

ผลกระทบของการทำลายป่าในพื้นที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย :

ความหลากหลายของแมลง

Impacts of Deforestation in the Highlands on Northern Thailand :

Insect Diversity

สุรัชย์ ชลดำรงกุล วัฒนา ศักดิ์ชูวงศ์ ภัททิมา ไสว

นพชนม์ ทับทิม สว่าง รัตนจันทร์ และฉวีวรรณ หุตะเจริญ

กลุ่มวิจัยแมลงและจุลชีววิทยาป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

61 ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

การศึกษาถึงผลกระทบต่อความหลากหลายของแมลงเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในระดับมหภาคถึงผลกระทบของการทำลายป่าในพื้นที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยคัดเลือกกลุ่มน้ำ 10 กลุ่มน้ำ จัดเป็น 5 คู่ อยู่ติดกัน ในท้องที่ 5 จังหวัด ภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วยลำน้ำสายน้ำที่ไหลลงสู่แม่น้ำโขงและแม่น้ำเจ้าพระยา (โครงการฯ) ดำเนินการเก็บตัวอย่างแมลงและจุลินทรีย์ และ

significant differences between watershed types. While no significant differences found at the local (watershed) scale, ordinations of community composition showed that the 5 undisturbed watersheds were less similar to each other than the five disturbed watersheds indicating a greater diversity at this larger landscape scale.

Key words: tropical forest, deforestation, biodiversity, butterflies, formicidae

1. บทนำ

ในระบบนิเวศป่าไม้ในเขตร้อน มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ ซึ่งรวมถึงแมลงและจุลินทรีย์ที่สูง เมื่อเทียบกับระบบนิเวศของป่าเขตอบอุ่น แต่หากว่าระบบนิเวศป่าเขตร้อนถูกทำลายหรือรบกวน เช่น การทำลายป่า เพื่อเปลี่ยนเป็นพื้นที่การเกษตร หรือเพื่อกิจกรรมด้านอื่น ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตจะมีการเปลี่ยนแปลง โดยบางชนิดอาจสูญพันธุ์ บางชนิดอาจมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพป่าธรรมชาติไปเป็นสวนป่า ซึ่งเป็นการรบกวนระบบนิเวศของป่าไม้ นั้นจากที่มีพรรณไม้หลากหลาย เป็นระบบนิเวศที่มีพรรณไม้เพียงชนิดเดียวหรือ 2-3 ชนิด ทำให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ [1,2] แมลงบนดินเป็นแมลงที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ ซึ่งเป็นข้อดีของการใช้แมลงเป็นดัชนีวัดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศต่อความหลากหลายทางชีวภาพ แมลงที่อยู่ในความสนใจ ได้แก่ มด (Formicidae) ผีเสื้อบางกลุ่ม ตัวดิน ตัวเสือ และปลวก [3] ในส่วนของผีเสื้อกลางวันเป็นดัชนีที่ติดตามสำหรับชี้สภาพภูมิประเทศ และระดับความชื้น โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีลักษณะหลาย ๆ สภาพ (habitat-heterogeneity) [4] มดมีความหลากหลายทั้งชนิดและปริมาณ พบได้ทั่วไปในเกือบทุกสภาพพื้นที่ของโลก [5,6] เคยมีผู้ศึกษาพบว่า สภาพป่าที่เปลี่ยนแปลงจากป่าธรรมชาติไปเป็นพื้นที่เกษตร จะทำให้อุณหภูมิของพื้นที่ป่าบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงไป อุณหภูมิอาจสูงขึ้น หรือต่ำลง ซึ่งจะมีผลกระทบต่อมด [7] จากคุณสมบัติของมดและผีเสื้อกลางวันที่มีความจำเพาะกับชนิดของพรรณพืชและระบบนิเวศป่าไม้ ซึ่งทั้งปริมาณและชนิดของมด และผีเสื้อจะได้รับหรือมีผลกระทบและเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อสภาพนิเวศนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ดังนั้นมดและผีเสื้อจึงน่าจะเป็นตัวแปรที่สามารถใช้ในการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพระบบนิเวศป่าไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการศึกษาผลกระทบการทำลายป่าของชุมชนพื้นที่

สูงในภาคเหนือครั้งนี้ เป็นการริเริ่มใช้แมลงคือ มดและผีเสื้อเป็นตัวแปรในการศึกษาผลกระทบดังกล่าว

2. อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลอง โดยใช้หน่วยทดลองเป็นคู่ คือ ลุ่มน้ำที่มีการทำลายป่าหรือเรียกว่าลุ่มน้ำที่ถูกรบกวน (D) และลุ่มน้ำที่เป็นป่าธรรมชาติ หรือลุ่มน้ำที่ไม่มีการรบกวน (U) ขณะเดียวกันในแต่ละลุ่มน้ำวางแปลงทดลองเป็นคู่ที่มีขนาด 1 ha จำนวน 3 คู่ในแต่ละลุ่มน้ำ โดยแต่ละแปลงทดลองมีแนวสำรวจผีเสื้อกลางวัน และวางกับดักแบบหลุมสำหรับมด

แนวสำรวจผีเสื้อกลางวัน [8] มีขนาด 200 เมตร แบ่งเป็น 2 แนวให้ขนานกัน ตามแนวระนาบของพื้นที่ โดยแต่ละแนวห่างจากจุดศูนย์กลางของแปลงทดลอง 20 เมตร ใช้สวิงจับแมลงจำนวน 2 อัน โอบจับผีเสื้อที่อยู่ในแนวรัศมี 5 เมตร โดยรอบแนวสำรวจ ในช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 10.00-12.00 น. และช่วงบ่ายตั้งแต่เวลา 13.00-15.00 น. เก็บตัวอย่างวันละ 1 แปลงคู่ โดยใช้ผู้เก็บ 2 ทีม (แปลงละ 1 ทีม) นำผีเสื้อที่โอบได้ใส่ของผีเสื้อที่เตรียมไว้ บันทึกข้อมูล รหัสแปลง วันที่ เวลา และชื่อผู้เก็บ เพื่อการจำแนกชนิด โดยใช้หนังสือ Butterflies in Thailand. Volume 1-6 [9,10,11,12,13,14] ภายใต้การจัดแบ่งแยกวงศ์แบบ Ackery Schema [15] พร้อมนับจำนวน

กับดักหลุม (pitfall trap) สำหรับมด โดยใช้ถ้วยพลาสติก ขนาด 450 มิลลิลิตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 8 เซนติเมตร [16] จำนวน 20 กับดัก วางเป็นแนวเส้นตรง ห่างกัน 10 เมตร ขนาดความยาว 100 เมตร จำนวน 2 แนว ตัดกันเป็นรูปกากบาท ขุดหลุมใส่ถ้วยพลาสติกและเกลี่ยดินบริเวณปากหลุมให้เรียบเสมอกับปากถ้วย ใส่ยาหน่อเย็น (antifreeze) ความเข้มข้น 20% ลงในถ้วยประมาณ 30 มิลลิลิตร (1/3 ของถ้วย) ปิดด้วยแผ่นพลาสติกที่ติดหมายเลขของกับดัก ขนาด 18X18 เซนติเมตร เพื่อกันน้ำฝนหรือเศษวัสดุ วางกับดักไว้เป็นเวลา 3 วัน จึงเก็บกับดัก โดยเทแมลงในกับดักใส่ถุงพลาสติก

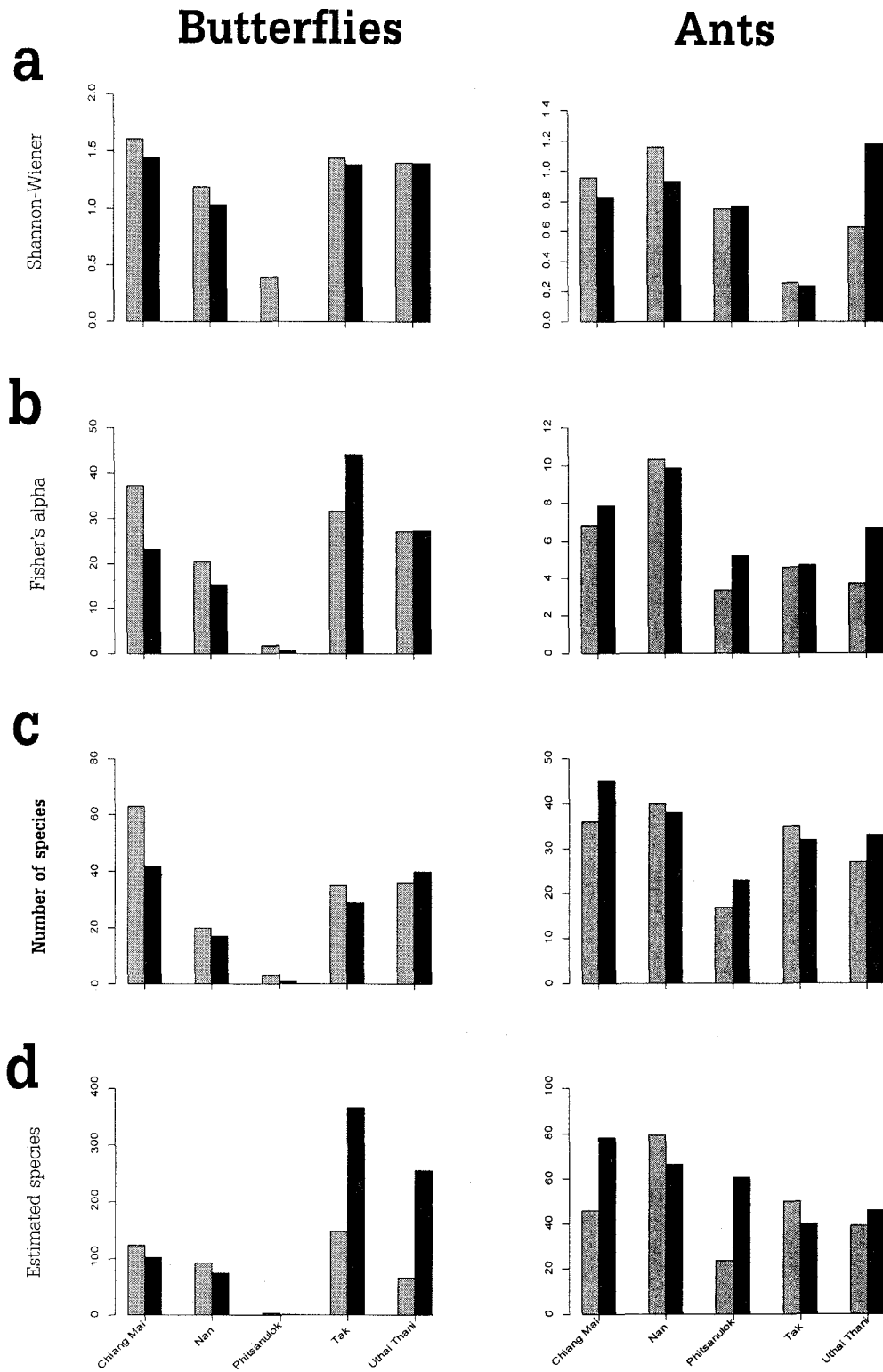
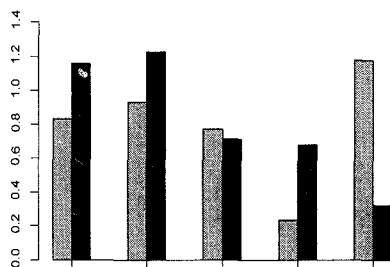
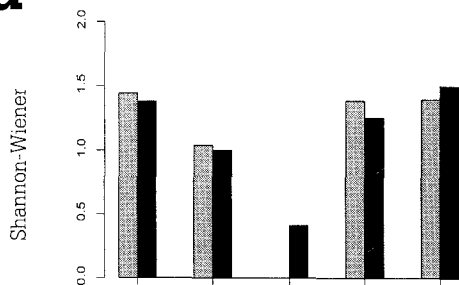


Figure 1 Alpha diversity measures for butterflies and ants in disturbed plots (DA; ■) and undisturbed plots (DF; ■) in different disturbed watersheds. (a: Shannon-Wiener index (H')); b: Fisher's alpha (α); c: Species richness; d: Chao2)

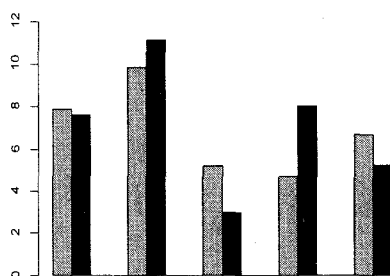
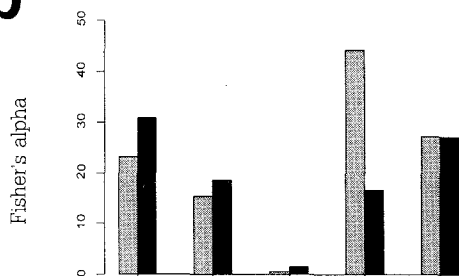
Butterflies

Ants

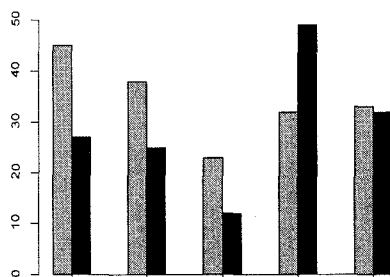
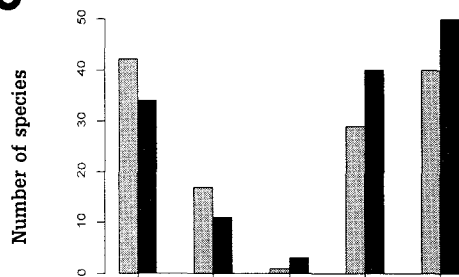
a



b



c



d

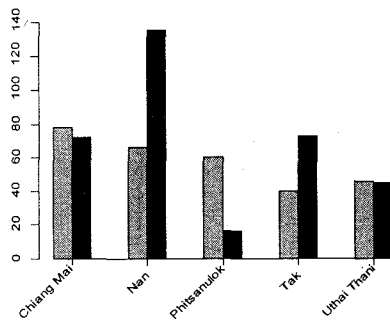
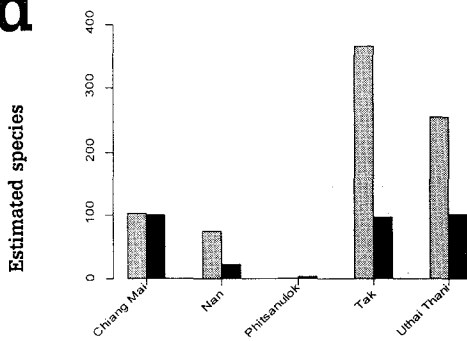


Figure 2 Alpha diversity measures for butterflies and ants between forest plots in a disturbed watershed (DF; ▨) and in an undisturbed watershed (UF; ■). (a: Shannon-Wiener index (H'); b: Fisher's alpha (α); c: Species richness; d: Chao2)

พร้อมบันทึกข้อมูล รหัส หมายเลขกับดัก วันที่ และ ชื่อผู้เก็บ นำกลับมาล้างทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์ 75% แล้วดองแมลงในช่วงขนาด 100 มิลลิเมตรด้วยแอลกอฮอล์ 75% บันทึกรายละเอียดเพื่อการจำแนกชนิด โดยใช้หนังสือ Identification guide to the ant genera of the world [17] และ A new general catalogue of the ants of the world [18] สำหรับมดที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ จะจำแนกโดยใช้ความแตกต่างของลักษณะภายนอก (Morphospecies) [19] ด้วยระบบ Voucher [20] และนับจำนวน

วิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ Alpha diversity คือ Species richness (S), Shannon-Wiener index (H'), Fisher's alpha (α) และ Estimated species (Chao2) [21] และ Beta diversity คือ Detrended Correspondence Analysis Ordination (DCA ordination), Venn Diagram และ Indicator Species Analysis [22] โดยใช้โปรแกรม EstimateS [23] BioDiversity Pro [24] และ PC-ORD [25]

3. ผลและวิจารณ์ผล

3.1 Alpha diversity:

Alpha diversity ของผีเสื้อกลางวันและมดในลุ่มน้ำที่ถูกกรบกว (D) ระหว่างพื้นที่ทำการเกษตร (DA) และ พื้นที่ป่า (DF) (Figure 1) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาจากผลต่าง (d) ของแต่ละแปลงคู่ด้วย t-test ในผีเสื้อกลางวันและมด โดยความหลากหลาย Shannon-Wiener index (2.34 และ -0.79), Fisher's alpha (0.38 และ -1.80), species richness (1.28 และ -1.34) และ Estimated species (Chao2) (-1.36 และ -1.03)

Alpha diversity ของผีเสื้อกลางวันและมดในป่าระหว่างลุ่มน้ำที่ถูกกรบกว (DF) และป่าไม่ถูกรบกวหรือป่าธรรมชาติ (UF) (Figure 2) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาจากผลต่าง (d) ของแต่ละแปลงคู่ด้วย t-test ของผีเสื้อกลางวันและมด โดย Shannon-Wiener index (-0.58 และ -0.13), Fisher's alpha (0.51 และ -0.15), species richness (-0.46 และ 0.84) และ Estimated species (Chao2) (1.83 และ -0.53)

3.2 Beta diversity:

Venn Diagrams ของแมลงในพื้นที่ลุ่มน้ำถูกรบกว (U) ความจำเพาะเจาะจงของผีเสื้อกลางวัน ที่พบเฉพาะพื้นที่ทำการเกษตร (DA) มากกว่าในพื้นที่ป่า (DF) อยู่ระหว่าง 25-48% ขณะเดียวกันจำนวนชนิดที่พบในทั้งสองพื้นที่ (common species) มี 0-30% (Figure 3) ในส่วนของมดที่พบเฉพาะในพื้นที่เกษตรอยู่ในระหว่าง 20-39% และเป็นชนิดที่พบในทั้งสองพื้นที่อยู่ระหว่าง 34-100% โดยเฉพาะในจังหวัดอุทัยธานี มดทุกชนิด พบในทั้งสองพื้นที่ (Figure 4)

ผีเสื้อกลางวันในป่าลุ่มน้ำที่ถูกกรบกว (DF) มีจำนวนชนิดที่จำเพาะเจาะจงมากกว่าป่าลุ่มน้ำที่ไม่ถูกรบกว (UF) แต่มีจำนวนชนิดที่พบทั้งสองพื้นที่ 6-27% (Figure 5) และมด มีชนิดที่พบในพื้นที่ทั้งสองอยู่ระหว่าง 23-100% จังหวัดอุทัยธานีเป็นสถานที่ที่พบว่ามดทุกชนิดพบในทั้งสองลุ่มน้ำ (Figure 6)

Venn diagrams ซึ่งแสดงความจำเพาะเจาะจงของชนิดพันธุ์ในพื้นที่ต่าง ๆ พบว่าชนิดพันธุ์ที่จำเพาะเจาะจงของผีเสื้อกลางวัน มีสูงกว่าเมื่อเทียบกับมด แต่ชนิดพันธุ์ที่เป็นที่พบได้ทั่วไปของมดจะสูงกว่าในผีเสื้อกลางวัน

การใช้ DCA ordination เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างพื้นที่ศึกษา 5 แห่ง ของผีเสื้อกลางวัน และมด (ซึ่งไม่รวมข้อมูลของผีเสื้อจากจังหวัดพิษณุโลก ทั้งนี้เนื่องจากความผิดพลาดของข้อมูลที่เกิดจากการที่ขณะเก็บข้อมูลมีฝนตก และท้องฟ้ามีดครึ้ม) พบว่ามีการเกาะกลุ่มของข้อมูลอย่างชัดเจน (Figure 7 a, b) ดังนั้น การออกแบบการศึกษาให้มีการเปรียบเทียบพื้นที่เป็นคู่ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเมื่อเรานำพื้นที่มาจับคู่ศึกษาเปรียบเทียบกันภายในพื้นที่หนึ่ง ๆ จะทำให้สามารถควบคุมความผันแปรต่าง ๆ ที่อาจมีอิทธิพลต่อพื้นที่นั้น ๆ ได้ แต่เมื่อดูการเปรียบเทียบระหว่างลุ่มน้ำไม่ถูกรบกว และลุ่มน้ำที่ถูกกรบกวแล้ว การเกาะกลุ่มไม่ชัดเจนนัก (Figure 7 c, d)

การแผ่กระจายของข้อมูลในลุ่มน้ำที่ไม่ถูกรบกวมีมากกว่าในลุ่มน้ำที่ถูกกรบกว (Figure 7 c, d) โดยเฉพาะผีเสื้อกลางวันในลุ่มน้ำที่ไม่ถูกรบกวมีขอบเขตการกระจายแผ่ขยายกว้างกว่าในลุ่มน้ำที่ถูกกรบกว แสดงว่าองค์ประกอบของชนิดพันธุ์แมลงในลุ่มน้ำที่ถูกกรบกว มีความคล้ายคลึงกันมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำที่ไม่ถูกรบกว

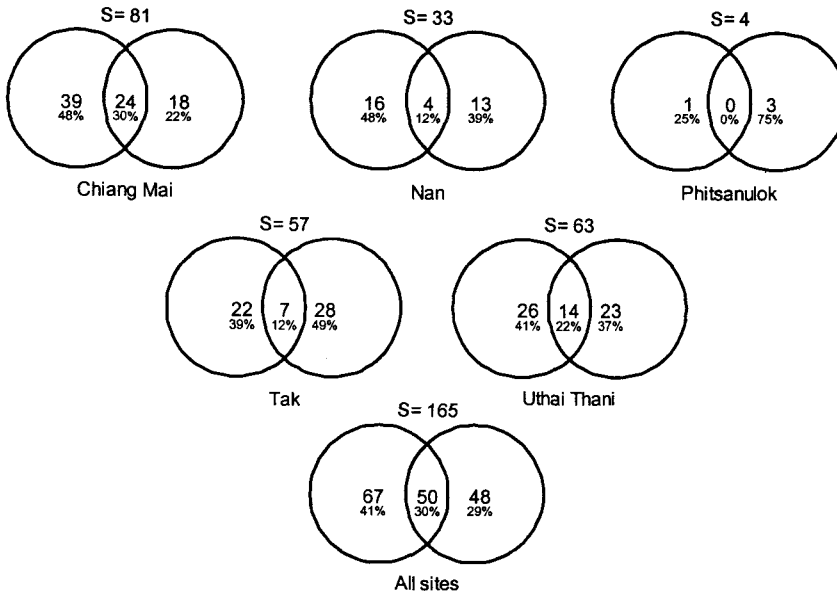


Figure 3 Venn diagrams for the butterflies between a disturbed plots (DA) and forest plots (DF) in a disturbed watershed (DA = left hand circle; DF = right hand circle; overlapping, common species; S = number of species)

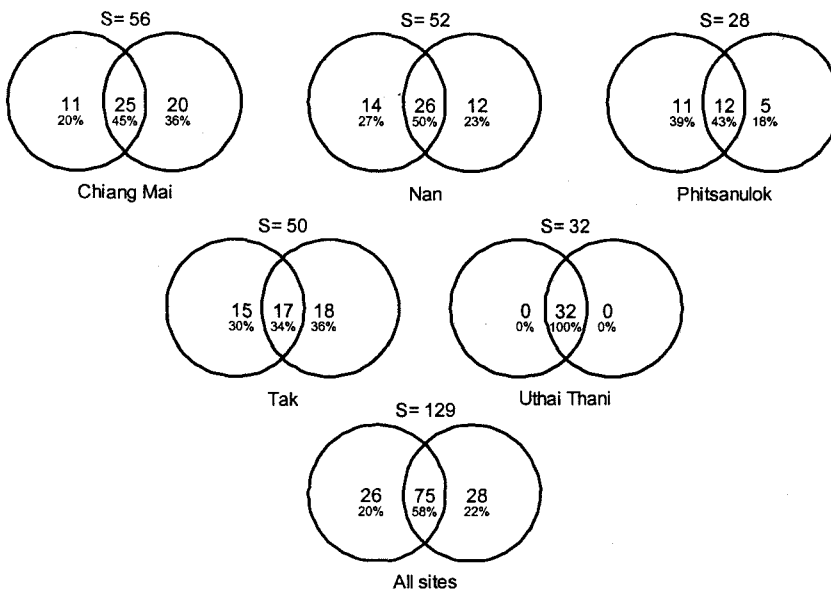


Figure 4 Venn diagrams for the ants between a disturbed plots (DA) and forest plots (DF) in a disturbed watershed (DA = left hand circle; DF = right hand circle; overlapping, common species; S = species richness)

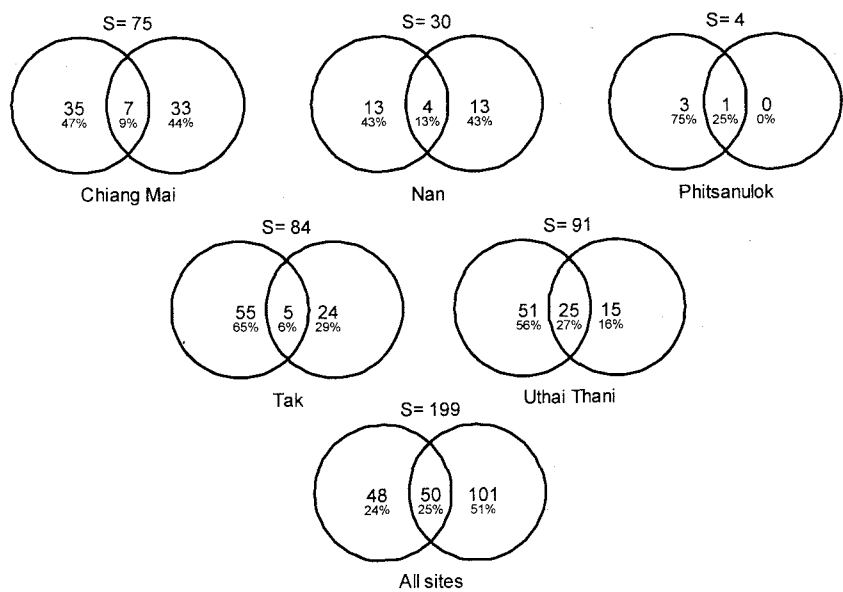


Figure 5 Venn diagram for the butterflies between the forest in a disturbed watershed (DF) and forest in an undisturbed watershed (UF) (DF = left hand circle; UF = right hand circle; overlapping, common species; S = species richness)

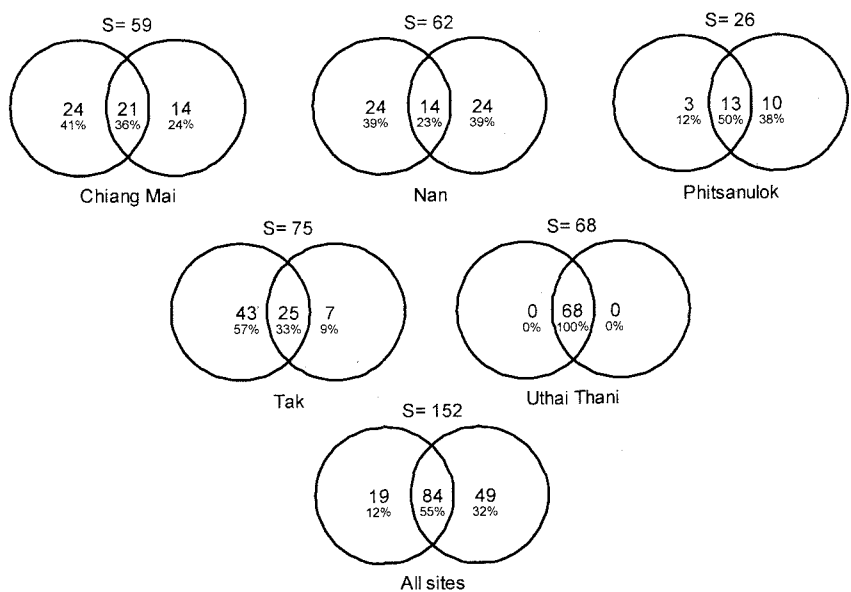


Figure 6 Venn diagram for the ants between the forest in a disturbed watershed (DF) and forest in an undisturbed watershed (UF) (DF = left hand circle; UF = right hand circle; overlapping, common species; S = species richness)

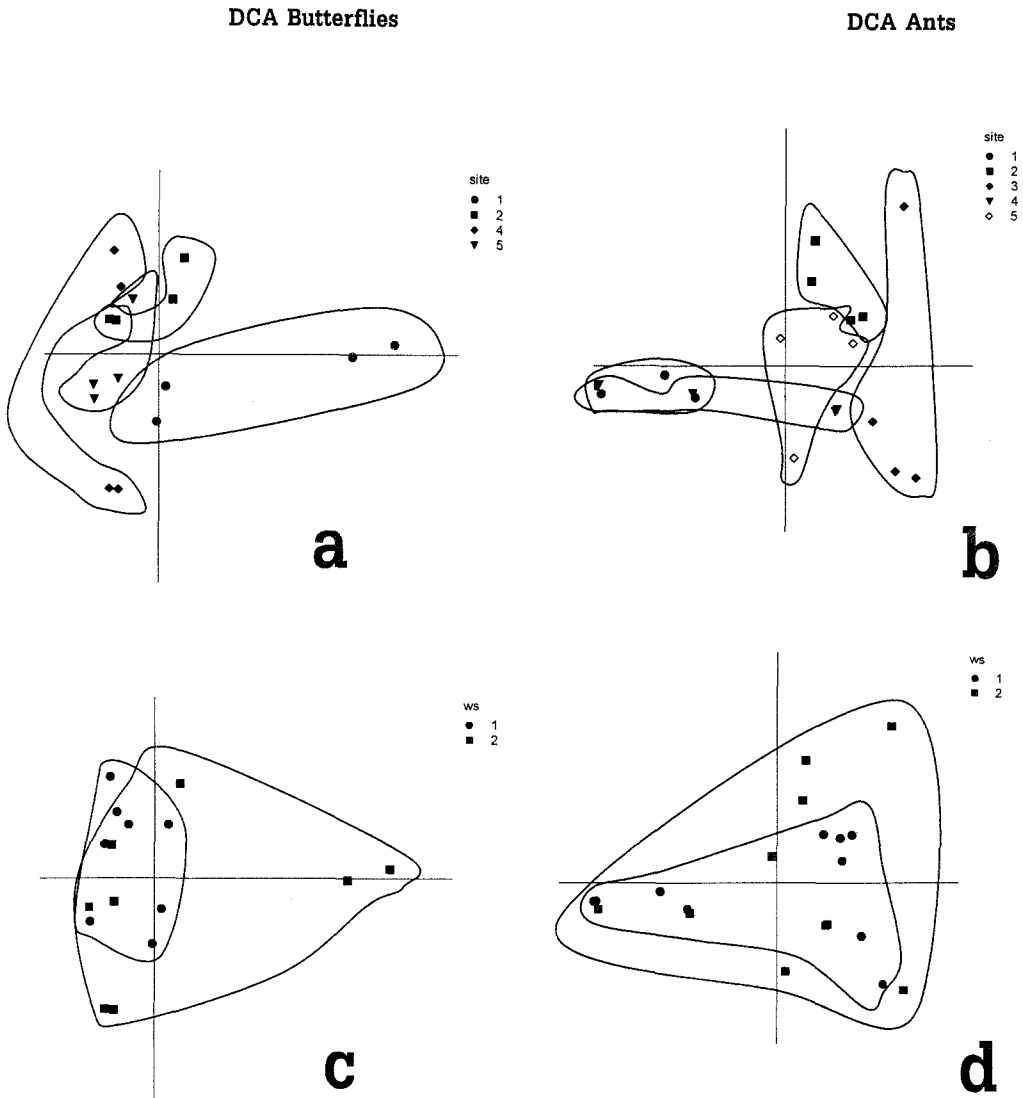


Figure 7 DCA ordinations of butterflies and ants for both site and watershed status. (Sites: 1 = Chiang Mai; 2 = Nan; 3 = Phitsanulok; 4 = Tak; 5 = Uthai Thani; Watershed (WS): 1 = Disturbed watershed (D); 2 = Undisturbed watershed (U) [butterflies from Phitsanulok were excluded])

ดัชนีชนิดพันธุ์ (Indicator species) ของผีเสื้อกลางวัน โดยไม่รวมข้อมูลผีเสื้อของจังหวัดพิษณุโลก พบว่า ผีเสื้อหนอนใบรักลายเสือ (*Danaus genutia genutia*), และผีเสื้อหนอนใบรักชืดยาว (*Parantica aglea melanoides*) วงศ์ Nymphalidae และ ผีเสื้อฟ้าพุ่มจินตีย์ *Celastrina argiolus jyntheana* วงศ์ Lycaenidae เป็นผีเสื้อที่พบในพื้นที่เกษตร เพราะผีเสื้อหนอนใบรักทั้งสองชนิดนี้ชอบสภาพภูมิประเทศที่เป็นที่โล่ง [26] โดยเฉพาะพื้นที่ที่ปลูกพืชไร่ที่ไม่มีต้นไม้ใหญ่ขึ้นอยู่ ส่วนผีเสื้อตาลพุ่มแถบขาวใหญ่ *Mycalesis anaxioides* วงศ์ Nymphalidae ผีเสื้อฟ้าขีดหกปีกขุน *Nacaduba beroe gythion* และผีเสื้อฟ้าขีดหกปีกจาง *Nacaduba kurava nemana* วงศ์ Lycaenidae ซึ่งเป็นผีเสื้อที่มักพบอยู่ตามชายป่า จะพบในป่าของลุ่มน้ำที่ถูกรบกวน ผีเสื้อไผ่ลายธรรมดา (*Discophora sondaica zal*) วงศ์ย่อยผีเสื้อป่า (*Amathusiinae*) ซึ่งอาศัยในพื้นที่ที่เป็นป่าดิบ [10] จะพบเฉพาะในป่าที่ไม่ถูกรบกวนเท่านั้น (Table 1) ในส่วนของลุ่มน้ำ ผีเสื้อจระเข้ลาย (*Euploea mulciber mulciber*) วงศ์ Nymphalidae เป็นผีเสื้อกลางวันที่พบในลุ่มน้ำที่ป่าถูกรบกวน ส่วนผีเสื้อไผ่ลายธรรมดา พบเฉพาะในลุ่มน้ำที่ป่าไม่ถูกรบกวน

(Table 1) ในขณะเดียวกัน ผีเสื้อบางชนิดแสดงความสัมพันธ์ทางบวกกับชนิดพันธุ์พืช [27] เช่นเดียวกับ Kitching and Dunn [28] พบว่า การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่า ไปทำการเกษตร เช่นสวนส้ม จะทำให้ผีเสื้อหนอนกินใบส้มปรากฏขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาอื่น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าเพื่อทำไร่ กะหล่ำปลี ทำให้ผีเสื้อหนอนกะหล่ำปลีปรากฏขึ้นเฉพาะในพื้นที่ไร่กะหล่ำปลี และไม่พบในพื้นที่อื่นเลย

มดมีอยู่ 5 ชนิด ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะจากการทำลายป่าเพื่อทำการเกษตร คือ *Anoplolepis gracilipes*, *Pheidole* sp6, *Crematogaster* sp1, *Diacamma* sp4 และ *Monomorium* sp2 พบในพื้นที่ป่าในลุ่มน้ำไม่ถูกรบกวน มากกว่าลุ่มน้ำที่ป่าถูกรบกวน เช่นเดียวกันในระดับลุ่มน้ำ จะพบมดเหล่านี้ที่ลุ่มน้ำที่ป่าไม่ถูกรบกวนมากกว่า (Table 2; 4) โดยเฉพาะมดน้ำผึ้ง *Anoplolepis gracilipes* เป็นมดที่พบได้ในปริมาณที่มากในทุกพื้นที่ โดยเฉพาะในลุ่มน้ำที่ไม่ถูกรบกวน เนื่องจากการที่มดชนิดนี้ทำรังอยู่ในดิน ใต้ต้นไม้ หรือในลำต้น และมีลักษณะเป็นตัวทำของแมลงในดิน เช่น จิ้งหรีด และแมลงสาบ และกินน้ำหวานจากเพลี้ย โดยปริมาณอาหารเป็นตัวจำกัดขนาดของรัง [29]

Table 1 Indicator species index ($p < 0.10$) for butterflies indicating between agricultural land use (DA), forest in a disturbed watershed (DF) and forest in an undisturbed watershed (UF) (butterflies from Phitsanulok were excluded)

Indicator species	Family	p-value	Plots
<i>Parantica aglea melanoides</i> Moore	Nymphalidae	0.006	DA:UF = 6:4
<i>Danaus genutia genutia</i> Cramer	Nymphalidae	0.019	DA
<i>Mycalesis anaxioides</i> Marshall	Nymphalidae	0.087	DF
<i>Discophora sondaica zal</i> Westwood	Nymphalidae	0.092	UF
<i>Celastrina argiolus jyntheana</i> de Niceville	Lycaenidae	0.095	DA
<i>Nacaduba beroe gythion</i> Fruhstorfer	Lycaenidae	0.095	DF
<i>Nacaduba kurava nemana</i> Fruhstorfer	Lycaenidae	0.095	DF

Table 2 Indicator species index ($p < 0.10$) for ants indicating between agricultural land use (DA), forest in a disturbed watershed (DF) and forest in an undisturbed watershed (UF)

Indicator species	Sub family	p-value	Plots
<i>Anoplolepis gracilipes</i> (Fr. Smith)	Formicinae	0.057	DA:DF:UF = 2:2:4
<i>Pheidole</i> sp6	Myrmicinae	0.066	DA:DF:UF = 3:1:4
<i>Crematogaster</i> sp1	Myrmicinae	0.081	DA:DF:UF = 1:2:3
<i>Diacamma</i> sp4	Ponerinae	0.089	DA:DF:UF = 0:0:2
<i>Monomorium</i> sp2	Myrmicinae	0.090	DA:DF:UF = 1:1:3

Table 3 Indicator species index ($p < 0.10$) for indicating watershed between disturbed watershed (D) and Undisturbed watershed (U) (butterflies from Phitsanulok were excluded)

Indicator species	Family	p-value	Watersheds
<i>Euploea mulciber mulciber</i> Cramer	Nymphalidae	0.043	D:U = 8:2
<i>Discophora sondaica</i> zal Westwood	Nymphalidae	0.080	U

Table 4 Indicator species index ($p < 0.10$) of ants indicated the watershed as a disturbed watershed (D) and an undisturbed watershed (U)

Indicator species	Sub family	p-value	Watershed
<i>Anoplolepis gracilipes</i> (Fr. Smith)	Formicinae	0.051	D:U = 4:8
<i>Pheidole</i> sp6	Myrmicinae	0.076	D:U = 3:6
<i>Monomorium</i> sp2	Myrmicinae	0.090	D:U = 3:6
<i>Diacamma</i> sp4	Ponerinae	0.090	D:U = 4:7
<i>Crematogaster</i> sp1	Myrmicinae	0.094	U

4. สรุปผลการทดลอง

การที่ความหลากหลายของผีเสื้อและมด ในลุ่มน้ำที่ป่าถูกรบกวน และป่าในลุ่มน้ำไม่ถูกรบกวน ไม่มีความแตกต่างกัน นั้นแสดงว่า ป่าแม้จะมีการทำลายบ้างในลักษณะเป็นหย่อม ดังเช่นพื้นที่ที่ศึกษา ยังคงไม่ทำให้ความหลากหลายในพื้นที่ป่าถูกรบกวนมีความเปลี่ยนแปลงไปอย่างเด่นชัด อันเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ขอบ หรือมีชายป่ามากขึ้น

ลุ่มน้ำที่ป่าถูกรบกวนไม่มีความแตกต่างกันในด้านความหลากหลายของชนิดพันธุ์ และดัชนีความหลากหลายอื่น คือ Shannon-Wiener, Fisher's alpha และ Estimated species ในระหว่างพื้นที่ป่าที่หลงเหลืออยู่ กับพื้นที่ทำการเกษตรในลุ่มน้ำนั้น ซึ่งแสดงว่าความหลากหลายของผีเสื้อและมด ในระดับของ Alpha diversity ไม่ได้ได้รับผลกระทบจากการทำลายป่าในลักษณะเป็นหย่อม

ความจำเพาะเจาะจงของผีเสื้อกลางวันในสภาพพื้นที่ ทั้งในระดับลุ่มน้ำ และระดับการทำลายมีมากกว่าเมื่อเทียบกับมดอย่างชัดเจน ซึ่งแสดงว่า ผีเสื้อมีแนวโน้มที่ตึกว่ามดในการใช้เป็นตัวชี้ศึกษาผลกระทบสภาพแวดล้อม

จาก ordinations ทำให้เห็นว่าสภาพพื้นที่ (sites) มีความสำคัญมาก การวิเคราะห์จึงจำต้องกระทำแยกกันเป็นแต่ละพื้นที่ โดยองค์ประกอบชนิดพันธุ์ของผีเสื้อกลางวันและมดในลุ่มน้ำที่ป่าไม่ถูกรบกวนจะมีความคล้ายคลึงกันน้อยกว่าเมื่อเทียบกับลุ่มน้ำที่ป่าถูกรบกวน อย่างเด่นชัด

ผีเสื้อหนอนใบรักลายเสือ และผีเสื้อหนอนใบรักขิดยาวสามารถใช้เป็นดัชนีแสดงสภาพพื้นที่ที่มีการทำการเกษตรได้ และผีเสื้อไผ่ลายธรรมดาสามารถใช้เป็นดัชนีแสดงพื้นที่ที่มีต้นไม้ขึ้นอย่างหนาแน่น ในส่วนของมด *Anoplolepis gracilipes*, *Pheidole* sp6, *Crematogaster* sp1, *Diacamma* sp4 และ *Monomorium* sp2 เป็นดัชนีชนิดพันธุ์ที่พบได้ในระบบนิเวศต่าง ๆ แต่จะพบได้น้อยในพื้นที่ทำการเกษตร

5. เอกสารอ้างอิง

[1] Holloway, J.D. and H.S. Barlow, Potential for Loss of Biodiversity in Malaysia, Illustrated by the Moth Fauna, pp. 293-311, In A.A.A. Kadir and H.S. Barlow (eds.) Pest Management and the

Environment in 2000, CAB International/University Arizona Press, Tucson, AZ (USA), 1992.

- [2] Westman, W.E., Managing for Biodiversity, Bioscience vol. 40(1), pp. 26-33, 1990.
- [3] Brown, K.S., Conservation of Neotropical Environments: Insects as Indicators, pp. 349-404, In N.M. Collins and J.A. Thomas (eds.), The Symposium on Conservation of Insects and Their Habitats, 15th of the Royal Entomology Society of London, 1991.
- [4] Kremen, C., Assessing the Indicator Properties of Species Assemblages for Natural Areas Monitoring, Ecological Applications vol. 2(2), pp. 203-217, 1992.
- [5] Agosti, D., M. Maryati, and C.Y.C. Arthur, Has the Diversity of Tropical Ant Fauna Been Underestimated? An Indication from Leaf Litter Studies in a West Malasian Lowland Rain Forest. Tropical Biodiversity vol. 2, pp. 270-275, 1994.
- [6] Fittkau, E.J., and H. Klinge, On Biomass and Trophic Structure of the Central Amazonian Rain Forest Ecosystem, Biotropica vol. 5, 2-14, 1973.
- [7] Andersen, A.N., A Classification of Australian Ant Communities, Base on Functional Groups Cohich Parallel Plant Life-forms in Relation to Stress and Disturbance, Journal of Biogeography vol. 20, pp. 15-29, 1995.
- [8] Pollard, E. and T.J. Yates, Monitoring Butterflies for Ecology and Conservation. St. Edmundsbury Press Limited, Great Britain, 274 pp., 1993.
- [9] Pinratana, A., Butterflies in Thailand, Volume Four, Lycaenidae, The Viratham Press, Bangkok, 215 pp., 1981.
- [10] Pinratana, A., Butterflies in Thailand, Volume Two, Pieridae and Amathusiidae, The Viratham Press. Bangkok. 71 pp., 1983.

- [11]Pinratana, A., Butterflies in Thailand, Volume Five, Hesperidae, The Viratham Press. Bangkok. 152 pp., 1985.
- [12]Pinratana, A., Butterflies in Thailand, Volume Six, Satyridae, Libytheidae and Riodinidae, The Viratham Press. Bangkok. 60 pp., 1988.
- [13]Pinratana, A. and J.N. Eliot, Butterflies in Thailand, Volume One, Papilionidae and Danaidae, Bosco Offset. Bangkok. 78 pp., 1992.
- [14]Pinratana, A. and J.N. Eliot, Butterflies in Thailand, Volume Three, Nymphalidae, Bosco Offset. Bangkok. 140 pp., 1996.
- [15]Kitching, R.L., The Higher Classification of the Butterflies, pp. 25-32, *In* R.L. Kitching, E. Scheermeyer, R.E. Jones and N.E. Pierce (eds.), *Biology of Australian Butterflies*, CSIRO Publishing, Canberra, Australia, 395 pp., 1999.
- [16]Anonymous, Inventory Methods for Terrestrial Arthropods, Standards for Components of British Columbia's Biodiversity 40:42. [online] URL, <http://www.for.gov.bc.ca/ric>, 1998.
- [17]Bolton, B., Identification Guide to the Ant Genera of the World, Harvard University Press, Massachusetts, USA, 222 pp., 1994.
- [18]Bolton, B., A New General Catalogue of the Ants of the World, Harvard University Press, Massachusetts, USA, 504 pp., 1995.
- [19]Cheesman, O.D., International Pilot Course on Environmental Evaluation Using Insects as Indicators of Biodiversity, University Malaysia Sabah, Malaysia, 61 pp., 1997.
- [20]Anonymous, Voucher Specimen Collection, Preparation, Identification and Storage Protocol: Animals, Standards for Component of British Columbia's Biodiversity 4a: 47 [online] URL, <http://www.for.gov.bc.ca/ric>, 1999.
- [21]Colwell, R.K., EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 5, User's Guide and Application Published. [online] URL, <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>, 1997.
- [22]Dufrene, M. and P. Legendre, Species Assemblages and Indicator Species: The Need for a Flexible Asymmetrical Approach. *Ecological Monographs* vol. 67, pp. 345-366, 1997.
- [23]Colwell, R.K., and J.A. Coddington, Estimating Terrestrial Biodiversity Through Extrapolation, *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)* vol. 345, pp. 101-118, 1994.
- [24]Anonymous, BioDiversity Pro Version 2 (Beta), The Natural History Museum/Scottish Association for Marine Science, 1997.
- [25]McCune, B. and M.J. Mefford, Multivariate Analysis of Ecological Data Version 3.04 MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA, 1997.
- [26]Corbet, A.S. and H.M. Pendlebury, The Butterflies of the Malay Peninsula, United Selangor Press, SDN, BHD, Kuala Lumpur, 595 pp., 1992.
- [27]Steffan-Dewenter, I. and T. Tscharntky. Butterflies Community Structure in Fragmented Habitats, *Ecology Letters* vol. 3, pp. 449-456, 2000.
- [28]Kitching, R.L. and K.L. Dunn, The Biogeography of Australian Butterflies, pp. 53-74, *In* R.L. Kitching, E. Scheermeyer, R.E. Jones and N.E. Pierce (eds.), *Biology of Australian Butterflies*, CSIRO Publishing, Canberra, Australia, 395 pp., 1999.
- [29]Ronald, F.L.M. and J.L.M. Kessing, *Anoplolepis longipes* (Jerdon), [online] URL, http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/A_longip.htm, 1992.