

การเปรียบเทียบความหลากหลายของมดในสังคมพืชบริเวณ
อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่
COMPARISON OF SPECIES DIVERSITY OF ANTS IN PLANT
COMMUNITIES AT KHAO YAI NATIONAL PARK

รุ่งนภา พูลจำปา¹

Rungnapa Poonjampa¹

เดชา วิวัฒน์วิทยา¹

Decha Wiwatwitaya¹

ABSTRACT

Studies on species diversity of ants in plant communities of Khao Yai National Park were carried out from November 2000 to October 2001. The 4 different plant communities, including mixed deciduous forest, tropical rain forest, dry evergreen forest, and hill evergreen forest were selected. One hundred sampling plots of 30 x 30 cm² were placed in each plant community. The specimens were collected every other month.

The total ants from 4 different plant communities were identified. There were 9 subfamilies 59 genera and 224 species of ants. It was found that species diversity of ants in mixed deciduous forest was the highest and the lowest in hill evergreen forest. The highest density of ants was in dry evergreen forest and the lowest was in hill evergreen forest. The highest diversity index of ants was in tropical rain forest and the lowest was in hill evergreen forest. The highest evenness index of ants was in tropical rain forest and the lowest was also in the hill evergreen forest. The highest species diversity and diversity index of ants in each plant community were also found in rainy season. The density of ants were higher in rainy season than in dry season, except in dry evergreen forest. The evenness of ants were higher in dry season than in wet season, except in hill evergreen forest. Similarity index of ants was also studied. It was found that plant community in dry evergreen forest was the most similar to the tropical rain forest while mixed deciduous forest was less similar to hill evergreen forest.

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบความหลากหลายของมดในสังคมพืชประเภทต่างๆ บริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2543 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2544 โดยการวางแปลงสำรวจขนาด 30 x 30 ตารางเซนติเมตร สังคมพืชละ 100 แปลง ใน 4 สังคมพืช คือ สังคมพืชป่าผสมผลัดใบหรือป่าเบญจพรรณ สังคมพืชป่าดิบชื้น สังคมพืชป่าดิบแล้ง และสังคมพืชป่าดิบเขา ทำการเก็บข้อมูลเดือนเว้นเดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี

ความหลากหลายของมดในสังคมพืชประเภทต่างๆ จำแนกกลุ่มมดได้ 9 วงศ์ย่อย แยกออกเป็น 59 สกุล 224 ชนิด ซึ่งสังคมพืชป่าเบญจพรรณมีความหลากหลายของมดมากที่สุด ในขณะที่สังคมพืชป่าดิบเขามีจำนวนชนิด

¹ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ

ของมดน้อยที่สุด โดยสังคมพืชป่าดิบแล้งมีความหนาแน่นของมดสูงสุด ในขณะที่สังคมพืชป่าดิบเขามีค่าต่ำสุด ในด้านของค่าดัชนีความหลากหลายพบว่าสังคมพืชป่าดิบชื้นกลับมีค่าสูงสุด แต่สังคมพืชป่าดิบเขามีค่าต่ำที่สุด สำหรับความสม่ำเสมอของมด สังคมพืชป่าดิบชื้นมีค่ามากที่สุด ในขณะที่สังคมพืชป่าดิบเขามีค่าต่ำที่สุดสำหรับการปรากฏความหลากหลายชนิดของมดและด้านดัชนีความหลากหลาย

ในช่วงระยะเวลา 1 ปี พบว่า ในช่วงฤดูฝนจะมีค่าสูงและมีค่าต่ำในช่วงฤดูแล้งในทุกสังคมพืช ส่วนในด้านความหนาแน่นของมด ในช่วงฤดูฝนจะมีค่าสูงกว่าช่วงฤดูแล้ง ยกเว้นสังคมพืชป่าดิบแล้ง และค่าความสม่ำเสมอของมดพบว่า ในช่วงฤดูแล้งจะมีค่าสูงกว่าในฤดูฝน ยกเว้นสังคมพืชป่าดิบเขา ส่วนค่าดัชนีความคล้ายคลึงกันของชนิดมด พบว่าสังคมพืชป่าดิบแล้งมีความคล้ายคลึงกับสังคมพืชป่าดิบชื้นมากที่สุด และสังคมพืชป่าเบญจพรรณกับสังคมพืชป่าดิบเขามีความคล้ายคลึงกันน้อยที่สุด

กาน้ำ

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จัดเป็นอุทยานแห่งชาติที่เก่าแก่ที่สุดในประเทศไทย การศึกษาและสำรวจทั้งทางด้านพืชและสัตว์ได้มีการกระทำอยู่ตลอดเวลา แต่อย่างไรก็ตาม ข้อมูลด้านแมลงป่าไม้โดยเฉพาะอย่างยิ่งมด ถือเป็นแมลงที่เด่นมากในระบบนิเวศต่างๆ ทั้งด้านความหลากหลายชนิดและลักษณะถิ่นที่อยู่อาศัย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นมดที่อาศัยอยู่ในป่า (forest ants) ตลอดเวลาที่ผ่านมามดที่อาศัยอยู่ในป่าไม่ค่อยได้รับความสนใจหรือถูกมองข้ามเนื่องจากคิดว่ามีอยู่เป็นจำนวนมากและไม่สำคัญ ทำให้ขาดการศึกษาและสำรวจอย่างจริงจัง เป็นผลทำให้ประเทศไทยขาดข้อมูลของมด การศึกษาครั้งนี้จะเป็นการเปรียบเทียบความหลากหลายชนิดของมดในสังคมพืชชนิดต่างๆ ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ซึ่งจะช่วยให้ทราบข้อมูลด้านความหลากหลายชนิดของมดในสังคมพืชชนิดต่างๆ อีกทั้งผลที่ได้สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษามดของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ต่อไป และในการหาแนวทางอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพจะต้องประกอบด้วยข้อมูลที่มีความสมบูรณ์ที่สุดและยังเป็นตัวช่วยสนับสนุนในการพิจารณาทางด้านการพัฒนาการจัดการ และการอนุรักษ์สภาพแวดล้อมหรือระบบนิเวศอื่นๆ อีกทางหนึ่งด้วย ดังนั้นการศึกษากันครั้งนี้จึง

นับได้ว่ามีคุณค่ามากอีกเรื่องหนึ่ง ซึ่งผลสุดท้ายจะนำมาซึ่งการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพได้ประสบผลสำเร็จและยั่งยืนตลอดไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ตั้งอยู่บริเวณเทือกเขาพนมดงรักหรือบริเวณด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของที่ราบสูงโคราช ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14°05' ถึง 14°15' เหนือ และเส้นแวงที่ 101°05' ถึง 101°50' ตะวันออก มีเนื้อที่ทั้งสิ้นประมาณ 2,168 ตารางกิโลเมตรหรือ 1,355,397 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ใน 4 จังหวัด ได้แก่ สระบุรี นครราชสีมา ปราจีนบุรี และนครนายก (เต็ม และคณะ, 2520; กรมป่าไม้, 2529)

ประเภทของสังคมพืชที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ สามารถจำแนกออกได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. สังคมป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous forest; MDF)

ป่าประเภทนี้ขึ้นอยู่ระหว่างระดับความสูง 400 - 600 เมตรจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ย ส่วนใหญ่ปรากฏอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ หรือในเขตจังหวัดสระบุรี

2. สังคมพืชป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest; DEF)

ป่าประเภทนี้ขึ้นกระจายอยู่ในพื้นที่ค่อนข้างราบทางทิศตะวันออกของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ในเขตจังหวัดนครราชสีมาและปราจีนบุรี ที่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 100 - 400 เมตร

3. สังคมป่าดิบชื้น (Tropical rain forest; TRF)

ป่าชนิดนี้มีกพบกระจายอยู่ทั่วไป ตั้งแต่ความสูง 400 - 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลเฉลี่ย พบมากด้านทิศตะวันออกของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ป่าดิบชื้นบนพื้นที่ระดับต่ำๆ จะมีชนิดพันธุ์ไม้ก้ำยคลึงกับพันธุ์ไม้ในป่าดิบแล้ง เพียงแต่ว่ามีพันธุ์ไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) ขึ้นอยู่ด้วยเป็นจำนวนมาก

4. สังคมพืชป่าดิบเขา (Hill evergreen forest; HEF)

ป่าชนิดนี้ขึ้นในพื้นที่ราบสูงหรือบนภูเขาสูงตั้งแต่ 1,000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลเฉลี่ยขึ้นไป สภาพป่าแตกต่างไปจากป่าดิบชื้นอย่างเห็นได้ชัด ไม่มีไม้วงศ์ยางขึ้นอยู่เลย

5. สังคมพืชป่าหุบเขา ป่ารุ่น (Savanna and secondary forest)

สังคมพืชประเภทนี้ ส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น พื้นที่ที่ผ่านการทำไร่เลื่อนลอยในอดีต บริเวณป่าที่ถูกแผ้วถางเพื่อสร้างถนนในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

การวางแผน

การวางแผนจะเลือกพื้นที่ที่เป็นตัวแทนที่ดีที่สุดของสังคมพืชแต่ละประเภท ประกอบด้วย ป่าผสมผลัดใบ ป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น และป่าดิบเขา โดยพิจารณาจากพรรณไม้ที่มีอยู่ในพื้นที่ สภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศเป็นหลัก การศึกษาในครั้งนี้ได้

ทำการวางแผนสังคมพืชละ 100 แปลง ในการเก็บตัวอย่างจะใช้แปลงตัวอย่างขนาด 30 x 30 ตารางเซนติเมตร เพื่อให้การวางแผนกระจายทั่วพื้นที่ซึ่งวางกระจายออกเป็น 4 จุดๆ ละ 25 แปลง โดยแบ่งเป็น 5 แนว มีระยะห่างระหว่างแนว 6 เมตร โดยในแต่ละแนวมี 5 แปลง ห่างกันแปลงละ 5 เมตร (Figure 1)

การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างมด จะเน้นเฉพาะมดที่อาศัยอยู่บนพื้นดิน เนื่องจากเป็นกลุ่มมดที่พบความหลากหลายมากที่สุดทั้งทางด้านชนิดและปริมาณ (Shattuck, 1999) โดยในแต่ละแปลงตัวอย่างขุดหน้าดินลึก 1 - 2 เซนติเมตร เก็บทุกอย่างที่อยู่ในแปลงใส่ถุงผ้า แล้วนำทุกอย่างที่เก็บได้มาใส่ตะแกรงร่อนในภาควงพลาสติกเพื่อหาตัวอย่างมด ใช้ปากคีบเก็บตัวอย่างมดทุกตัวที่พบลงใส่ขวดแก้วที่มีแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ แปลงละ 1 ขวด ซึ่งในการเก็บตัวอย่างครั้งต่อไปนั้นจะเลื่อนแปลงตัวอย่างจากจุดเดิมทางขวามือ 1 เมตร เก็บข้อมูลเดือนเว้นเดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี รวมการเก็บข้อมูลทั้งหมด 6 ครั้ง ทำการศึกษาตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2543 ถึงสิ้นสุดเมื่อตุลาคม 2544

การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

นามดที่ได้จากการเก็บในภาคสนามมาจัดรูปร่างให้อยู่ในแบบมาตรฐานสากล เพื่อสะดวกในการจัดจำแนก ทำการจัดจำแนกกลุ่มและชนิดมดทั้งหมด โดยใช้คู่มือการจัดจำแนกมดของ Bolton (1994, 1995) สำหรับชนิดมดที่ยังไม่มีชื่อ หรือที่ไม่สามารถจัดจำแนกชื่อได้ใช้ชื่อชนิดเป็น sp. ตามด้วยหมายเลขที่อ้างอิงกับตัวอย่างมดที่จำแนกชื่อแล้วในพิพิธภัณฑ์มดของภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เช่น sp.1, sp.2, sp.3 เป็นต้น

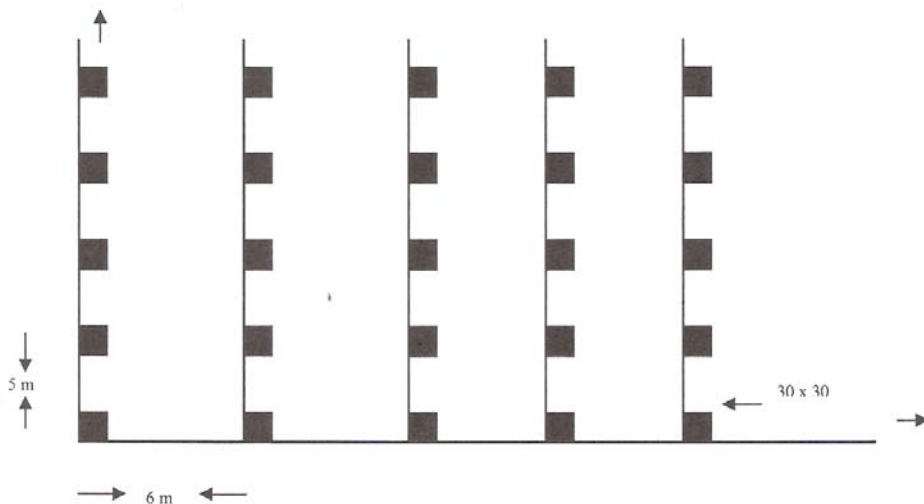


Figure 1. Each sample plot consisted of 25 sub-plots.

การวิเคราะห์ข้อมูล

นามคที่ได้จัดจำแนกกลุ่มและชนิดแล้วมานับจำนวนตัว จำนวนชนิด หาความหนาแน่น ดัชนีความหลากหลาย ความสม่ำเสมอ ความคล้ายคลึง และนำข้อมูลความหลากหลายและความมากมายของมดมาใช้ในการจัดกลุ่มสังคมพืช โดยเปรียบเทียบกับกันในช่วงเวลา 1 ปีที่ได้ทำการเก็บข้อมูล

ผลและวิจารณ์

ความหลากหลาย ความหนาแน่น ดัชนีความหลากหลาย และความสม่ำเสมอของมดในสังคมพืชชนิดต่าง ๆ

ความหลากหลายของมดในสังคมพืชประเภทต่าง ๆ สามารถจัดจำแนกกลุ่มมดได้ 9 วงศ์ย่อย แยกออกเป็น 59 สกุล 224 ชนิด กล่าวคือ มดวงศ์ย่อย Myrmecinae พบมากที่สุดจำนวน 24 สกุล 100 ชนิด รองลงไป

ได้แก่ วงศ์ย่อย Ponerinae และ Formicinae จำนวน 14 สกุล 54 ชนิด และ 11 สกุล 41 ชนิด ตามลำดับ มดในสกุล *Pheidole* พบมากที่สุดมีจำนวน 19 ชนิด หรือคิดเป็นร้อยละ 8.48 ของมดทั้งหมดที่พบในพื้นที่ รองลงไปได้แก่สกุล *Tetramorium* และ *Paratrechina* มีจำนวน 15 และ 13 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 6.70 และ 5.80 ของมดทั้งหมดที่พบในพื้นที่ ตามลำดับ (Table 1)

มดที่กระจายเป็นจำนวนมากและพบได้ทั่วไปในทุกสังคมพืช อาทิเช่น *Pachycondyla* (*Brachyponera*) *luteipes*, *Hypoconera* sp.7, *Tetramorium parvum* Bolton, *Pheidologeton diversus* (Jerdon), *Pheidologeton affinis* Jerdon, *Paratrechina* sp.1 และ *Paratrechina* sp.12 เป็นต้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชนิดมดดังกล่าวสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม และสังคมพืชที่แตกต่างกันได้ดีทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน

จากผลการศึกษาข้างต้นใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ चेซา และวีเชวณัน (2544) โดยพบมดทั้งสิ้น 9 วงศ์ย่อย 73 สกุล และ 246 ชนิด ซึ่งใช้วิธีการสำรวจแบบไม่ได้ใช้แปลงสำรวจในพื้นที่เดียวกันเพื่อศึกษาเพียงความหลากหลายของมด รวมระยะเวลาที่ทำการศึกษา 2 ปี สำหรับการศึกษาความหลากหลายของมดใน Sabah Bakhtiar (2000) รายงานว่าพบมดในวงศ์ย่อย Myrmicinae มีจำนวนชนิดสูงสุดถึง 96 ชนิด รองลงมาได้แก่ วงศ์ย่อย Formicinae และ Ponerinae พบจำนวน 82 และ 34 ชนิด ตามลำดับ ซึ่ง Holldobler and Wilson (1990); Bolton (1994); และ Anderson (2000) ได้กล่าวไว้ว่า มดในวงศ์ย่อย Myrmicinae เป็นสมาชิกกลุ่มใหญ่ที่สุดในบรรดามดทั่วโลก จึงสามารถพบได้มากและบ่อยกว่ามดกลุ่มอื่น ส่วนมดในวงศ์ Ponerinae นั้นมีมากเป็นอันดับ 2 รองจากวงศ์ Myrmicinae และ Vanderwoude *et al.*, (1997) ได้ทำการศึกษากลุ่มมดที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ในพื้นที่ที่มีการจัดการและควบคุมไฟป่าของ spotted gum (*Eucalyptus maculata* Hook.) ในประเทศออสเตรเลีย พบมดในสกุล *Pheidole* ค้นที่สูงสุดในพื้นที่เช่นกัน โดยคิดเป็นร้อยละ 31 ของมดทั้งหมดที่พบในพื้นที่ รองลงมาได้แก่สกุล *Rhytidoponera* และ *Iridomyrmex* คิดเป็นร้อยละ 28 และ 27 ของมดทั้งหมดที่พบในพื้นที่ ตามลำดับ

สังคมพืชป่าเบญจพรรณมีความหลากหลายชนิดของมดมากที่สุด คือ 137 ชนิด รองลงมาได้แก่ สังคมพืชป่าดิบชื้นซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับสังคมพืชป่าดิบแล้ง ซึ่งมีจำนวน 134 และ 133 ชนิด ตามลำดับ ส่วนสังคมพืชป่าดิบเขา มีจำนวนชนิดของมดน้อยที่สุด คือ 99 ชนิด (Table 2) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความ

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ สังคมพืชป่าเบญจพรรณมีความหลากหลายชนิดของมดสูงที่สุดอาจเป็นเพราะว่าสังคมพืชป่าเบญจพรรณประกอบด้วยความหลากหลายด้านที่อยู่อาศัย และโครงสร้างของป่าที่แตกต่างกันในระหว่างช่วงปี เพราะพันธุ์ไม้ส่วนใหญ่มีการผลัดใบในช่วงฤดูแล้ง ทำให้แสงสว่างส่องถึงพื้นป่าแตกต่างจากในฤดูอื่นๆ ซึ่ง Anderson (2000) ยังพบว่า จะพบมดได้มากในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง และเป็นพื้นที่เปิดโล่ง อีกทั้งป่าเบญจพรรณมีการสร้างอินทรีย์วัตถุมากกว่าร้อยละ 90 และการผลิตมวลชีวภาพชั้นมูลฐานส่วนใหญ่อยู่ในช่วงต้นฤดูฝน (อุทิส, 2541) ทำให้สังคมพืชป่าเบญจพรรณมีถิ่นอาศัยที่หลากหลายซึ่งเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ของมดชนิดต่างๆ ส่วนสังคมพืชป่าดิบเขาอยู่ในระดับความสูงต่างจากสังคมพืชชนิดอื่นๆ โดยจะสามารถพบได้ในพื้นที่ที่ราบสูงหรือบนภูเขาสูง ตั้งแต่ 1,000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลเฉลี่ยขึ้นไป อากาศมีความชื้นสูงโดยเฉพาะค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (กรมป่าไม้, 2529) สภาพดินโดยทั่วไปถูกปกคลุมด้วยชั้นของเศษซากพืชซากสัตว์ (litter) อย่างหนาแน่น และในบางบริเวณไม่เหมาะสมต่อการเป็นที่อยู่อาศัยของชนิดมดต่างๆ เนื่องจากสภาพของดินเป็นดินเลนหรือโคลน การปรากฏของชนิดมดในพื้นที่จึงเป็นไปได้น้อย ซึ่ง Kaspari (2000) พบว่ามดเป็นสัตว์ที่หลีกเลี่ยงบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ และความชื้นสูง นอกจากนี้ Anderson (2000) ยังกล่าวว่า การที่แสงแดดส่องถึงได้น้อย และมีซากใบไม้ปกคลุมพื้นดินในป่าดงดิบนั้น ทำให้มีความชื้นสูงอันเป็นปัจจัยจำกัดการดำรงอยู่ของมด

Table 1. Number of ant species in plant communities at Khao Yai National Park

	Subfamily	Genus	Total number of species	Percentage of ants	Number of ant species			
					MDF	DEF	TRF	HEF
1	Aenictinae	<i>Aenictus</i>	2	0.88	1	1	1	0
2	Cerapachyinae	<i>Cerapachys</i>	8	3.52	4	1	3	2
3	Dolichoderinae	<i>Dolichoderus</i>	3	1.32	2	2	2	1
4	Dolichoderinae	<i>Philidris</i>	1	0.44	1	1	1	1
5	Dolichoderinae	<i>Tapinoma</i>	4	1.76	2	2	3	1
6	Dolichoderinae	<i>Technomyrmex</i> [†]	6	2.64	3	3	5	3
7	Dorylinae	<i>Dorylus</i>	1	0.44	1	1	1	0
8	Dorylinae	<i>Yunodorylus</i>	1	0.44	0	0	1	0
9	Formicinae	<i>Acropyga</i>	2	0.88	0	1	2	1
10	Formicinae	<i>Anoplolepis</i>	1	0.44	0	0	1	0
11	Formicinae	<i>Camponotus</i>	7	3.08	1	2	4	0
12	Formicinae	<i>Gesomyrmex</i>	1	0.44	0	0	1	0
13	Formicinae	<i>Lepistota</i>	2	0.88	1	0	1	0
14	Formicinae	<i>Myrmoteras</i>	2	0.88	0	1	2	2
15	Formicinae	<i>Paratrechina</i>	13	5.73	11	5	6	4
16	Formicinae	<i>Plagiolepis</i>	1	0.44	1	1	0	1
17	Formicinae	<i>Polyrhachis</i>	10	4.41	3	6	5	3
18	Formicinae	<i>Prenolepis</i>	1	0.44	1	1	1	1
19	Formicinae	<i>Pseudolasius</i>	1	0.44	1	1	1	0
20	Leptanillinae	<i>Leptanilla</i>	1	0.44	1	0	0	1
21	Myrmicinae	<i>Acanthomyrmex</i>	1	0.44	0	1	1	1
23	Myrmicinae	<i>Calyptomyrmex</i>	1	0.44	1	0	0	0
24	Myrmicinae	<i>Cardiocondyla</i>	3	1.32	2	3	2	2
25	Myrmicinae	<i>Crematogaster</i>	3	1.32	2	2	1	2
26	Myrmicinae	<i>Epitritus</i>	1	0.44	0	1	0	0
27	Myrmicinae	<i>Lordomyrma</i>	1	0.44	0	1	1	0
28	Myrmicinae	<i>Mayriella</i>	1	0.44	1	1	1	0
29	Myrmicinae	<i>Monomorium</i>	11	4.85	9	6	8	6
30	Myrmicinae	<i>Myrmicaria</i>	1	0.44	0	1	0	0
31	Myrmicinae	<i>Myrmecina</i>	3	1.32	3	2	2	1
32	Myrmicinae	<i>Oligomyrmex</i>	4	1.76	4	4	2	4
33	Myrmicinae	<i>Pheidole</i>	19	8.37	17	16	17	11
34	Myrmicinae	<i>Pheidologeton</i>	3	1.32	2	3	2	2
35	Myrmicinae	<i>Proatta</i>	2	0.88	1	0	0	0
36	Myrmicinae	<i>Pristomyrmex</i>	3	1.32	0	2	0	2

Table 1. (Conts.)

	Subfamily	Genus	Total number of species	Percentage of ants	Number of ant species			
					MDF	DEF	TRF	HEF
37	Myrmicinae	<i>Recurvidris</i>	1	0.44	1	0	0	0
38	Myrmicinae	<i>Rhoptomyrmex</i>	1	0.44	1	0	0	0
39	Myrmicinae	<i>Smithistruma</i>	7	3.08	4	3	2	5
40	Myrmicinae	<i>Solenopsis</i>	5	2.20	5	3	3	0
41	Myrmicinae	<i>Strumigenys</i>	5	2.20	2	4	3	3
42	Myrmicinae	<i>Tetramorium</i>	15	6.61	12	9	9	5
43	Myrmicinae	<i>Vollenhovia</i>	4	1.76	1	3	2	1
44	Myrmicinae	<i>Vombisidris</i>	1	0.44	1	0	0	0
45	Ponerinae	<i>Amblyopone</i>	3	1.32	0	1	1	2
46	Ponerinae	<i>Anochetus</i>	1	0.44	1	1	0	0
47	Ponerinae	<i>Diacamma</i>	3	1.32	3	0	0	0
49	Ponerinae	<i>Emeryopone</i>	2	0.88	0	2	1	0
49	Ponerinae	<i>Emeryopone</i>	2	0.88	0	2	1	0
50	Ponerinae	<i>Gnamptogenys</i>	1	0.44	0	0	0	1
51	Ponerinae	<i>Hypoponera</i>	11	4.85	10	10	9	10
52	Ponerinae	<i>Leptogenys</i>	8	3.52	5	4	7	4
53	Ponerinae	<i>Odontomachus</i>	1	0.44	1	1	1	0
54	Ponerinae	<i>Odontoponera</i>	2	0.88	1	0	0	1
55	Ponerinae	<i>Pachycondyla</i>	11	4.85	6	8	7	4
56	Ponerinae	<i>Ponera</i>	6	2.64	3	5	3	3
57	Ponerinae	<i>Probolomyrmex</i>	2	0.88	0	1	1	0
58	Ponerinae	<i>Proceratium</i>	2	0.88	0	1	2	2
59	Pseudomyrmicinae	<i>Tetraponera</i>	2	0.88	2	1	0	1

Remarks: MDF = Mixed deciduous forest, DEF=Dry evergreen forest, TRF=Tropical rain forest, HEF = Hill evergreen forest

ความหนาแน่น พบว่าสังคมพืชป่าดิบแล้งมีความหนาแน่นสูงสุด คือ 94.57 ตัว / ตารางเมตร รองลงไปเป็นสังคมพืชป่าดิบชื้น สังคมพืชป่าเบญจพรรณ และสังคมพืชป่าดิบเขา มีจำนวน 79.82, 65.63 และ 46.74 ตัว / ตารางเมตร ตามลำดับ ดัง Table 3 เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาแต่ละสังคมพืชพบ

มดมีความหนาแน่นค่อนข้างสูง ซึ่งจากการศึกษาของเดชา และวาลูลี (2542) พบความหนาแน่นของมดสูงสุดในสังคมพืชป่าทดแทนมีจำนวน 31.87 ตัว / ตารางเมตร และ ภรณ์ (2544) พบความหนาแน่นของมดสูงสุดที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ซึ่งมีความสูง 530 เมตร บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ คือ 67 ตัว / ตารางเมตร ทั้งนี้ เพราะมดเป็นสัตว์สังคมแท้

(eusocial insects) ชนิดหนึ่ง เนื่องจากการเลี้ยงดูตัวอ่อน มีการแบ่งวรรณะและมีชั่วอายุ (generation) ที่คาบเกี่ยวกัน อยู่ร่วมกันเป็นกลุ่ม และแบ่งหน้าที่กันภายในรัง (Wilson, 1974)

ดัชนีความหลากหลาย Shannon – Wiener's index (H') จากผลการศึกษาถึงแม้ว่าจำนวนชนิดพันธุ์ของมดที่พบในสังคมพืชป่าเบญจพรรณมีความมากมายทางด้านชนิดของมดมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสังคมพืชชนิดอื่นๆ แต่สำหรับค่าดัชนีความหลากหลาย สังคมพืชป่าดิบชื้นกลับมีค่าสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากสังคมพืชป่าดิบชื้นมีการกระจายที่สม่ำเสมอของจำนวนตัวอย่างชนิดพันธุ์ทั่วทั้งพื้นที่มากกว่า ซึ่งมีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 3.693 รองลงไปได้แก่ สังคมพืชป่าเบญจพรรณ สังคมพืชป่าดิบแล้ง และสังคมพืชป่าดิบเขา ซึ่งมีค่า 3.659, 3.651 และ 3.087

ตามลำดับ (Table 3) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ความสม่ำเสมอ (Evenness index) สังคมพืชป่าดิบชื้นมีค่ามากที่สุดคือ 0.741 รองลงมาคือ สังคมพืชป่าเบญจพรรณ สังคมพืชป่าดิบแล้ง และสังคมพืชป่าดิบเขา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.734, 0.733 และ 0.620 ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ซึ่งจะเห็นว่าชนิดมดในสังคมพืชป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณ มีสัดส่วนของปริมาณตัวอย่างในแต่ละชนิดพันธุ์ใกล้เคียงกัน แต่ในสังคมพืชป่าดิบเขาซึ่งมีค่าความสม่ำเสมอต่ำที่สุดคือ 0.667 ส่วนสังคมพืชป่าดิบแล้งกับสังคมพืชป่าเบญจพรรณมีค่าใกล้เคียงกันซึ่งเป็นเพราะปริมาณตัวอย่างของชนิด *Paratrechina*

Table 2. Total number of subfamily, genus and species in different plant communities at Khao Yai National Park

Type of forest	Number of		
	Subfamily	Genus	Species
MDF	9	44	137
DEF	8	46	133
TRF	7	44	134
HEF	7	36	99

Remarks : abbreviation same as Table 1

Table 3. Community structure of ants in different plant communities at Khao Yai National park

Types of forest	Density (ind./m ²)	Shannon – Wiener's index	Evenness index
MDF	65.52	3.659	0.734
DEF	94.57	3.651	0.733
TRF	79.81	3.693	0.741
HEF	46.72	3.087	0.620

Remarks : abbreviation same as Table 1

sp.1, *Paratrechina* sp.12 และ *Pachycondyla* (*Brachyponera*) *luteipes* Mayr มีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับปริมาณตัวอย่างมดชนิดพันธุ์อื่นในพื้นที่เดียวกัน ในด้านการปรากฏความหลากหลาย ความหนาแน่น ความหลากหลาย และค่าความสม่ำเสมอของมด ในสังคมพืชชนิดต่างๆ ของมดที่พบในสังคมพืชประเภทต่างๆ ช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน 2543 ถึง เมษายน 2544) และฤดูฝน (พฤษภาคม ถึงตุลาคม 2544) สำหรับความหลากหลายของมด และดัชนีความหลากหลายพบว่า ในช่วงฤดูฝนมีค่าสูงมากกว่าฤดูแล้ง เป็นเพราะในฤดูฝนมีแหล่งน้ำ แหล่งอาหารมีความอุดมสมบูรณ์มากกว่าในฤดูแล้ง ปริมาณน้ำและความชื้นในดินจะเอื้อต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้ชนิดต่างๆ ทำให้ผลผลิตต่อหน่วยมีค่าสูงขึ้น (อุทิศ, 2541) ซึ่งจะสังเกตได้จากปริมาณฝนที่ตกลงมาในช่วงเวลาดังกล่าว ส่งผลให้การปรากฏของชนิดมดในพื้นที่มีมากตามไปด้วย ซึ่งตรงข้ามกับในฤดูแล้งที่แหล่งอาหารนั้นมีน้อย จึงส่งผลให้การปรากฏของมดในพื้นที่ในช่วงฤดูแล้งนี้มีค่าต่ำ เพราะภายในพื้นที่มีความแห้งแล้ง มดจึงต้องกระจายกันออกไปหาอาหารในพื้นที่ใกล้เคียง หรือใช้อาหารที่มีสะสมอยู่ในรัง เช่น เมล็ดพืชชนิดต่างๆ เป็นต้น เช่นเดียวกับความหนาแน่นของมด ซึ่งพบว่าในช่วงฤดูฝนมีค่ามากกว่าฤดูแล้ง ยกเว้นในสังคมพืชป่าดิบแล้งถึงแม้

จะอยู่ในช่วงฤดูแล้ง แต่จากการสังเกตพบว่าลักษณะของพื้นป่าประกอบไปด้วยดินที่ร่วนซุยและเศษซากพืชซากสัตว์ที่ทับถมกันอยู่ และสภาพอากาศซึ่งเหมาะสมต่อการปรากฏของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ทั้งพืชและสัตว์ขนาดเล็ก ส่งผลให้อาหารที่มีอยู่ในพื้นที่ยังมีกระจายได้ทั่วไปจึงทำให้สามารถพบมดได้เป็นจำนวนมาก และสำหรับค่าความสม่ำเสมอของมดพบว่าในช่วงฤดูแล้งมดมีสัดส่วนของปริมาณตัวอย่างในแต่ละชนิดพันธุ์ใกล้เคียงกันมากกว่าในฤดูฝน ยกเว้นในสังคมพืชป่าดิบเขาซึ่งจะมีค่าความสม่ำเสมอในฤดูฝนมากกว่าในฤดูแล้ง เพราะในช่วงฤดูฝนภายในพื้นที่มีแหล่งอาหารที่หลากหลายและกระจายทั่วไป จึงพบสัดส่วนจำนวนตัวของมดในแต่ละชนิดพันธุ์มีค่าใกล้เคียงกัน

ความคล้ายคลึงกันของชนิดมดระหว่างสังคมพืชชนิดต่างๆ

จากจำนวนชนิดของมดที่พบในสังคมพืชป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น และป่าดิบเขา นำข้อมูลการปรากฏของมดมาคำนวณหาค่าดัชนีความคล้ายคลึง (similarity index) เพื่อเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันของมดในแต่ละสังคม (Table 4) โดยอาศัยสมการที่เสนอโดย Sorensen (1948)

Table 4. Similarity index of ants in plant communities at Khao Yai National Park

	MDF	DEF	TRF	HEF
MDF	-	63.70	60.52	55.93
DEF	-	-	71.61	64.66
TRF	-	-	-	60.90
HEF	-	-	-	-

Remarks : abbreviation same as Table 1

สังคมพืชป่าดิบแล้งมีความคล้ายคลึงกับสังคมพืชป่าดิบชื้นมากที่สุด เป็นผลให้มีจำนวนชนิดมดที่พบในสังคมพืชป่าดิบแล้งซ้ำกับจำนวนชนิดที่พบในสังคมพืชป่าดิบชื้นมากที่สุด ซึ่งมดที่พบในสังคมพืชป่าดิบแล้งและดิบชื้นมีค่าเท่ากับคือ 136 ชนิด และชนิดที่ซ้ำกันมีทั้งสิ้น 95 ชนิด เนื่องจากโครงสร้างชนิดของพันธุ์ไม้ที่ปรากฏในป่าทั้งสองชนิดมีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่แตกต่างกันตรงที่สังคมพืชป่าดิบชื้นจะมีพันธุ์ไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) ขึ้นอยู่ด้วย และพืชชั้นล่างจะแน่นทึบกว่าสังคมพืชป่าดิบแล้ง แต่ชนิดพันธุ์ไม้ส่วนใหญ่คล้ายคลึงกัน (อุทิศ, 2541) ส่วนสังคมพืชป่าเบญจพรรณและสังคมพืชป่าดิบเขา มีความแตกต่างของชนิดมดมากที่สุด โดยมีชนิดมดที่ปรากฏร่วมกันเพียง 66 ชนิด และมีค่าดัชนีความคล้ายคลึง 55.93 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากโครงสร้างชนิดป่าของทั้งสองสังคมพืชนั้นแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ทั้งในด้านของความสูง ซึ่งสังคมพืชป่าดิบเขา

พบได้ในระดับความสูงตั้งแต่ 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลขึ้นไป ส่วนสังคมพืชป่าเบญจพรรณพบได้ในระดับความสูง 400 – 600 เมตร และโครงสร้างของชั้นเรือนยอดและพื้นป่าของทั้งสองสังคมพืชก็แตกต่างกันมาก เนื่องจากสังคมพืชป่าดิบเขาจะถูกปกคลุมด้วยชั้นอินทรีวัดฤดูที่หนาแน่น และแสงสามารถส่องถึงพื้นป่าได้น้อยเพราะมีเรือนยอดของต้นไม้ที่แน่นทึบ ซึ่งในขณะที่สังคมพืชป่าเบญจพรรณมีแสงส่องถึงพื้นป่าได้มากกว่าเพราะมีพรรณไม้ที่ผลัดใบในช่วงฤดูแล้ง ส่งผลให้ชนิดมดที่พบในสองสังคมพืชนั้นแตกต่างกันมาก

การจัดกลุ่มสังคมพืชโดยใช้มด

จากข้อมูลความหลากหลายชนิด และจำนวนตัวของมดที่พบในสังคมพืชชนิดต่างๆ ในบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ซึ่งนำมาวิเคราะห์โดยใช้วิธี cluster analysis พบว่าสามารถแบ่งสังคมพืชออกได้เป็น 3 กลุ่ม (Figure 2) คือ

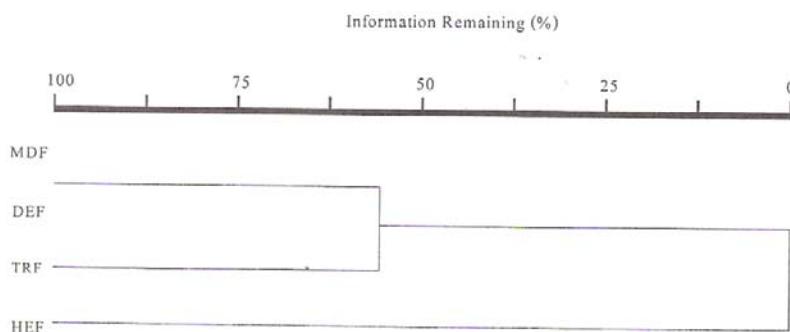


Figure 2. Cluster analysis of plant communities by using species diversity and density of ants at Khao Yai National Park.

Remarks : abbreviation same as Table 1

1. สังคมพืชป่าดิบเขา (HEF) จะเห็นได้ว่า สังคมพืชป่าดิบเขาเป็นการกระจายและปรากฏของชนิดมดแตกต่างจากสังคมพืชประเภทอื่นอย่างเด่นชัด มดที่พบในบริเวณสังคมพืชป่าดิบเขานี้จะเป็นชนิดที่ชอบความหนาวเย็น หรือเป็นกลุ่มของมดที่อาศัยในบริเวณที่สูง ตัวอย่างเช่น *Cerapachys* sp.2, *Pheidole inornata* Mayr, *Aphaenogaster* sp.1 และ *Discothyrea* sp.1 เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากสังคมพืชป่าดิบเขาอยู่ในระดับความสูงที่แตกต่างจากสังคมพืชชนิดอื่น ๆ โดยจะสามารถพบได้ในพื้นที่ที่ราบสูงหรือบนภูเขาสูง ตั้งแต่ 1,000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลเฉลี่ยขึ้นไป อากาศมักมีความชื้นสูงโดยเฉพาะค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ และสภาพดินโดยทั่วไปถูกปกคลุมด้วยชั้นของเศษซากพืชซากสัตว์อย่างหนาแน่น ในบางตอนที่ค่อนข้างชื้นจัดและมีน้ำขังมักก่อตัวเป็นพีท (peat) บางๆ ปกคลุมผิวดิน อีกทั้งพื้นที่ในบริเวณนี้ยังมีสภาพภูมิอากาศที่หนาวเย็นตลอดปี โดยทั่วไปมีเห็ดราปรากฏอยู่น้อยชนิด ทำให้การสลายตัวของซากพืชเป็นไปได้ช้า (อุทิส, 2541)

2. กลุ่มสังคมพืชป่าเบญจพรรณ (MDF) และสังคมพืชป่าดิบแล้ง (DEF) จากการศึกษานี้และจำนวนตัวของมดพบว่า สังคมพืชป่าเบญจพรรณ และสังคมพืชป่าดิบแล้งมีชนิด และจำนวนตัวของมดคล้ายคลึงกันมาก ตัวอย่างชนิดมดที่ปรากฏในกลุ่มสังคมพืชทั้งสองประเภทนี้ ได้แก่ *Pheidole planifrons* Santschi, *Pheidole* sp.6, *Strumigenys* sp.4, *Hypoponera* sp.4, *Pachycondyla* sp.5 เป็นต้น ซึ่งเป็นกลุ่มมดที่พบได้ในบริเวณพื้นที่แล้ง หรือในบริเวณที่ต่ำในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เนื่องจากสังคมพืชทั้งสองชนิดนี้กระจายอยู่ได้ในระดับความสูงที่ใกล้เคียงกัน คือ 100 - 400 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ในสังคมพืชป่าดิบแล้ง และ 400 - 600 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ในสังคมพืชป่าเบญจพรรณ

อีกทั้งพรรณไม้ส่วนใหญ่ในสังคมพืชป่าดิบแล้งยังเป็นการผสมกันระหว่างไม้ผลัดใบและไม่ผลัดใบในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งไม้ที่ไม่ผลัดใบมักมีการเปลี่ยนใบก่อนข้างสูงในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งจะสังเกตได้จากปริมาณการร่วงหล่นของใบ (อุทิส, 2541) รวมถึงไม้ผลัดใบซึ่งมีการผลัดใบไปตามฤดูกาล เช่น ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb.) ตะแบกใหญ่ (*Lagerstroemia calyculata* Kurz) พะยอม (*Shorea roxburghii* G.Don) เป็นต้น ส่งผลให้ในช่วงที่มีการผลัดใบในสังคมพืชป่าดิบแล้งนี้ โครงสร้างของเรือนยอดโปร่งและเกิดช่องว่างระหว่างเรือนยอดทำให้แสงสามารถส่องถึงพื้นป่าได้ จึงส่งผลให้โครงสร้างของสังคมพืชป่าดิบแล้งนั้นคล้ายคลึงกับสังคมพืชป่าเบญจพรรณมาก

3. สังคมพืชป่าดิบชื้น (TRF) ชนิดมดที่ปรากฏในสังคมพืชชนิดนี้เป็นชนิดที่พบได้ในบริเวณที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำที่มีความชื้นสูง ตัวอย่างชนิดมดที่สามารถพบได้ในสังคมพืชป่าดิบชื้น ได้แก่ *Anoplolepis gracilipes* Fr. Smith, *Acropyga acutiventris* Roger, *Technomyrmex* sp.6, *Tapinoma* sp.1 และ *Lepisiota* sp.1 เป็นต้น สังคมพืชชนิดนี้กระจายอยู่ทั่วไปตั้งแต่ความสูง 400-1,000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลเฉลี่ยขึ้นไป และปรากฏในบริเวณใกล้แหล่งน้ำ ส่งผลให้ความชื้นในสังคมพืชชนิดนี้มีค่าสูง พวกไม้ชั้นล่างจะขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นเป็นกลุ่มใหญ่ ซึ่งตามห้วยและหุบเขาไม้ไผ่ขึ้นเป็นกลุ่มกระจายทั่วไป และตามลำต้นของต้นไม้ใหญ่จะมีพืชพวก epiphytes จำพวกเฟิร์น ถูค หายผ้าสีดา เป็นต้น อีกทั้งยังมีหวายซึ่งเป็นพันธุ์ไม้ที่พบแตกต่างจากสังคมพืชชนิดอื่นๆ และจากภาพจะเห็นว่าชนิดมด และจำนวนตัวของมดในสังคมพืชป่าดิบชื้นบางส่วนนั้น มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มสังคมพืชป่าเบญจพรรณและสังคมพืชป่าดิบแล้ง เป็นเพราะว่าชนิดและจำนวนตัวของมดที่ปรากฏเป็น

กลุ่มมดที่พบได้ในระดับความสูงใกล้เคียงกันในช่วงความสูงตั้งแต่ 1,000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลลงมา หรือเป็นกลุ่มมดที่พบได้ในพื้นที่ระดับต่ำ ซึ่งจะแตกต่างกันอย่างชัดเจนกับสังคมพืชป่าดิบเขา

สรุป

การศึกษาการเปรียบเทียบความหลากหลายชนิดของมดในสังคมพืชป่าผสมผลัดใบ หรือป่าเบญจพรรณ สังคมพืชป่าดิบชื้น สังคมพืชป่าดิบแล้ง และสังคมพืชป่าดิบเขา ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่พบว่า ความหลากหลายของมดในสังคมพืชชนิดต่างๆ สามารถจัดจำแนกกลุ่มมดได้ 9 วงศ์ย่อย แยกออกเป็น 59 สกุล 224 ชนิด กล่าวคือ สังคมพืชป่าเบญจพรรณมีความหลากหลายของมดมากที่สุดคือ 137 ชนิด รองลงมาได้แก่ สังคมพืชป่าดิบชื้นซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับสังคมพืชป่าดิบแล้ง ซึ่งมีจำนวน 134 และ 133 ชนิด ตามลำดับ ส่วนสังคมพืชป่าดิบเขามีจำนวนชนิดของมดน้อยที่สุด คือ 99 ชนิด

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ T_344001 จึ่งขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมป่าไม้. 2529. แผนการจัดการอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พ.ศ. 2530-2534. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- เดชา วิวัฒน์วิทยา และวาลุณี โรจนวงศ์. 2542. โครงการความหลากหลายของมดในป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ รหัสโครงการ BRT 141003. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 58 น.
- เดชา วิวัฒน์วิทยา และวิยะวัฒน์ ใจตรง. 2544. คู่มือจัดจำแนกมดบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เต็ม สมิตินันท์, จำลอง เพ็งคล้าย, ธวัชชัย สันติสุข, บุศพรธณ ฌ สงขลา และลีนา ผู้พัฒนพงศ์. 2520. พันธุ์ไม้อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. ห้างหุ้นส่วนจำกัดนิวธรรมการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- ภรณ์ ประสิทธิ์อยู่สกุล. 2544. ความหลากหลายและการกระจายของมดในบริเวณอุทยานแห่งชาติคอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อุทิศ ภูอินทร์. 2541. นิเวศวิทยาพื้นฐานการป่าไม้. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Anderson, A.N. 2000. A global ecology of rainforest ants: functional group in relation to environmental stress and disturbance, pp. 25-34. In D. Agosti, L.E. Alonso, J.D. Majer and T.R. Schultz (eds.). *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Bakhtiar, B.Y. 2000. The use of three insect groups as biological indicators in tree ecohabitats of Sabah. M.Sc. Thesis, School of Science and Technology Universiti Malaysia Sabah.
- Bolton, B. 1994. Identification Guide to the Ant Genera of the World. Harvard University Press Cambridge, London.
- Bolton, B. 1995. A New General Catalogue of the Ants of the World. Harvard University Press, Massachusetts.

- Holldobler, B. and E.O. Wilson. 1990. *Ants*. Springer Verlag, Berlin.
- Kaspari, M. 2000. A Primer on ant ecology, pp. 9-24. In D. Agosti, L.E. Alonso, J.D. Majer, and T.R. Schultz, (eds.). *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Shattuck, S.O. 1999. *Australian Ants*. CSIRO Publishing, Collingwood.
- 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. *Biol. Skr. (K. danske vidensk. Selsk. N.S.)* 5 : 1-34.
- Vanderwoude, C., A.N. Andersen and A.P.N. House. 1997. Ant community as bioindicators in relation to fire management of spotted gum (*Eucalyptus maculata* Hook.) forests in South-east Queensland. *Memories of the Museum of Victoria* 56 (2) : 671-675.
- Wilson, E.O. 1974. *The Insect Societies*. Cambridge. The Belknap Press of Harvard University Press.
-