพืชที่มีความสำคัญในสังคมพืชนี้คือ หญ้าลูกไก่ (*Germainia lanipes*) การศึกษาโครงสร้างของสังคมพืชย่อยใช้การวางแปลงตัวอย่างขนาด 10 x 10 เมตร จำนวน 2 แปลง พบว่าสังคมพืชย่อยบริเวณดินเขาเป็นสังคมพืชป่าเต็งรัง พบไม้ใหญ่ 5 ชนิด โดยเป้งดอย (*Phoenix loureiroi*) เป็นไม้ดัชนีของสังคมพืช เมื่อวิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายชนิดของ Shannon-Wiener มีค่าเท่ากับ 1.042 ส่วนสังคมพืชย่อยบริเวณบนเขาเป็นสังคมพืชทุ่งหญ้า พบไม้ใหญ่และไม้ดัชนีเพียงชนิดเดียว คือ เป้งดอย (*P. Loureiroi*) ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมและองค์ประกอบชนิดพืชด้วยวิธี CCA พบว่าความลึกของชั้นดินและธาตุไนโตรเจนส่งผลต่อองค์ประกอบชนิดพืชและสามารถแบ่งกลุ่มของชนิดพืชได้ 3 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) กลุ่มพืชที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความลึกของชั้นดิน 2) กลุ่มพืชที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับธาตุไนโตรเจน 3) กลุ่มพืชที่กระจายตัวทั่วไปไม่สัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมใดๆ การศึกษานี้พบพืชที่มีสถานภาพการอนุรักษ์ 4 ชนิด และไม่พบพืชในรายงานการศึกษาในปี 2557 จำนวน 8 ชนิด อาจเนื่องมาจากช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล ปัจจัยคุกคามจากกิจกรรมการท่องเที่ยวและเกษตรกรรม

คำสำคัญ: นิเวศวิทยา / สังคมพืช / เขาหินปูนผุกร่อน / ปัจจัยแวดล้อม / จังหวัดกาญจนบุรี

Ecology and Vegetation Structural Change on Environmental Niches on Exposed Limestone in Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province

Thanee Sang-On*, Thamarat Phutthai, Sura Pattanakiat, and Noppol Arunrat

Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Thailand.

** Corresponding author: E-mail: thanee.san@mahidol.ac.th*

Abstract

This study aims to investigate plant diversity, vegetation structure, environmental factors affecting vegetation, and the conservation status of plants on exposed limestone in Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province. Data were collected from May to August 2022. Plant diversity was studied using systematic sampling plots along line transects. The results showed a total of 77 species, belonging to 71 genera and 38 families. Among these, the Poaceae family and the species *Germainia lanipes* were the most frequently encountered. The sub-vegetation structure on the lower hill was classified as dipterocarp forest, composed of five tree species, with *Phoenix loureiroi* identified as the dominant species in this area. The Shannon-Wiener index for this site was 1.042. In contrast, the upper hill sub-vegetation structure was characterized as grassland, containing only one tree species was *P. loureiroi*. Canonical Correspondence Analysis (CCA) showed that soil depth and nitrogen content influenced species composition and species distributions could be categorized into three groups: the first group was correlated with soil depth, the second group with nitrogen levels, and the third group consisted of generalist species that did not correlate with any specific environmental factors. This study identified four species with conservation status: *Bauhinia viridescens* var. *hirsute*, *Duplipetala hexagona*, *Paraboea puglisiae*, and *Habenaria hosseusii*. However, eight species previously reported in 2014 were not found in this study, possibly due to the different timing of data collection, tourism activities and agricultural threats.

Keywords: Ecology / Exposed Limestone / Environmental Niches / Environmental factors / Kanchanaburi

1. บทนำ

ระบบนิเวศเขาดินปนเป็นระบบที่มีความเฉพาะเจาะจง เนื่องจากมีปัจจัยจำกัดหลายประการ [7] โดยมีลักษณะทางธรณีวิทยาที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบ ซึ่งสามารถละลายน้ำและถูกกัดกร่อนจนเกิดเป็นภูมิประเทศที่มีความสลับซับซ้อน เช่น โพรงถ้ำ หน้าผาสูงชัน หรือหลุมยุบ ส่งผลให้ระบบนิเวศเขาดินปนมีปัจจัยแวดล้อมที่กำหนดชนิดของสังคมพืชหลากหลายมากยิ่งขึ้น ด้วยความสุดขั้วของปัจจัยแวดล้อมประกอบกับลักษณะการกระจายตัวของระบบนิเวศเขาดินปนที่เปรียบเสมือนพื้นที่เกาะบนบก สิ่งมีชีวิตไม่สามารถแลกเปลี่ยนพันธุกรรมกับประชากรในเกาะอื่นได้ จึงเกิดชนิดพันธุ์ใหม่ (Speciation) และชนิดพันธุ์เฉพาะถิ่น (Endemic species) ที่มีจำนวนประชากรจำกัดและมีการกระจายตัวในพื้นที่แคบๆ ส่งผลให้พืชหลายชนิดที่พบในระบบนิเวศนี้เป็นชนิดพันธุ์หายาก (Rare species) และเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ [2] ในขณะเดียวกันการคุกคามความหลากหลายของพรรณพืชในระบบนิเวศเขาดินปนมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อพัฒนาประเทศและสร้างความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ เช่น การขยายตัวของถิ่นที่อยู่อาศัย การท่องเที่ยว การทำเหมือง ซึ่งสามารถส่งผลให้เกิดการสูญพันธุ์ในระดับท้องถิ่น (Local extinction) ได้ [5] สังคมพืชบนเขาดินปนถูกร่อนเป็นหนึ่งสังคมพืชของระบบนิเวศเขาดินปน เกิดจากการกัดกร่อนหรือยุบตัวของเขาดินปนในอดีตและกำลังประสบปัญหาภัยคุกคามจากการจัดการทรัพยากรอย่างรู้เท่าไม่ถึงการณ์ เนื่องจากสังคมพืชในลักษณะนี้ไม่เคยได้รับความสนใจมาก่อนประกอบกับงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับสังคมพืชบนเขาดินปนถูกร่อนยังมีน้อยมาก คนส่วนใหญ่จึงยังมองไม่เห็นความสำคัญและเห็นว่าเป็นพื้นที่ว่างเปล่าที่ต้องพัฒนา จึงมีการใช้ประโยชน์พื้นที่อย่างไม่เหมาะสม เช่น เลี้ยงสัตว์ ใช้เป็นพื้นที่ทิ้งขยะ หรือเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรม รวมถึงเรื่องกฎหมายคุ้มครองที่ไม่ครอบคลุม ส่งผลให้สังคมพืชบนเขาดินปนถูกร่อนอาจถูกจัดเป็น “ป่าเสื่อมโทรม” ตามความหมายของพระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๐๗ [3]

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาความหลากหลาย โครงสร้างของสังคมพืช ปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อสังคมพืช และสถานภาพการอนุรักษ์ของพืชบนเขาดินปนถูกร่อน ในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งมีลักษณะเป็นเขาลูกโดด มีสภาพภูมิประเทศเป็นลานหินขรุขระ แหวมคม ถูกร่อนง่าย มีความแห้งแล้งสูง แสงแดดจัด และชั้นดินตื้น ภายในประกอบไปด้วยระบบนิเวศย่อยที่มีลักษณะเฉพาะตัว ส่งผลให้พรรณพืชในบริเวณนี้มีความน่าสนใจในหลายมิติ เพื่อให้ได้ข้อมูลมาสนับสนุนแนวทางการอนุรักษ์และการจัดการพื้นที่ให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยผลักดันให้บุคคลทั่วไปหันมาเห็นความสำคัญของสังคมพืชบนระบบนิเวศเขาดินปนมากขึ้น

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาความหลากหลายและโครงสร้างของสังคมพืชเขาดินปนถูกร่อนในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี
- 2.2 เพื่อศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อสังคมพืชเขาดินปนถูกร่อนในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี
- 2.3 เพื่อประเมินสถานภาพการอนุรักษ์ของพืชบนเขาดินปนถูกร่อนในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

3. ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาความหลากหลาย โครงสร้างของสังคมพืช ปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อสังคมพืช และสถานภาพการอนุรักษ์ของพืชบนเขาดินปนถูกร่อน บริเวณเขาเย็น ต.ท่าขนุน อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี ระหว่างเดือนพฤษภาคม – เดือนสิงหาคม 2565

4. วิธีการศึกษา

4.1 การเก็บข้อมูล

4.1.1 ข้อมูลด้านองค์ประกอบของชนิดไม้ ใช้วิธีการวางแปลงตัวอย่างแบบเป็นระบบ โดยใช้การสำรวจแบบแนว (Line transect sampling) วางเส้นแนวพื้นฐานให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา [1] ความยาวเส้นละ 100 เมตร จำนวน 5 เส้น และวางแปลงสุ่มสำรวจขนาด 1 x 1 เมตร จำนวน 50 แปลง นำข้อมูลมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของแปลงตัวอย่างกับจำนวนชนิดพันธุ์สะสมที่พบ (Species area curve) เพื่อให้มั่นใจว่าจำนวนแปลงตัวอย่างสามารถครอบคลุมชนิดพันธุ์ในพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้ การศึกษานี้ใช้วิธีการเดินสำรวจร่วมด้วยเพื่อเพิ่มโอกาสในการพบชนิดพืชที่ยืนนอกแปลงสุ่มสำรวจ

4.1.2 ข้อมูลด้านโครงสร้างของสังคมพืชใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle : UAV) เพื่อจัดกลุ่มชั้นเรือนยอดของสังคมพืชและวางแปลงตัวอย่างขนาด 10 x 10 เมตร จำนวน 2 แปลง เพื่อเป็นตัวแทนของ 2 ระบบนิเวศย่อยในสังคมพืชเขาหินปูนผุร่อน

4.1.3 ข้อมูลด้านปัจจัยแวดล้อม ปัจจัยดินใช้การสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแต่ละระบบนิเวศย่อย จำนวน 5 จุด ได้แก่ บริเวณศูนย์กลางและมุมทั้ง 4 ด้านของแปลงตัวอย่าง โดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนโครงสร้างดิน ความลึก 0 – 15 เซนติเมตร ปัจจัยภูมิประเทศใช้อากาศยานไร้คนขับร่วมกับเครื่องระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS) ส่วนการปกคลุมของหินใช้วิธีการประเมินการปกคลุมของหินภายในแปลง ปัจจัยภูมิอากาศอ้างอิงข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยากาญจนบุรี (ทองผาภูมิ) และติดตามข้อมูลอุณหภูมิและความเข้มแสงในพื้นที่เพิ่มเติม ด้วย HOBO data logger โดยตั้งค่าการบันทึกเป็นรายชั่วโมง

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.1 วิเคราะห์ข้อมูลดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ (Importance Value Index : IVI) จากสูตรที่เสนอไว้โดย Curtis and McIntosh [8] และ Whittaker [15] ดังนี้ $IVI = RD + RF + RDo$

4.2.2 วิเคราะห์ความหลากหลายชนิด (Species Diversity) โดยใช้ดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener Index (H') อ้างอิงจาก Ludwig and Reynolds [10] ดังนี้

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

4.2.3 วิเคราะห์ปัจจัยแวดล้อม โดยใช้การวิเคราะห์การจัดลำดับชั้น (Ordination analysis) แบบ Canonical Correspondence Analysis (CCA) [11][14] ด้วยโปรแกรม R เวอร์ชัน 4.4.2 [12] และใช้ one-way analysis of variance (ANOVA) และ F test ในการทดสอบโมเดล

5. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

5.1 ข้อมูลด้านองค์ประกอบของชนิดไม้

ผลการศึกษาด้านองค์ประกอบของชนิดไม้พบพืชจำนวนทั้งสิ้น 77 ชนิด 71 สกุล 38 วงศ์ โดยพบวงศ์หญ้า (POACEAE) มากที่สุด จำนวน 8 ชนิด รองลงมาคือ วงศ์ถั่ว (FABACEAE) จำนวน 7 ชนิด วงศ์โมก (APOCYNACEAE) และ กล้ายไม้ (ORCHIDACEAE) จำนวนวงศ์ละ 4 ชนิด ส่วนชนิดพืชที่มีความสำคัญในสังคมพืชนี้คือ หญ้าลูกไก่ (*Germainia lanipes*) รองลงมาคือ กกใบเคียว (*Fimbristylis straminea*) และหญ้านกเขา (*Rostellularia procumbens*) โดยจากการประเมินสถานภาพการ

อนุรักษพืชพิเศษเฉพาะถิ่นและพืชหายากของประเทศไทย 2 ชนิด ได้แก่ กากหลงเขา (*Bauhinia viridescens* var. *hirsute*) และ โหมหัด (*Duplipetala hexagona*) พบพืชเฉพาะถิ่นของประเทศไทย จำนวน 1 ชนิด คือ พู่กระดิ่ง (*Paraboea puglisiae*) และ พบพืชที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ 1 ชนิด คือ นางอ้วคยาว (*Habenaria hosseusii*) (ตารางที่ 1) นอกจากนี้เมื่อตรวจสอบรายการ พืชกับรายงานการศึกษาของปญยาพร อุดมผล และธรรมรัตน์ พุทธิไทย [3] ทำให้ทราบว่าการศึกษาที่ไม่พบพืชตามรายงาน จำนวน 8 ชนิด (ตารางที่ 2) อาจเนื่องมาจากช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน ปัจจัยคุกคามจากกิจกรรมการท่องเที่ยว โดย จากข้อมูลพบว่าพื้นที่นี้เป็นจุดแวะถ่ายรูปของนักท่องเที่ยว นอกจากนี้ยังพบร่องรอยการก่อกองไฟและกระป๋องเครื่องดื่มบริเวณ ยอดเขา รวมถึงปัจจัยคุกคามจากการทำเกษตรกรรมเนื่องจากการมีการทำไร่มันสำปะหลังและไร่อ้อยบริเวณโดยรอบพื้นที่ศึกษาซึ่ง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ตารางที่ 1 รายการพืชที่มีสถานภาพการอนุรักษ บริเวณเขาเย็น ต.ท่าขนุน อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี

ลำดับที่	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	สถานภาพการอนุรักษ
1	กากหลงเขา	<i>Bauhinia viridescens</i> var. <i>hirsute</i>	FABACEAE	E, RT
2	โหมหัด	<i>Duplipetala hexagona</i>	GENTIANACEAE	E, RT
3	พู่กระดิ่ง	<i>Paraboea puglisiae</i>	GESNERIACEAE	E
4	นางอ้วคยาว	<i>Habenaria hosseusii</i>	ORCHIDACEAE	VU

E = Endemic, RT = Rare (Thailand), VU = Vulnerable (According to some published criteria)

ตารางที่ 2 รายการพืชที่ไม่พบในรายงานการศึกษาในปี 2557 บริเวณเขาเย็น ต.ท่าขนุน อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี

ลำดับที่	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	สถานภาพการอนุรักษ
1	เทพทาโร	<i>Ceropegia amottiana</i>	APOCYNACEAE	-
2	คำบุงา	<i>Crotalaria</i> sp.	FABACEAE	-
3	หญ้านกเค้าน้อย	<i>Leucas decemdentata</i>	LAMIACEAE	-
4	ทิพย์เกสร	<i>Utricularia minutissima</i>	LENTIBULARIACEAE	LC
5	โสมขบา	<i>Abelmoschus rhodopetalus</i>	MALVACEAE	-
6	หญ้าหางหมาจิ้งจอก	<i>Setaria parviflora</i>	POACEAE	LC
7	-	<i>Ischaemum</i> sp.	POACEAE	-
8	-	-	RUBIACEAE	-

LC = Least Concern

5.2 ข้อมูลด้านโครงสร้างของสังคมพืช

การศึกษาโครงสร้างของสังคมพืชเขาหินปูนผุร่อนใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับในการจัดกลุ่มชั้นเรือนยอดออกเป็น 2 สังคมพืชย่อย คือ สังคมพืชย่อยบริเวณตีนเขาและสังคมพืชย่อยบริเวณบนเขา โดยจากการวางแผนผังตัวอย่างขนาด 10 x 10 เมตร พบว่า สังคมพืชย่อยบริเวณตีนเขาเป็นสังคมพืชป่าเต็งรัง (รูปที่ 1 (ก)) พบไม้ใหญ่ 5 ชนิด โดยเป้งคอย (*Phoenix loureiroi*) เป็นไม้ดัชนีของสังคมพืช รองลงมา คือ ไผ่รวก (*Bambusa bambos*) และเต็ง (*Shorea obtusa*) (ตารางที่ 3) มีค่าดัชนีความ

หลากหลายชนิดเท่ากับ 1.042 (ตารางที่ 4) ส่วนสังคมพืชย่อยบริเวณบนเขาเป็นสังคมพืชทุ่งหญ้า (รูปที่ 1 (ข)) พบไม้ใหญ่และไม้ดัดขึ้นเพียงชนิดเดียว คือ เป้งดอย (*P. Loureiroi*) เนื่องจากสังคมพืชย่อยบริเวณบนเขาถูกจำกัดด้วยปัจจัยแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณดินและธาตุอาหารในดินส่งผลให้ไม้ยืนต้นไม่สามารถเจริญเติบโตได้ [16]

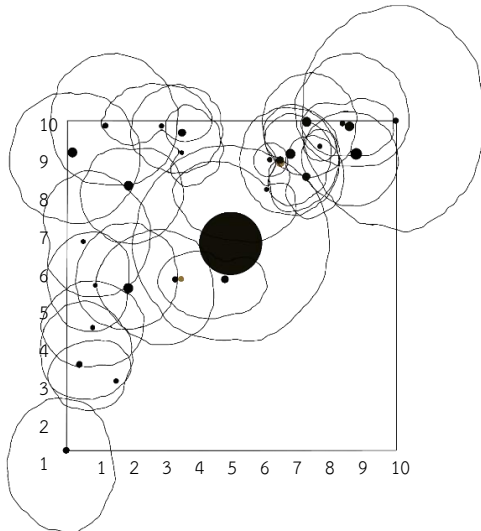
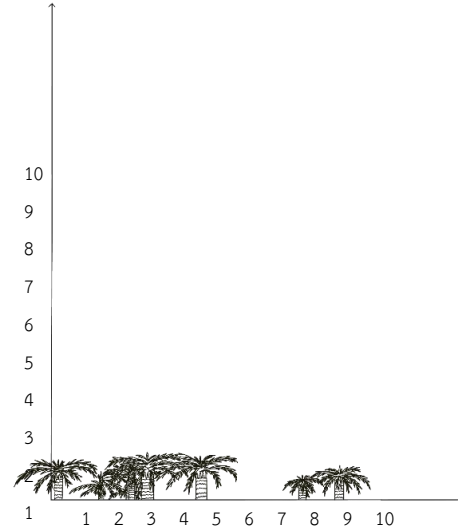
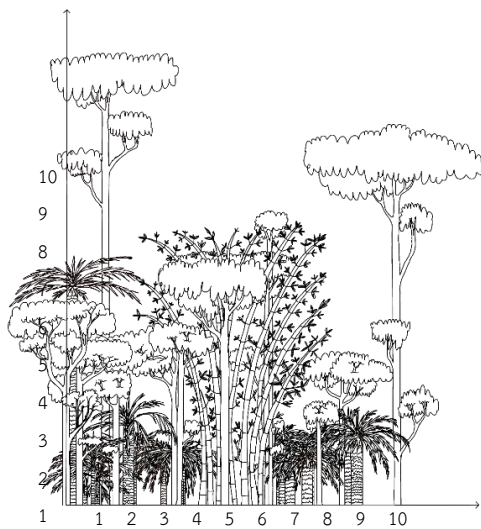
ตารางที่ 3 ดัชนีความสำคัญ (Importance Value Index : IVI) ของไม้ใหญ่ในสังคมพืชย่อยบริเวณต้นเขา

ลำดับที่	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	RD	RF	RDo	IVI
1	เป้งดอย	<i>Phoenix loureiroi</i>	ARECACEAE	57.143	33.333	13.620	104.096
2	ไผ่รวก	<i>Bambusa bambos</i>	POACEAE	3.571	16.667	83.268	103.507
3	เต็ง	<i>Shorea obtusa</i>	DIPTEROCARPACEAE	32.143	16.667	2.456	51.265
4	รัง	<i>Pentacme siamensis</i>	DIPTEROCARPACEAE	3.571	16.667	0.448	20.686
5	-	<i>Dalbergia</i> sp.	FABACEAE	3.571	16.667	0.208	20.446

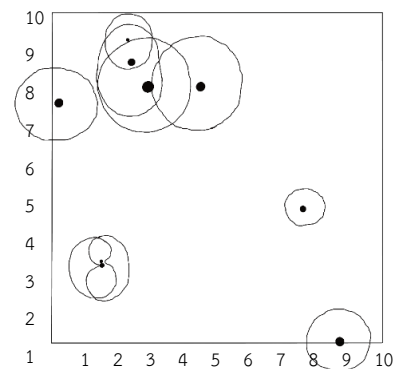
RD =Relative density, RF = Relative frequency, RDo = Relative dominance

ตารางที่ 4 ความหลากหลายชนิด (Shannon-Wiener Index : H') ของไม้ใหญ่ในสังคมพืชย่อยบริเวณต้นเขา

ลำดับที่	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	pi	lnpi	pi lnpi	H'
1	เป้งดอย	<i>Phoenix loureiroi</i>	ARECACEAE	0.571	-0.560	-0.320	1.042
2	ไผ่รวก	<i>Bambusa bambos</i>	POACEAE	0.036	-3.332	-0.119	
3	เต็ง	<i>Shorea obtusa</i>	DIPTEROCARPACEAE	0.321	-1.135	-0.365	
4	รัง	<i>Pentacme siamensis</i>	DIPTEROCARPACEAE	0.036	-3.332	-0.119	
5	-	<i>Dalbergia</i> sp.	FABACEAE	0.036	-3.332	-0.119	



(ก) สังคมพืชย่อยบริเวณดินเขา



(ข) สังคมพืชย่อยบริเวณบนเขา

รูปที่ 1 โครงสร้างสังคมพืชด้านตั้ง (Profile diagram) และการปกคลุมของเรือนยอด (Crown cover diagram) ของ (ก) สังคมพืชย่อยบริเวณดินเขา และ (ข) สังคมพืชย่อยบริเวณบนเขา บริเวณเขาเย็น ต.ท่าขนุน อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี

5.3 ข้อมูลด้านปัจจัยแวดล้อม

5.3.1 ปัจจัยดิน

การศึกษาปัจจัยดินทำการเก็บข้อมูลดินจำนวน 7 พื้นที่ จากผลการศึกษาพบว่าดินในพื้นที่เส้นสำรวจที่ 1, เส้นสำรวจที่ 2, เส้นสำรวจที่ 3, เส้นสำรวจที่ 4, เส้นสำรวจที่ 5 และแปลงศึกษาบริเวณบนเขา ซึ่งเป็นแปลงที่อยู่ในพื้นที่ภูเขา มีธาตุอาหาร ความลึกของชั้นดิน และความชื้นในดิน น้อยกว่าแปลงศึกษาบริเวณดินเขา (ตารางที่ 5) เนื่องจากพื้นที่ภูเขามีการปกคลุมของหิน

และมีความลาดชันมากกว่าแปลงศึกษาบริเวณดินเขา ส่งผลให้มีชั้นดินตื้นและมีปริมาณดินน้อยกว่า ดินจึงกักเก็บธาตุอาหารและความชื้นได้น้อยกว่า

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาด้านปัจจัยดิน บริเวณเขาเย็น ต.ท่าขนุน อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี

ลำดับที่	พื้นที่	ลักษณะดิน	ธาตุ N (มก./ล.)	ธาตุ P (มก./ล.)	ธาตุ K (มก./ล.)	ความลึกของชั้น ดิน (ซม.)	ความชื้นในดิน (%)
1	เส้นสำรวจที่ 1	ดินร่วนปนหินปูน	7	9.67	72.33	8.38	15.45
2	เส้นสำรวจที่ 2	ดินร่วนปนหินปูน	8	10.67	78.67	9	21.19
3	เส้นสำรวจที่ 3	ดินร่วนปนหินปูน	8	10.77	79.18	9	19.07
4	เส้นสำรวจที่ 4	ดินร่วนปนหินปูน	8	11.11	81.11	10	21.19
5	เส้นสำรวจที่ 5	ดินร่วนปนหินปูน	9	12.25	88.25	11.5	24.72
6	แปลงศึกษาบริเวณบนเขา	ดินร่วนปนหินปูน	7	9.25	70	2.38	12.10
7	แปลงศึกษาบริเวณดินเขา	ดินร่วน	9	13	92	>30	30.63

5.3.2 ปัจจัยภูมิอากาศ

ข้อมูลจากการติดตั้ง HOBO data logger ในพื้นที่เขาเย็น ต.ท่าขนุน อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี ระหว่างเดือน พ.ค. - ก.ค. 2565 พบว่ามีอุณหภูมิเฉลี่ย 31.17 °C อุณหภูมิต่ำสุด 22.81 °C และอุณหภูมิสูงสุด 64.53 °C ความเข้มแสงเฉลี่ย 25,263.28 Lux และความเข้มแสงสูงสุด 319,646.60 Lux สังเกตว่าอุณหภูมิในพื้นที่เขาเย็นจะสูงกว่าสถานีอุตุนิยมวิทยากาญจนบุรี (ทองผาภูมิ) (ตารางที่ 6) เนื่องจากเขาเย็นเป็นพื้นที่ทุ่งหญ้าเปิดโล่งไม่มีการปกคลุมของไม้ใหญ่ทำให้รับแสงจากดวงอาทิตย์ทั่วทุกทิศ ประกอบกับพื้นที่ส่วนใหญ่ถูกปกคลุมด้วยหินปูนที่สามารถกักเก็บความร้อนได้ดี ส่งผลให้พื้นที่มีอุณหภูมิสูงมากขึ้น

ตารางที่ 6 ผลการศึกษาด้านปัจจัยภูมิอากาศ บริเวณเขาเย็น ต.ท่าขนุน อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี

ลำดับที่	พื้นที่	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
1	อุณหภูมิสถานีทองผาภูมิ (°C)*	27.38	24	38
1	อุณหภูมิบริเวณเขาเย็น (°C)**	31.17	22.81	64.53
3	ความเข้มแสง (Lux)**	25,263.28	0	319,646.60

* ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยากาญจนบุรี (ทองผาภูมิ) ระหว่างเดือน พ.ค. - ส.ค. 2565

** ข้อมูลจากการติดตั้ง HOBO data logger ในพื้นที่เขาเย็น อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี ระหว่างเดือน พ.ค. - ก.ค. 2565

5.3.3 ปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อสังคมพืช

ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยวิธี CCA พบว่าแกนที่ 1 (Axis 1) มีค่า Eigenvalue เท่ากับ 0.4388 และแกนที่ 2 (Axis 2) มีค่า Eigenvalue เท่ากับ 0.1107 ทั้งนี้ผลการทดสอบด้วย Permutation test พบว่าความลึกของชั้นดิน (Soil.deep) และ ธาตุไนโตรเจน (N.mg) มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบชนิดพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า $p = 0.049$ โดยสามารถอธิบาย

ความแปรปรวนของชนิดพืชคิดเป็น 56.22% ของความแปรปรวนทั้งหมด (ตารางที่ 7) ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มของชนิดพืชได้ 3 กลุ่ม (รูปที่ 2) ประกอบด้วย

1) กลุ่มพืชที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความลึกของชั้นดิน เป็นพื้นที่ที่มีการสะสมของตะกอนดินทำให้ชั้นดินมีความลึกและสะสมธาตุอาหารในดินมากกว่าพื้นที่อื่นๆ พืชส่วนใหญ่เป็นไม้ยืนต้น ได้แก่ เต็ง (*S. obtusa*) ไม้รวก (*B. bambos*) ตะขบป่า (*Flacourtia indica*) มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica*) ก่อปลายจ๊ก (*Quercus rex*) ลูกใต้ใบ (*Phyllanthus amarus*) ขี้ตุ่น (*Helicteres angustifolia*) ข้าวจี (*Grewia abutilifolia*) *Dalbergia* sp. *Curcuma* sp. และ *Impatiens* sp.

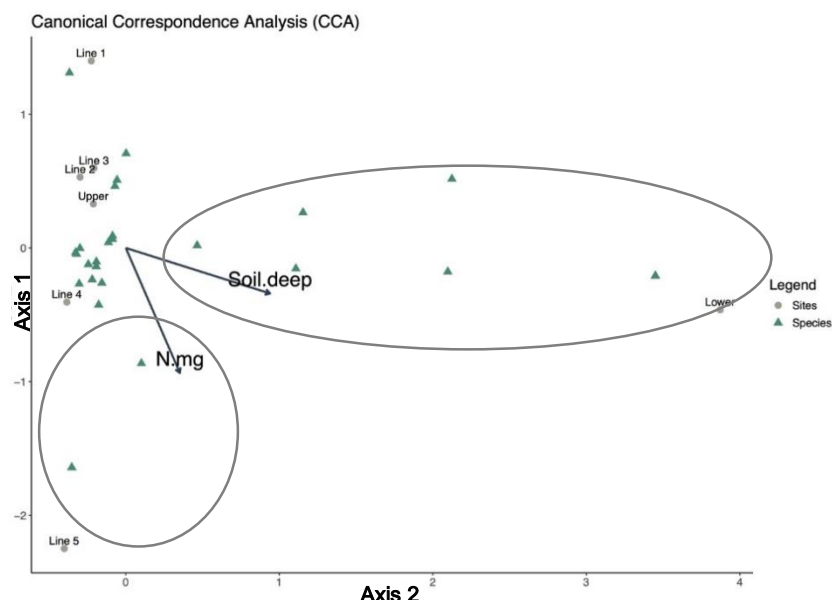
2) กลุ่มพืชที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับธาตุไนโตรเจน เป็นพื้นที่ที่มีการสะสมธาตุอาหารในดินมากแต่มีชั้นดินตื้นกว่าพื้นที่ในกลุ่มที่ 1 เนื่องจากการปกคลุมของหินและความลาดชันของพื้นที่ โดยสามารถพบกล้าไม้ของไม้ยืนต้นในบริเวณนี้ ได้แก่ เปล้าใหญ่ (*Croton persimilis*) โพธิ์นก (*Ficus rumphii*) ว่านนางตาม (*Eulophia recurva*) หญ้าฝน (*Hedyotis tetragonalis*) หางหมาจอก (*Parasopubia bonatii*) ประกายฉัตรหนู (*Phyllocyclus helferianus*) และ *Cinnamomum* sp.

3) กลุ่มพืชที่กระจายตัวทั่วไป (generalist species) ไม่สัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมใดๆ ได้แก่ หญ้าลูกไก่ (*G. lanipes*) หญ้ารัตเขียด (*Fimbristylis quinquangularis*) กกใบเคียว (*F. straminea*) หญ้าแพรก (*Cynodon dactylon*) หญ้ารังนก (*Chloris barbata*) หญ้าก้านพวง (*R. procumbens*) หญ้าชันกาด (*Panicum repens*) เป็นต้น

ตารางที่ 7 สรุปผลของโมเดล Canonical Correspondence Analysis (CCA)

CCA results	Axis 1	Axis 2
Eigenvalue	0.4388	0.1107
Variance (%)	44.89%	11.33%
Cumulative (%)	44.89%	56.22%

Permutation test (F = 2.53, p = 0.049)



รูปที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วย Canonical Correspondence Analysis (CCA)

6. สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาในเวศวิทยาและโครงสร้างของสังคมพืชที่เปลี่ยนแปลงต่อปัจจัยแวดล้อมจำเพาะบนสังคมพืชเขาหินปูนผุกร่อนในอำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดกาฬสินธุ์ พบพืชจำนวนทั้ง 77 ชนิด 71 สกุล 38 วงศ์ โดยพบพืชในวงศ์หญ้าน้ำ (POACEAE) มากที่สุด และชนิดพืชที่มีความสำคัญในสังคมพืชนี้คือ หญ้าลูกไก่ (*G. lanipes*) การศึกษาโครงสร้างของสังคมพืชพบว่าสังคมพืชย่อยบริเวณดินเขาเป็นสังคมพืชป่าเต็งรัง พบไม้ใหญ่ 5 ชนิด โดยเป้งดอย (*P. loureiroi*) เป็นไม้เด่นของสังคมพืช มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดเท่ากับ 1.042 ส่วนสังคมพืชย่อยบริเวณบนเขาเป็นสังคมพืชทุ่งหญ้า พบไม้ใหญ่และไม้เด่นเพียงชนิดเดียว คือ เป้งดอย (*P. loureiroi*) เนื่องจากถูกจำกัดด้วยปัจจัยแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยดิน โดยดินในบริเวณดินเขาเป็นดินร่วน ส่วนดินในบริเวณบนเขาเป็นดินร่วนปนหินปูนและมีธาตุอาหาร ความลึกของชั้นดินและความชื้นในดินน้อยกว่า ทำให้ไม้ใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ข้อมูลจากการติดตั้ง HOBO data logger ระหว่างเดือน พ.ค. - ก.ค. 2565 พบว่าอุณหภูมิในพื้นที่เขายืนสูงกว่าสถานีอุตุนิยมวิทยาอากาศกาฬสินธุ์ (ทองผาภูมิ) และมีอุณหภูมิสูงสุดถึง 64.53 °C เนื่องจากเป็นพื้นที่ทุ่งหญ้าเปิดโล่งและถูกปกคลุมด้วยหินปูนที่สามารถดูดซับความร้อนมากกว่าพื้นที่อื่นๆ ดังนั้นพืชที่เจริญเติบโตในบริเวณนี้ต้องมีการปรับตัวให้ทนทานต่อสภาพแวดล้อมเพื่อความอยู่รอดของเผ่าพันธุ์ จะสังเกตว่าพืชที่พบมากที่สุดอยู่ในวงศ์หญ้าน้ำซึ่งสามารถทนแล้งได้ดี มีวงจรชีวิตสั้นและขยายพันธุ์ได้จำนวนมากในระยะเวลาที่รวดเร็ว เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมและองค์ประกอบชนิดพืชด้วยวิธี CCA พบว่าความลึกของชั้นดินและธาตุไนโตรเจนส่งผลต่อองค์ประกอบชนิดพืชในสังคมนี้ โดยสามารถแบ่งกลุ่มของชนิดพืชได้ 3 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) กลุ่มพืชที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความลึกของชั้นดิน 2) กลุ่มพืชที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับธาตุไนโตรเจน 3) กลุ่มพืชที่กระจายตัวทั่วไปไม่สัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมใดๆ จากการผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่าความลึกของชั้นดินมีอิทธิพลต่อไม้ยืนต้นอย่างชัดเจนโดยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับแสดงให้เห็นว่าไม้ยืนต้นมีการกระจายตัวอยู่บริเวณดินเขาซึ่งมีความลึกของชั้นดินมากกว่าบริเวณภูเขา ในการศึกษาพบพืชที่มีสถานภาพทางการอนุรักษ์จำนวน 4 ชนิด นับว่าเป็นจำนวนที่ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของพื้นที่ศึกษา (เนื้อที่ 43,840.32 ตารางเมตร หรือ 27.4 ไร่) จากการสำรวจพบว่าพืชเหล่านี้มีจำนวนประชากรไม่มากและมีการกระจายตัวบนพื้นที่แคบๆ หรือกระจายตัวบนพื้นที่ที่มีลักษณะเฉพาะ เช่น ตามซอกหินปูน หากได้รับการรบกวนอย่างต่อเนื่องอาจเกิดการสูญพันธุ์ในระดับท้องถิ่นได้ [5] อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่พบพืชในรายงานการศึกษาในปี 2557 จำนวน 8 ชนิด อาจเนื่องมาจากช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน ปัจจัยคุกคามจากกิจกรรมการท่องเที่ยว และปัจจัยจากการทำเกษตรกรรม ซึ่งอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตและจำนวนประชากรของพืชในอนาคต โดยข้อมูลจากการศึกษานี้สามารถสนับสนุนแนวทางการอนุรักษ์พันธุ์พืชบนระบบนิเวศเขาหินปูนและการจัดการพื้นที่เขายืน ต.ท่าขุ่น อ.ทองผาภูมิ จ.กาฬสินธุ์ และพื้นที่เขาหินปูนอื่นให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

- [1] ดอกรัก มารอด และอุทิศ ภูอินทร์. (2552). นิเวศวิทยาป่าไม้. กรุงเทพฯ: คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [2] นัยนา เทศนา และพาโชค พุดจา. (2564). พรรณไม้สำคัญในระบบนิเวศเขาหินปูนประเทศไทย. กรุงเทพฯ : กลุ่มงานพฤกษศาสตร์ป่าไม้: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 160 หน้า.
- [3] ปุณยาพร อุดมผล และธรรมรัตน์ พุทธิไทย. (2557). การศึกษาลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชเขาหินปูนเปิดโล่ง บริเวณเขาเย็น ต. ท่าขุ่น อ. ทองผาภูมิ จ. กาฬสินธุ์. กาฬสินธุ์: มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาฬสินธุ์.
- [4] ราชนัย ภูมา. (2551). พืชหายากของประเทศไทย. สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

- [5] โสมนัสสา แสงฤทธิ์, วรตต์ แจ่มจำรูญ และนันทวรรณ สุปันดี. (2556). พรรณไม้เขาหินปูน: สถานภาพและปัจจัยคุกคาม. สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช: กรุงเทพฯ.
- [6] สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช. (2556). พรรณไม้เขาหินปูน: สถานภาพและปัจจัยคุกคาม. กรุงเทพฯ: สำนักงานหอพรรณไม้.
- [7] อลญา ชิวเซนโก, แผลมไทย อาชานอก, และดอกกรก มารอด. (2561). โครงสร้างและองค์ประกอบพรรณพืชในพื้นที่ป่าเขาหินปูนภายหลังการทำเหมือง จังหวัดแพร่. วารสารวนศาสตร์ 37 (1): 73 - 83 (2561).
- [8] Curtis, J. T., & R. P. McIntosh. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology, 32 (3), 476 – 496.
- [9] Asanok, L., & Marod, D. (2016). Environmental factors influencing tree species regeneration in different forest stands growing on a limestone hill in Phrae province, northern Thailand. Journal of Forest and Environmental Science, 32(3), 237–252. <https://doi.org/10.7747/jfes.2016.32.3.237>
- [10] Ludwig, J. A., & Reynolds, J. F. (1988). Statistical ecology: A primer on methods and computing. New York: Wiley.
- [11] McCune, B., & Grace, J. B. (2002). Analysis of ecological communities. MjM Software Design, Oregon, p 300.
- [12] R Core Team (2024). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.
- [13] Santisuk, T. (2006). Thailand Red Data: Plants. Onep Biodiversity Series. Vol. 17. Bangkok: Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning.
- [14] Thammanu, S., Marod, D., Han, H., Bhusal, N., Asanok, L., Ketdee, P., et al. (2021). The influence of environmental factors on species composition and distribution in a community forest in Northern Thailand. J. For. Res. 32, 649–662. doi: 10.1007/s11676-020-01239-y
- [15] Whittaker, R. H. (1970). The Population Structure of Vegetation (pp. 39–59). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-010-3353-4_5
- [16] Zhu, X., Shen, Y., He, B., & Zhao, Z. (2017). Humus soil as a critical driver of flora conversion on karst rock outcrops. Scientific Reports, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-13060-5>