



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีวนวัฒน)

ปริญญา

เทคโนโลยีวนวัฒน

วนวัฒนวิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืชที่ได้จากการฟื้นฟูบูรณะผลผลิตใหม่ในพื้นที่เหมืองหินปูน
กับแมลงในดิน อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

Relationships between Plant Communities from Reclamation in Limestone Mining Area
and Soil Insect, Kaeng Khoi District, Saraburi Province

นามผู้วิจัย นายไพบรณัฐ น้อยทับทิม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สกล ทิจันทร์, วท.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์กอบศักดิ์ วันธงไชย, Dr.rer.Nat.)

หัวหน้าภาควิชา

(อาจารย์จรงค์ วัชรินทร์รัตน์, วท.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืชที่ได้จากการฟื้นฟูบูรณะผลผลิตใหม่ในพื้นที่เหมืองหินปูนกับ
แมลงในดิน อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

Relationships between Plant Communities from Reclamation in Limestone Mining Area and
Soil Insect, Kaeng Khoi District, Saraburi Province

โดย

นายไพบรณัฐ น้อยทับทิม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีชีววัฒน์)

พ.ศ. 2554

ไปรษณีย์ น้อยทับทิม 2554: ความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืชที่ได้จากการฟื้นฟูป่าธรรมชาติใหม่ในพื้นที่เหมืองหินปูนกับแมลงในดิน อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีวนวัฒน) สาขาเทคโนโลยีวนวัฒน ภาควิชาวนวัฒนวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศคาร ทิจันทร์, วท.ด. 117 หน้า

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืชที่ได้จากการฟื้นฟูป่าธรรมชาติใหม่ในพื้นที่เหมืองหินปูนกับแมลงในดินในพื้นที่ปลูกฟื้นฟูโซน C พื้นที่ปลูกฟื้นฟูโซน A พื้นที่เคยฟื้นฟูมาก่อน ป่าดิบแล้ง และป่าผสมผลัดใบ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความหลากหลายชนิดและการกระจายของแมลงในดินรวมทั้งความหนาแน่นของแมลงในดินในพื้นที่เหมืองหินปูนภายหลังทำการฟื้นฟูป่าธรรมชาติใหม่และศึกษาการแปรผันของแมลงในดินในแต่ละช่วงฤดูกาลของแต่ละพื้นที่ศึกษา

ผลการศึกษาพบความหลากหลายชนิดของแมลงในดินในพื้นที่ทั้งหมด 11 อันดับ 24 วงศ์ 37 สกุล 43 ชนิด โครงสร้างความหลากหลายของแมลง พบว่าค่าดัชนีความหลากหลายในป่าดิบแล้งมีค่าสูงสุด คือ 2.44 และพื้นที่โซน C มีค่าน้อยที่สุด คือ 0.86 ในช่วงฤดูแล้ง ส่วนค่าความคล้ายคลึง พบว่า ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของแมลงระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้งในแต่ละพื้นที่มีค่าใกล้เคียงร้อยละ 60 แสดงถึงการปรับตัวของแมลงได้ทั้งสองฤดูและความหนาแน่นของแมลง พบว่า ป่าดิบแล้งมีค่าความหนาแน่นของแมลงสูงสุดในช่วงฤดูฝนคือ 2850 ตัวต่อตารางเมตร และองค์ประกอบของชนิดแมลงในแต่ละพื้นที่จัดเป็นแมลงพวกผู้ย่อยสลายซึ่งชนิดแมลงที่เด่นในแต่ละพื้นที่ ได้แก่ แมลงกลุ่มมด ตัวดิน และปลวก ซึ่งถือว่ามีความสัมพันธ์ต่อโครงสร้างของดินเป็นอย่างมาก และส่งผลโดยตรงต่อความสำเร็จของการฟื้นฟูป่าพื้นที่เหมืองอีกด้วย และเมื่อทำการจัดกลุ่มพื้นที่โดยใช้ชนิดแมลงที่พบในแต่ละพื้นที่ โดยนำมาวิเคราะห์โดยใช้ cluster analysis แสดงให้เห็นว่าการฟื้นฟูป่าพื้นที่ของบริษัทยาสูบไทย (แก่งคอย) จำกัด มีแนวโน้มไปในทางที่ดีขึ้น ทุกๆพื้นที่ที่มีแนวโน้มที่จะมีสภาพใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติมากยิ่งขึ้น

จากผลการศึกษา สามารถสรุปได้ว่าการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืชที่ได้จากการฟื้นฟูป่าธรรมชาติใหม่ในพื้นที่เหมืองหินปูนกับแมลงในดินนั้นเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถนำแมลงมาเป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ได้ และเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประกอบการพิจารณาวางแผนจัดการพื้นที่ภายในบริเวณพื้นที่เหมืองหินปูนของบริษัทยาสูบไทย (แก่งคอย) ที่จังหวัดสระบุรี ในอนาคตต่อไป

ลายมือชื่อผู้สมัคร

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Praiyanut Noitubtim 2011: Relationships between Plant Communities from Reclamation in Limestone Mining Area and Soil Insect, Kaeng Khoi District, Saraburi Province. Master of Science (Silviculture Technology), Major Field: Silviculture Technology, Department of Silviculture. Thesis Advisor: Assistant Professor Sakhan Teejuntuk, Ph.D. 117 pages.

The study on relationship between plant communities from reclamation of limestone mining area and insect population in reclamation zone C, reclamation zone A, restored area, dry evergreen forest and mixed deciduous forest is aimed to investigate species diversity and distribution of insect including density of insect population in the limestone area after reclamation and determine plant communities characteristic variation of insect population during season.

The results indicated that species diversity of insect in each sample plots consisted of 11 orders, 20 families, 38 genuses, 43 species. According to insect species diversity structure, it revealed that diversity index in dry evergreen forest during dry season was the maximum value at 2.44 and the minimum value of 0.86 was gained from reclamation zone C during dry season. The similarity index of insect during rainy and dry season in each area was nearly 60%. It indicated the adaptation of insect can be. The density of insect was found that dry evergreen forest showed maximum density at 2850 individual/m² during rainy season. The composition of species could be was classified into groups as consisting of, in particular, ant, ground beetles and termite. The insect species composition could be used to indicate the saturation of site and success of reclamation in limestone mining area played a key role to change in soil structure and to success of reclamation of mining area. When the area was group based on insect species found in each area via cluster analysis, it indicated that rehabilitation of mine area done by Siam Cement (Kaeng Khoi) Co.,Ltd. showed positive trend as all areas tended to return to the condition similar to natural forest.

It can be said from the findings that the study on relationships between plant communities from reclamation in limestone mining area and insect population is one of the methods that can use insect as an indicator of the level of restoration in the area management planning of limestone mining area at Siam Cement (Kaeng Khoi) Co.,Ltd., Saraburi Province in the future.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สสาร ทีจันทิก ประธานกรรมการที่ปรึกษาที่ให้คำปรึกษาด้านความรู้ค่าชี้แนะด้านวิชาการ ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขทำให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.กอบศักดิ์ วันธงไชย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด ที่สนับสนุนเงินทุนในการวิจัย

ขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ พนักงานบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด ทุกคนที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณกิตติพงษ์ ท่วม่วง คุณปฐมพงศ์ รักษา คุณอดิสร สายตรง คุณวรุณ ไชยฤกษ์ คุณรัชณู เกิดเชิดชู และเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคนที่มิได้กล่าวถึงที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณทั้งครูอาจารย์ทั้งในอดีตและคณาจารย์คณะวนศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความกรุณาสั่งสอนถ่ายทอดความรู้ และขออุทิศคุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แด่คุณพ่อคุณแม่ที่ให้กำเนิดและเลี้ยงดูชีวิตของข้าพเจ้าอย่างดียิ่งและแด่ญาติพี่น้องที่คอยให้กำลังใจ

ไปรษณัฐ น้อยทับทิม

เมษายน 2554

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	36
อุปกรณ์	36
วิธีการ	37
ผลและวิจารณ์	48
สรุปและข้อเสนอแนะ	78
สรุป	78
ข้อเสนอแนะ	79
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	80
ภาคผนวก	91
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	117

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิดไม้ที่ใช้ทดลองปลูกในพื้นที่ฟื้นฟูเหมืองหินปูน (โซน A และ โซน C)	15
2	ข้อมูลอนุกรมวิธานของ อำเภอกำแพงคอย จังหวัดสระบุรี (เฉลี่ยระยะเวลา 30 ปี)	33
3	จำนวนชนิดและสกุลในแต่ละวงศ์ของแมลงที่พบในแต่ละพื้นที่บริเวณบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (กำแพงคอย) จำกัด จังหวัด สระบุรี	49
4	ค่าเฉลี่ยความชื้นดิน มวลชีวภาพ และอุณหภูมิดินระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนของพื้นที่ศึกษาทั้ง 5 พื้นที่ บริเวณบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (กำแพงคอย) จำกัด จังหวัด สระบุรี	57
5	ค่าเฉลี่ยดัชนีความหลากหลายและค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแมลงที่พบระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้งในพื้นที่ศึกษาบริเวณบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (กำแพงคอย) จำกัด จังหวัด สระบุรี	59
6	ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของแมลงที่พบระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้งในพื้นที่ศึกษาบริเวณบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (กำแพงคอย) จำกัด จังหวัด สระบุรี	60
7	ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของชนิดแมลงในพื้นที่ศึกษาแต่ละพื้นที่บริเวณบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (กำแพงคอย) จำกัด จังหวัด สระบุรี	62
8	การจัดกลุ่มแมลงจากผลการวิเคราะห์ Two-way Indicator Species Analysis (TWINSPAN)	68

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	รายชื่อแมลงที่พบในบริเวณพื้นที่เหมืองหินปูนของบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด จังหวัด สระบุรี	92
2	จำนวนชนิดและสกุลของแมลงที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด จังหวัด สระบุรี	96
3	อันดับและวงศ์ของแมลงประเภทต่างๆที่พบในบริเวณพื้นที่เหมืองหินปูน บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด จังหวัด สระบุรี	98
4	การปรากฏและความมากมายสัมพันธ์ของแมลงที่พบในบริเวณพื้นที่เหมืองหินปูนบริษัทปูนซิเมนต์ไทยแก่งคอย จำกัด จังหวัด สระบุรี	102

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ภาพถ่ายทางอากาศปี 2545 แสดงภูมิประเทศและขอบเขตพื้นที่เหมืองของบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด จังหวัด สระบุรี	31
2	พื้นที่เก็บตัวอย่างแมลง	32
3	อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี (พ.ศ. 2519-2549) ณ อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี	35
4	สภาพพื้นที่ทำการศึกษา	41
5	การสุ่มวางแปลงย่อยขนาด 1x1 ตารางเมตร (เก็บซากพืช) และแปลงย่อยขนาด 20x20 ตารางเซนติเมตร (เก็บตัวอย่างแมลง) ภายในแปลงขนาด 10x10 ตาราง เมตรในแต่ละพื้นที่	42
6	การปฏิบัติงานในภาคสนาม	43
7	การคัดแยกตัวอย่างแมลง	44
8	การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ	44
9	เปอร์เซ็นต์จำนวนชนิดและสกุลในแต่ละวงศ์ของแมลงที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณ บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด จังหวัด สระบุรี	49
10	เปรียบเทียบจำนวนชนิดแมลงที่พบช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง โดยแบ่งเป็นแมลงที่พบ เฉพาะฤดูแล้ง ชนิดแมลงที่พบเฉพาะฤดูฝน และที่พบได้ทั้งสองฤดูในแต่ละพื้นที่ บริเวณบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด จังหวัด สระบุรี	53
11	ชนิดแมลงเด่นที่พบทั้งสองฤดูในพื้นที่พื้นที่ฟื้นฟูโซน A และ โซน C	64
12	ชนิดแมลงเด่นที่พบทั้งสองฤดูในพื้นที่เคยฟื้นฟูมาก่อนและพื้นที่ป่าธรรมชาติ	65
13	การจัดกลุ่มแมลงโดยใช้ Two-way Indicator Species Analysis (TWINSpan)	67
14	การจัดกลุ่มพื้นที่โดยใช้ชนิดแมลงที่พบในบริเวณเหมืองหินปูนของบริษัทปูนซิ เมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด จังหวัด สระบุรี	73

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
1 แมลงที่พบในอันดับ Diplura อันดับ Collembola และอันดับ Thysanura	107
2 แมลงที่พบในอันดับ Orthoptera	108
3 แมลงที่พบในอันดับ Blattaria	109
4 แมลงที่พบในอันดับ Isoptera	110
5 แมลงที่พบในอันดับ Dermaptera และ อันดับ Hemitera	111
6 แมลงที่พบในอันดับ Coleoptera วงศ์ Carabidae	112
7 แมลงที่พบในอันดับ Coleoptera วงศ์ Scarabaeidae วงศ์ Staphylinidae วงศ์ Elateridae และแมลงในอันดับ Diptera	113
8 แมลงที่พบในอันดับ Hymenoptera วงศ์ Formicidae	114

ความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืชที่ได้จากการฟื้นฟูบูรณะผลผลิตใหม่ในพื้นที่ เหมืองหินปูนกับแมลงในดิน อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

Relationships between Plant Communities from Reclamation in Limestone Mining Area and Soil Insect, Kaeng Khoi District, Saraburi Province

คำนำ

ป่าไม้เป็นบริเวณที่มีต้นไม้หลายชนิด ขนาดต่าง ๆ ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นและกว้างใหญ่พอที่จะมีอิทธิพลต่อสิ่งแวดล้อมในบริเวณนั้น เช่น การเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศ ความอุดมสมบูรณ์ของดินและน้ำ มีสัตว์ป่าและสิ่งมีชีวิตอื่นซึ่งมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน พื้นที่ป่าไม้ส่วนใหญ่เป็นแหล่งที่สำคัญของทรัพยากรแร่หลากหลายชนิด แร่หินปูนเป็นแร่ที่สำคัญชนิดหนึ่งที่พบในพื้นที่ภูเขาหินปูนซึ่งเป็นแหล่งพื้นที่ป่าไม้ที่สำคัญของประเทศไทย

ทรัพยากรแร่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ เป็นปัจจัยพื้นฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแร่หินปูนเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน อันได้แก่ อาคารที่พักอาศัย แหล่งเก็บน้ำ ถนน ฯลฯ อย่างไรก็ตาม ผลจากการนำทรัพยากรเหล่านี้มาใช้ประโยชน์นอกเหนือจากการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศที่เกิดขึ้นแล้ว ยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในบริเวณใกล้เคียงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อันเป็นผลให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมา เช่น ปัญหาความเสื่อมโทรมของป่าไม้ ปัญหาจากการชะล้างพังทลายของดิน ปัญหามลพิษทางอากาศ เสียง และความสั่นสะเทือน ปัญหาผลกระทบด้านการคมนาคมขนส่ง ปัญหาผลกระทบด้านสุนทรียภาพและแหล่งธรรมชาติอันควรแก่การอนุรักษ์ ปัญหาผลกระทบต่อสังคมท้องถิ่น เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีมาตรการในการแก้ไขผลกระทบ และการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมภายหลังการทำเหมือง เพื่อสร้างสมดุลของการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

โรงงานผลิตปูนซิเมนต์แก่งคอย ได้เริ่มก่อสร้างมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512 และเริ่มผลิตปูนซิเมนต์ในปี พ.ศ. 2514 ภายหลังจากประเทศไทยเกิดวิกฤตเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2540 บริษัทปูนซิเมนต์ไทยจึงได้ปรับโครงสร้างการบริหารงาน โดยได้จัดตั้งโรงงานผลิตปูนแก่งคอยขึ้นเป็นบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด โดยได้รับประทานบัตรให้ดำเนินการทำเหมืองหินปูน

บริเวณท้องที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี เป็นเนื้อที่กว่า 2,500 ไร่ พร้อมทั้งมีนโยบายและกำหนด มาตรการฟื้นฟูพื้นที่ภายหลังการทำเหมืองขึ้น โดยได้ว่าจ้างศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นที่ปรึกษาในการจัดทำแผนแม่บทเพื่อรักษาลี้ังแวดล้อมและฟื้นฟู พื้นที่ภายหลังการทำเหมือง

ภายหลังจากการดำเนินกิจกรรมเหมืองทำให้ระบบนิเวศในพื้นที่ที่ดำเนินการเสื่อมโทรม บางระบบนิเวศสามารถกลับคืนสู่สภาพธรรมชาติได้ แต่เนื่องมาจากข้อจำกัดบางประการที่ทำให้ หลายระบบนิเวศไม่สามารถเป็นเช่นนั้น ถึงแม้พื้นที่นั้นจะมีการกลับคืนสู่สภาพธรรมชาติเกิดขึ้น แต่กระบวนการกลับคืนสู่สภาพเดิมนั้นใช้เวลายาวนาน ดังนั้นการแทรกแซงของมนุษย์จึงเป็นวิธีที่ ทำให้เกิดกระบวนการกลับคืนสู่สภาพเดิม หรือเป็นการช่วยเร่งอัตราการกลับคืนสู่สภาพเดิมให้เร็ว ขึ้น นอกจากนี้ในพื้นที่ที่ไม่ได้ดำเนินการทำเหมืองแล้วทางบริษัทฯ ได้มีการปลูกต้นไม้เพื่อฟื้นฟู สภาพเหมือง เพื่อให้ระบบนิเวศในพื้นที่สามารถกลับคืนสู่สภาพธรรมชาติให้มากที่สุด

ในกรณีของสัตว์ขนาดเล็ก เช่น แมลง ที่เป็นตัวช่วยในการแพร่กระจายของสังคมพืชและ ช่วยในการย่อยสลายเศษซากอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินในป่าให้ดียิ่งขึ้น และมีความสำคัญต่อการฟื้นฟูบูรณะผลผลิตใหม่ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำ ให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของประชากรแมลงและความสำคัญของแมลงต่อระบบนิเวศตลอดทั้ง นำข้อมูลที่ได้มาประเมินสถานภาพของแมลงเพื่อนำไปสู่การวางแผนทางเพื่อจัดการ ทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่อย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงความหลากหลายชนิดและถิ่นการกระจายของแมลงในดินรวมทั้งความหนาแน่นของปรแมลงในดินในพื้นที่เหมืองหินปูนภายหลังทำการฟื้นฟูบูรณะผลผลิตใหม่และป่าธรรมชาติในอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี
2. เพื่อศึกษาการผันแปรของแมลงในดินในแต่ละช่วงฤดูกาลของแต่ละพื้นที่ทำการศึกษา
3. เพื่อนำแมลงในดินมาเป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ได้และเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประกอบการพิจารณาวางแผนจัดการพื้นที่ภายในบริเวณพื้นที่เหมืองหินปูนของบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) ที่จังหวัดสระบุรีในอนาคตต่อไป

การตรวจเอกสาร

ภูเขาหินปูน

งามพิศ (2543) ได้ศึกษาส่วนประกอบของหินปูนพบว่า หินปูนเป็นตะกอนชนิดหนึ่ง เกิดจากวัสดุแร่แตกต่างกัน ทั้งที่แปรสภาพจากตะกอนของซากสัตว์ทะเลโบราณที่เกิดขึ้นจากแรงกดทับกันมาเป็นเวลายาวนานภายใต้สิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันจนทำให้ขนาดเม็ดหินต่างกัน หลังจากนั้นได้เกิดการสมานตัวจนกลายเป็นเนื้อหินแข็ง สำหรับสารแร่ที่พบในหินปูนพบว่ามีมากมาย นักวิทยาศาสตร์ได้วิเคราะห์แล้ว พบว่าหินปูนประกอบด้วย แร่แคลไซต์ (calcite) แร่อะราโกไนต์ (aragonite) และแร่โดโลไมต์ (dolomite)

โดยปกติแล้วหินปูนที่พบในประเทศไทยมักจะมีปริมาณแร่แคลไซต์มากกว่าร้อยละ 50 ขึ้นไป หายากที่จะพบแร่อะราโกไนต์ แต่ถ้าเป็นแร่โดโลไมต์เกินกว่าร้อยละ 50 มักจะพบอยู่ในหินแคลเซียมแมกนีเซียมคาร์บอเนต ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) ในกรณีที่มีแต่โดโลไมต์เกินกว่าร้อยละ 90 ขึ้นไป เรียกว่า โดโลสโตนส์ (Dolostones) ในการผานตัวของเนื้อหินปูนนั้น อีกส่วนประกอบหนึ่งคือ ตะกอนปูน (lime sediments) ซึ่งมีขนาดอนุภาคแตกต่างกันไป และมีชื่อเรียกที่แตกต่างกัน

จากการสะสมตัวและก่อเกิดของหินปูนจากซากและเปลือกสัตว์ได้ทั้งทะเล ทะเลสาบ และปากแม่น้ำ เมื่อเวลาผ่านไป ชั้นเปลือกโลกเคลื่อนตัวโผล่พ้นน้ำในที่สุด และบริเวณใดแรงดันตัวมีมาก เกิดแรงดันในชั้นเปลือกโลกยกตัวสูงขึ้นเป็นสันเขาหินปูน ความเป็นมาดังกล่าวทำให้ปรากฏซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์ทะเลยุคโบราณในชั้นหินปูน จึงเป็นหลักฐานบันทึกทางประวัติศาสตร์ธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงชั้นเปลือกโลก ตัวอย่างเช่น ภูเขาหินปูนหลาย ๆ แห่งในประเทศไทย เช่น จังหวัดนครสวรรค์ หรือลพบุรี พบซากของสัตว์ทะเลบนภูเขาหินปูน แสดงว่าพื้นดังกล่าวน้ำทะเลเคยท่วมถึงมาก่อน (งามพิศ, 2543)

ความสำคัญของพื้นที่เขาหินปูน

1. เป็นแหล่งแร่ธาตุและวัตถุดิบ (mineral products) นำหินปูนไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ และการนำหินไปเผาทำเป็นปูนขาว เป็นแหล่งหินอ่อน และดินมาร์ล

2. เป็นแหล่งของป่า (non timber forest product) ดังเห็นได้จากการที่หลายพื้นที่มีถ้ำ เมื่อมีค้างคาวมาอาศัยอยู่เป็นจำนวนมากและถ้ำมูลไว้ตามถ้ำต่าง ๆ เกษตรกรก็สามารถนำมูลค้างคาวไปเป็นปุ๋ย กรณีที่ภายในถ้ำมีนกนางแอ่นกินรังอาศัยอยู่ ก็สามารถเข้าเก็บหารัง มาเป็นอาหารจนเป็นที่มาของการเข้าไปประมูลเก็บรังนก

แหล่งพืชอาหารป่า พืชสมุนไพร และไม้ประดับ พืชพรรณที่ขึ้นกระจายในพื้นที่สังคมพืชเขาหินปูน แม้ไม่ได้เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ แต่คุณค่าก็ไม่ได้ด้อยไปตามขนาดของต้นไม้แต่อย่างใด ดังเช่น เปล้าน้อยเป็นพืชสมุนไพรที่นำมาสกัดสารเปลาโนทอล (Platanol) เพื่อรักษาโรคแผลในกระเพาะอาหาร แม้ว่าการศึกษาถึงการนำพืชสมุนไพรจากสังคมพืชเขาหินปูนมาใช้ประโยชน์ยังมีน้อย แต่มีพืชอีกหลายชนิดที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นพืชสมุนไพรเศรษฐกิจในอนาคตได้ รวมถึงต้นไม้ที่กระแสรักยังสามารปลูกประดับเป็นไม้บอนไซได้เช่นกัน

3. เป็นที่อาศัยของสัตว์ป่า (wildlife habitats) มีสัตว์ป่ารวมทั้งแมลงหลากหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเลียงผาและค้างคาวอาศัยอยู่ในป่าเขาหินปูนตามธรรมชาติ ฉะนั้นพื้นที่ดังกล่าวจึงเป็นพื้นที่สำคัญต่อการอนุรักษ์สัตว์ป่ากลุ่มต่าง ๆ ในรูปแบบของการอนุรักษ์ไว้ในถิ่นเดิมด้วยการพัฒนาให้เป็นพื้นที่อนุรักษ์ ได้แก่ เขตห้ามล่าสัตว์ป่า และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า

4. เป็นแหล่งต้นน้ำ (watershed area) เขาหินปูนเป็นพื้นที่ที่ครอบคลุมบริเวณกว้าง ประกอบไปด้วย สันเขา หุบเขา และที่ราบ รวมไปถึงแหล่งน้ำใต้ดินและน้ำผิวดิน เป็นแหล่งกักเก็บน้ำที่สำคัญ

5. เป็นแหล่งท่องเที่ยวและนันทนาการ (scenic and tourism) ความแปลกตาทางด้านภูมิทัศน์ของพื้นที่เขาหินปูน กลายเป็นสิ่งดึงดูดใจให้นักท่องเที่ยวเข้ามาใช้พื้นที่ไม่ว่าจะเป็นการเที่ยวถ้ำ การเที่ยวในป่าหินลานหิน เป็นต้น ในประเทศไทยมีอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าหลายแห่งที่มีสภาพพื้นที่เป็นเขาหินปูน และเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของประเทศ เช่น อุทยานแห่งชาติ ถ้ำปลา – ผาเสื่อ จังหวัดแม่ฮ่องสอน, อุทยานแห่งชาติ ลำคลองงู อุทยานแห่งชาติ ไทรโยค เอราวัณ เขลิมรัตนโกสินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี, อุทยานแห่งชาติ ถ้ำผาไท จังหวัดลำปาง อุทยานแห่งชาติ เขาสก จังหวัดสุราษฎร์ธานี และ อุทยานแห่งชาติเขาสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นต้น

6. เป็นแหล่งประวัติศาสตร์ (historical sites) โดยเป็นแหล่งโบราณคดีทางธรรมชาติ เพราะตามปกติแล้ว ภูเขาหินปูนมักจะเป็นแหล่งสะสมของซากสัตว์ดึกดำบรรพ์ หรือซากฟอสซิลของสิ่งมีชีวิตในอดีต เช่น บริเวณอุทยานถ้ำเพรธำทอง อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ เป็นแหล่งที่พบซากฟอสซิลสัตว์ทะเลเป็นจำนวนมาก ทั้งกลุ่มหอย ปะการัง และอื่นๆ ถ้าวิมารนาภินในจังหวัดชัยภูมิพบฟันของหมีแพนด้ายักษ์เคยมีชีวิตอยู่ในบ้านเรา หลักฐานฟอสซิลต่าง ๆ จึงเป็นหลักฐานที่สำคัญในการศึกษาทางด้านบรรพชีวินต่าง ๆ ด้วย

พื้นที่เขาหินปูนนี้ยังเป็นแหล่งประวัติศาสตร์ทางวัฒนธรรมของมนุษย์ที่หลงเหลือไว้ในอดีตไม่ว่าจะเป็นภาพเขียนที่บอกสภาพชีวิตในยุคโบราณตามผนังถ้ำ พบในถ้ำผีหัวโต จังหวัดกระบี่ รวมถึงถ้ำบางแห่งยังเป็นแหล่งเก็บโบราณวัตถุต่าง ๆ ที่เป็นของใช้ของมนุษย์ในอดีต เช่น หม้อ ไห กำไล อาวุธ เป็นต้น รวมทั้งชิ้นส่วนซากมนุษย์ อย่างเช่น ซากมนุษย์ยุคหินที่ถ้ำผีแมน จังหวัดแม่ฮ่องสอน ถ้ำในอำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง ที่พบกะโหลกของมนุษย์เกาะคา (*Homo erectus*)

7. เป็นแหล่งศึกษาวิจัย (educational sites) จากหลักฐานทางโบราณคดี การเปลี่ยนแปลงรูปลักษณะทางสัณฐานของเปลือกโลก สังกมพีช พืชพรรณ สัตว์ป่าและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในบริเวณพื้นที่เขาหินปูน รวมทั้งระบบนิเวศถ้ำ นับเป็นสื่อสำคัญในการศึกษาธรรมชาติวิทยา เพื่อช่วยให้มนุษย์ได้เรียนรู้และเข้าใจถึงธรรมชาติศึกษาได้มากขึ้นในแง่มุมที่หลากหลาย

สังคมพีชโดยทั่วไปบริเวณพื้นที่เขาหินปูน

สังคมพีชผลัดใบเขาหินปูน

สังคมพีชผลัดใบเขาหินปูน (tropical mixed deciduous forest on karst topography) ชนิดพืชที่เป็นลักษณะเด่นพบว่ามี ไม้ป่า (*Bambusa bambos* (L.) Voss) ไม้ซาง (*Dendrocalamus stictus* (Roxb.) Nees) ขึ้นอยู่หนาแน่น โดยไม้ที่พบเป็นไม้ที่มีขนาดลำเล็กกว่าในป่าเบญจพรรณ ถึงแม้ว่าเป็นชนิดเดียวกันตามพื้นที่ราบ ทั้งนี้มีต้นไม้แคระแกร็นเนื่องจากชั้นดินตื้นและความชุ่มชื้นน้อยเฉพาะในช่วงสั้นในฤดูฝนเท่านั้น เมื่อฤดูฝนผ่านไปเข้าสู่ฤดูแล้งพืชหลายชนิดผลัดใบจนดูแห้งแล้งและเหี่ยวเฉา ชนิดไม้ต้นที่พบมักมีลำต้นคดโค้งท่อนล่างได้ดี มีความสูงเฉลี่ย 10-15 เมตร เช่น ปอ ต็อก (*Sterculia urena* Roxb. Var. *thorelii*) อ้อยช้าง (*Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr) แงง (*Merua siamensis* (Kurz) Pax) สมพง (*Tetrameles nudiflora* R.Br.) ปออีเก้ง (*Pterocymbium*

javanicum.R.Br.) งาม (Bombax anceps var. cambodiense (Pierre) Robyns) ต้นมหาพรหม (Mitrephora winitii, Craib) ต้นจันทน์หอม (Mansonia gagei, Drumm.) สำหรับไม้เรือนยอดชั้นรองมักแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่ มักมีความสูงประมาณ 5-10 เมตร ชนิดไม้ที่พบ เช่น จันทน์ผา (Dracaena loureii, Gagnep.) ต้นสลัดไคป่า (Euphorbia antiquorum.L.) จีเหล็กฤาษี (Phyllanthus mirabilis, Mull. Var.) เป็นต้น ขึ้นสลับไปกับเถาวัลย์หลายชนิดไม่ว่าจะเป็น รวงแดง (Ventilago denticulate, Willd.) เล็บเหยี่ยว (Ziziphus oenoplia (L.) Mill. Var.) จิงช้าชาลี (Tinospora baenzigeri, Forman) บอระเพ็ด (Tinospora crispa (L.) Miers ex Hook.f. & Thomson) เป็นต้น (เต็ม และคณะ, 2520)

สังคมพืชไม้ผลัดใบเขาหินปูน

สังคมพืชไม้ผลัดใบเขาหินปูน (evergreen forest on karst topography) ลักษณะสังคมพืชเช่นนี้พบทั่วไปในภาคใต้และบางจังหวัดในภาคตะวันตก เนื่องจากเป็นภูเขาหินปูนที่อยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งมีฝนตกชุกเกินกว่า 1,600 มิลลิเมตรต่อปีขึ้นไป มีการกระจายของฝนอย่างต่อเนื่องมากกว่า 8 เดือนในรอบปี และเนื่องจากฝนตกชุกและยาวนานทำให้พืชพรรณได้รับความชุ่มชื้นเป็นเวลานาน จึงไม่จำเป็นต้องผลัดใบเหมือนเขาหินปูนที่อยู่ในบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย ไม้ต้นส่วนใหญ่ที่พบมักไม่ผลัดใบในช่วงแล้งและมีความสูงมากกว่าสังคมพืชผลัดใบเขาหินปูน คือมีความสูงประมาณ 15-20 เมตร ส่วนใหญ่มักจะพบอยู่บริเวณเชิงเขา เช่น ไทรช้อยใบหนู (Ficus microcarpa, Linn.f.) ตะเคียนหิน (Hopea ferrea Laness.) กะเบาเกล็ด (Hydnocarpus ilicifolia, King) เลียบ (Ficus japonica, Miq) เป็นต้น สำหรับไม้ที่มีเรือนยอดชั้นรอง มีความสูงประมาณ 10-12 เมตร เช่น อีไค้ (Diospyro beaudii, Lecomte) กลาย (Mitrephora keithii, Ridl) และเถาวัลย์หลายชนิดที่ขึ้นปะปนเช่นเดียวกับสังคมพืชผลัดใบบนเขาหินปูน ในบางครั้งอาจมีไผ่ป่าขึ้นประปราย (เต็ม และคณะ, 2520)

สังคมพืชแคะหนามเขาหินปูน

สังคมพืชแคะหนามเขาหินปูน (thorn scrub forest on karst topography) เนื่องจากหน้าผาหินปูนที่สูงชันเกือบตั้งตรงตามแนวตั้งหรือตั้งตรง ซึ่งมีความลาดชันเกิน 60-100 องศา เป็นเหตุให้น้ำฝนกัดเซาะหน้าดินตามซอกหินออกไปตกในพื้นที่ซอกหินที่อยู่ต่ำกว่าทำให้เหลือเพียงแผ่นหินปูนล้วน ๆ ยากที่พืชตามปกติจะขึ้นอยู่ได้ แต่ก็มีพืชบางชนิดที่สามารถแทรกตัวอยู่ได้ตาม

ร่องรอยแตกของหินดังกล่าว เช่น ไกร (*Ficus glaberrima*) เป็นต้น มีการแตกรากห้อยยาวไปยังบริเวณที่มีดินแทรกตัว สลัดไผ่ป่า เป็นพืชทนแล้งใบลดรูปกลายเป็นหนาม จันทน์ผา แตกรากได้ดีในพื้นที่แล้ง ใบหนาลดการคายน้ำ พืชบางชนิดยังมีการลดขนาดลำต้นให้แคระแกร็นลงเนื่องจากการถูกจำกัดด้วยธาตุอาหาร จนทำให้ไม้ชนิดดังกล่าวมีสภาพไม่แตกต่างไปจากไม้บอนไซ (Bonsai) โดยเฉลี่ยพบว่าไม้ต้นไม่สูงไม่เกิน 1 เมตร เช่น ปอช้าง จี๋เหล็กถ้ายี่ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบ ปรงผา (*Cycas clivicola* ssp. *clivicola*) สังคมย่อยลักษณะนี้ดูเขียวครึ้มชัดเจนในฤดูฝน อย่างไรก็ตาม สังคมพืชแคระหนามเขาหินปูน สามารถพบได้ทั้งประเภทผลัดใบและไม่ผลัดใบ ขึ้นอยู่กับชนิดพืชที่ปกคลุมเป็นประเด็นสำคัญ สำหรับหน้าผาในช่วงฤดูฝนส่วนใหญ่อาจพบพืชล้มลุกและเฟิร์น เช่น เหี่ยวเฉียงผา (*Impatiens kerrii* Craib) กาบว่าว (*Drynaria quercifolia* (L.) Sm.) ลิ้นกุ่ม (*Pyrrosia eberhardtii* Ching) เป็นต้น (เต็ม และคณะ, 2520)

ความเป็นมาของการทำเหมืองแร่

การทำเหมืองแร่เป็นกิจกรรมที่เติบโตควบคู่ไปกับการพัฒนาของโลกและการเพิ่มขึ้นของประชากร เนื่องจากมนุษย์มีความต้องการในการใช้วัตถุดิบในการพัฒนาสังคม นับจากศตวรรษที่ 14 เป็นต้นมา ได้มีการดำเนินการทำเหมืองมากขึ้นจนกลายเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และได้มีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้มากยิ่งขึ้นเมื่อครั้งศตวรรษที่ผ่านมา ทำให้แหล่งวัตถุดิบที่เป็นทรัพยากรธรรมชาติถูกทำลายเป็นอันมาก (Wali and Freeman, 1975)

ชนะ (2530) ได้กล่าวว่า มนุษย์ได้รู้จักและนำเอาทรัพยากรธรณีหรือแร่มาใช้ทำประโยชน์เป็นเวลานานนับพันปีมาแล้ว เริ่มต้นโดยการนำเอาแร่จำพวกที่ไม่ใช่โลหะมาใช้ประโยชน์ก่อน ซึ่งได้แก่ การนำเอาหินบางชนิด เช่น หินเหล็กไฟ (Flint), หินเชิร์ต (Chert), ควอตซ์ (Quartz), หินควอร์ตไซต์ (Quartzite), หินสบู่ (Soapstone) หรือหินปูน มาใช้ทำอาวุธ เครื่องใช้ หรือเครื่องแกะสลัก เป็นต้น และได้มีการนำเอาดินเหนียวมาทำเป็นพวกเครื่องใช้ในครัวเรือน ใช้ทำอิฐเพื่อการก่อสร้างบ้านเรือน ซึ่งต่อมาได้กลายเป็นอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา เซรามิกส์ และวัสดุก่อสร้างขึ้น ในลำดับต่อมา มนุษย์ได้ค้นหาแร่และโลหะมาเพื่อใช้ประโยชน์ต่าง ๆ กันมากขึ้นตามลำดับ รวมทั้งได้รวบรวมจัดทำเอกสารขึ้นเพื่อเผยแพร่ความรู้ในการศึกษาเกี่ยวกับแร่และหิน ซึ่งทำให้การอุตสาหกรรมด้านนี้เจริญก้าวหน้ามาจนถึงปัจจุบัน

สันต์ (2525) กล่าวว่า สำหรับการทำเหมืองแร่ในประเทศไทยมีมาแต่สมัยโบราณกาล เนื่องจากมีการค้นพบแร่ดีบุกในบริเวณภาคใต้ก่อนแต่ยังไม่มีหลักฐานที่แน่ชัด ต่อมาได้มีการขุดเอาแร่ดีบุกมาดองใช้ทำหลังคาปราสาทในสมัยกรุงศรีอยุธยา ต่อจากนั้นได้มีหลักฐานในสมัยรัชกาลที่ 5 มีชาวต่างชาติหลายรายมาลงทุนทำเหมืองแร่ที่มีการทำเหมืองในระบายนั้นมีเพียง 4 ชนิด คือ แร่ทอง ที่อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และ อำเภอภินทรบุรี จังหวัดปราจีนบุรี พลอยที่ จังหวัดจันทบุรี และระยอง แร่ดีบุกทั่วภาคใต้ และถ่านลิกไนต์ที่กระบี่ และสุราษฎร์ธานี นอกจากนี้ได้ทรงจัดตั้งกรมราชโลหกิจและภูมิวิทยา เพื่อทำหน้าที่ตรวจตราบรรดาการที่เกี่ยวข้องกับแร่ โลหธาตุ ทั้งประทานบัตรและสัญญาอาทานในการแร่ โลหธาตุและภูมิวิทยาทั้งปวงในพระราชอาณาจักร สมัยนี้ได้มีการออกกฎหมายว่าด้วยการทำเหมืองแร่ฉบับแรก เรียกว่า พระราชบัญญัติเหมืองแร่ ร.ศ. 120 เริ่มใช้เมื่อวันที่ 23 กันยายน พ.ศ. 2444 ทำให้การเหมืองแร่เป็นระเบียบยิ่งขึ้น จนกระทั่งสมัยรัชกาลที่ 7 ได้มีการเปลี่ยนแปลงการปกครองทำให้เกิดการขยายงานทางวิชาการด้านอุตสาหกรรมเหมืองแร่และพัฒนาจนมาถึงปัจจุบัน

บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แ่งคอย) จำกัด

สำหรับอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ในประเทศไทยได้เริ่มก่อตั้งครั้งแรกเมื่อวันที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2456 โดยพระราชดำริและพระราชประสงค์ของพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวที่จะให้มีอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ขึ้นในประเทศ จึงได้มีการจัดตั้งโรงงานขึ้นด้วยเงินทุนเริ่มแรก 1,200,000 บาท นับเป็นกำเนิดของบริษัทปูนซิเมนต์ไทย จำกัด และเริ่มดำเนินการผลิตในปี 2458 ด้วยกำลังการผลิต 24,000 ตันต่อปี

ขอบเขตประทานบัตร

ขอบเขตประทานบัตรเหมืองหินปูนและหินดินดานของ บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แ่งคอย) จำกัด ทั้ง 10 แปลง เลขที่ 32444/15541, 32439/15537, 14083/15538, 14084/15539, 14085/15540, 14087/15542, 32443/15543, 32440/15544, 32436/15545 และ 32445/15546 มีเนื้อที่อยู่ในอาณาเขต 3 ตำบล อัน ได้แก่ ตำบลทับทิมขาว ตำบลท่าคล้อ และ ตำบลบ้านป่า อำเภอแ่งคอย จังหวัดสระบุรี ขอบเขตของเหมืองประทานบัตรทั้ง 10 แปลง ทางด้านทิศตะวันออกจรดเส้นกริด 718,285 ขอบเขตทางด้านทิศตะวันตกจรดเส้นกริด 721,835 ขอบเขตทางด้านทิศเหนือจรดเส้นกริด 1,623,035 และขอบเขตด้านทิศใต้จรดเส้นกริด 1,620,935

แผนการทำเหมือง

จากแผนผังโครงการทำเหมืองแร่อุตสาหกรรมชนิดหินปูนและชนิดหินดินดานเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ ในปี 2547 พบว่า บริษัทปูนซีเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด มีแผนคาดการณ์ในการดำเนินการผลิตหินปูนและหินดินดาน ตั้งแต่ปี 2547 – 2570 โดยจะดำเนินการผลิตหินปูนในแปลงประทานบัตรทั้งสิ้น 10 แปลง ประกอบไปด้วยแปลงประทานบัตรเลขที่ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งจะมีปริมาณหินปูนที่ใช้ในการผลิตซีเมนต์และหินปูนคุณภาพต่ำทั้งสิ้น 21.7 ล้านตัน

แผนการผลิตหินดินดานเพื่อผลิตปูนซีเมนต์ จะดำเนินการผลิตในแปลงประทานบัตรทั้ง 10 แปลงนั้น รวมแล้วบริษัท ปูนซีเมนต์ไทยอุตสาหกรรม จำกัด ได้รับประทานบัตรให้ดำเนินการทำเหมืองหินปูน บริเวณท้องที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี เป็นเนื้อที่กว่า 2,500 ไร่ เมื่อกรมป่าไม้ได้อนุญาตให้ผู้ประกอบกิจการทำเหมืองเข้าทำประโยชน์ในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติแล้วนั้น ทางผู้ประกอบกิจการจะต้องปฏิบัติตามระเบียบกรมป่าไม้ว่าด้วยการอนุญาตให้เข้าทำประโยชน์หรืออยู่อาศัยภายในเขตป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2539 และปฏิบัติตามเงื่อนไขแนบท้ายหนังสืออนุญาต ตามแบบ ป.ส. 23 ในเรื่องของการปลูกป่าทดแทนและบำรุงรักษาป่าที่ปลูก พร้อมทั้งฟื้นฟูสภาพพื้นที่ต่อไป เพื่อให้เป็นไปตามระเบียบข้อบังคับของกรมป่าไม้และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พื้นที่ภายหลังการทำเหมืองแล้ว ผู้ประกอบกิจการทำเหมืองแร่จะต้องให้ความสำคัญอย่างมากต่อการฟื้นฟูสภาพพื้นที่เหมืองแร่ทั้งทางกายภาพและด้านชีวภาพ ในส่วนของการฟื้นฟูทางด้านกายภาพการจัดการปรับสภาพพื้นที่สามารถกระทำได้โดยใช้ระยะเวลาดำเนินการไม่นานนัก แต่สำหรับการฟื้นฟูทางด้านชีวภาพได้แก่ การปลูกต้นไม้ พืชพรรณต่าง ๆ ให้มีสภาพใกล้เคียงกับธรรมชาติเดิมมากที่สุดนั้น จะต้องใช้เวลานานและมีปัจจัยเกี่ยวข้องมาก ทำให้การดำเนินการฟื้นฟูต้องอาศัยเทคโนโลยีทางวนวัฒนและสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องมาช่วยดำเนินการ จึงมีนโยบายและกำหนดมาตรการฟื้นฟูพื้นที่ภายหลังการทำเหมืองขึ้น โดยได้ว่าจ้างศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นที่ปรึกษา ในการจัดทำแผนแม่บทเพื่อรักษาสีเขียวและฟื้นฟูพื้นที่ภายหลังการทำเหมือง

การฟื้นฟูบูรณะให้เกิดผลผลิตใหม่

โดยธรรมชาติพื้นที่ขนาดเล็กการฟื้นตัวของป่านั้นสามารถเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในทางกลับกันพื้นที่ป่าซึ่งถูกทำลายขนาดใหญ่ การฟื้นตัวของป่าโดยธรรมชาติอาจไม่เพียงพอที่จะทำให้ระบบนิเวศกลับมามีสภาพเหมือนเดิมได้ (หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า, 2549) ดังนั้นเพื่อให้

พื้นที่ป่าสามารถฟื้นตัวได้ต้องลดปัจจัยที่เป็นอุปสรรคของการฟื้นตัวตามธรรมชาติในพื้นที่ที่มีความเสื่อมโทรม ดังเช่น พื้นที่เหมืองแร่จำเป็นต้องใช้วิธีบูรณะหรือฟื้นฟูภูมิทัศน์ (landscape) ในพื้นที่กลับคืนสู่สภาพใกล้เคียงกับพื้นที่เดิมให้มากที่สุด ซึ่งวิธีการเริ่มแรกในการบูรณะฟื้นฟูพื้นที่ คือ การฟื้นฟูบูรณะให้เกิดผลผลิตใหม่ (reclamation)

FRIS (2003) กล่าวว่า การฟื้นฟูบูรณะให้เกิดผลผลิตใหม่ (reclamation) หมายถึง วิธีการที่ต้องการฟื้นฟูผลผลิตให้กลับมาใหม่อีกครั้ง หลังจากถูกทำลายไปแล้ว ไม่เน้นให้มีความหลากหลายทางชีวภาพให้กลับมามีความหลากหลายมากนัก มักใช้ไม้ต่างถิ่น หรือไม้ที่ทนต่อสภาพเสื่อมโทรมได้ดี ตัวอย่างเช่น บริเวณที่ผ่านการทำเหมืองดินบุกในภาคใต้ มีการพัฒนาพื้นที่โดยปลูกมะม่วงหิมพานต์ สุนทรวาลาย ยูคาลิปตัส กระถินเทพา กระถินณรงค์ เป็นต้น

การฟื้นฟูสภาพเหมือง คือ การฟื้นฟูสภาพพื้นที่ภายหลังจากการทำเหมืองเสร็จสิ้นแล้ว หรืออยู่ในระหว่างการทำเหมืองให้อยู่ในสภาพใกล้เคียงกับสภาพพื้นที่เดิมมากที่สุดหรือดีกว่าเดิม ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ (ประเสริฐ, 2538)

สำหรับการฟื้นฟูพื้นที่เหมืองแร่ นั้น แบ่งประเภทการฟื้นฟูเป็น 2 ประเภท คือ การฟื้นฟูทางกายภาพ (physical reclamation) และการฟื้นฟูทางชีวภาพ (biological reclamation) การฟื้นฟูทางกายภาพเป็นการจัดการภูมิทัศน์โดยรวมให้มีความเสถียรและมีภูมิทัศน์กลมกลืนกับธรรมชาติ การฟื้นฟูด้านชีวภาพ คือ การปลูกต้นไม้และพืชพรรณปกคลุมสภาพเดิม

การฟื้นฟูทางชีวภาพ (biological reclamation)

การฟื้นฟูทางชีวภาพของพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมือง หมายถึง การที่พื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองฟื้นคืนสู่สภาพธรรมชาติ หรือมีความสมดุลของระบบนิเวศด้วยตนเอง ซึ่งเป็นประเด็นหลักสำคัญที่สุดของการฟื้นฟูสภาพเหมือง นอกจากการสร้างเสถียรของพื้นที่ (site stable)

การฟื้นฟูทางชีวภาพด้วยตนเองของพื้นที่เหมืองร้าง โดยทั่วไปพบว่าต้องใช้เวลานานมาก ซึ่งอาจต้องใช้เวลานานถึง 10 ปี จึงพบสังคมพืชประเภทไม้ยืนต้นในบริเวณพื้นที่เหมืองร้าง โดยที่พันธุ์ไม้พุ่มจะสามารถขึ้นได้ดีประมาณปีที่ 7 ส่วนพืชล้มลุกจะขึ้นได้ดีในปีที่ 3 หลังการทำเหมืองสิ้นสุด ในขณะที่พื้นที่เหมืองร้างที่มีอยู่ 1 ปี มีพืชพรรณธรรมชาติที่สามารถขึ้นอยู่ได้ จำนวนเล็กน้อยมาก ส่วนใหญ่เป็นพวกหญ้าและพืชล้มลุกขนาดเล็กเท่านั้น เพื่อให้ระบบนิเวศกลับคืนสู่

สภาพโดยเร็ว จึงจำเป็นต้องช่วยทำการฟื้นฟูทางชีวภาพโดยการปลูกต้นไม้และพรรณพืชอื่น ๆ ที่เคยขึ้นอยู่ เช่น ไม้พื้นล่าง และหญ้าที่คลุมดิน (บริษัททิมคอนซัลติ้ง เอนจิเนียริง แอนด์ แมนเนจเม้นท์ จำกัด, 2544)

ชนิดไม้สำหรับการฟื้นฟูสภาพเหมือง

เนื่องจากสภาพดินภายหลังการทำเหมืองหินปูนนั้นมีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารต่ำมาก หากปล่อยให้พื้นที่ที่มีกลับคืนสู่สภาพธรรมชาติหรือใกล้เคียงธรรมชาติมากที่สุด โดยการปล่อยให้มีการเจริญเติบโตหรือปล่อยให้มีการทดแทนตามธรรมชาติเกิดขึ้นนั้นต้องใช้เวลาค่อนข้างยาวนาน เนื่องจากปัจจัยของดินไม่เอื้ออำนวยต่อการทดแทนของพืช ดังนั้น จึงจำเป็นต้องฟื้นฟูโดยมนุษย์เป็นตัวช่วย ด้วยการปลูกต้นไม้ขึ้นมาทดแทน เพื่อเป็นการรักษาความสมดุลแห่งระบบนิเวศสำหรับการคัดเลือกชนิดไม้เพื่อนำมาปลูกในการฟื้นฟูทางชีวภาพ มีความจำเป็นที่จะต้องมีการทดสอบชนิดไม้ (species trials) เสียก่อน ถึงแม้ว่าในพื้นที่จะมีพรรณไม้ดั้งเดิมอยู่หลายชนิดแต่ภายหลังจากการทำเหมืองแร่แล้วสภาพดินจะมีความแตกต่างกันมาก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วชนิดของพืชพรรณที่ใช้ปลูกเพื่อการฟื้นฟูสภาพเหมืองจะเป็นพันธุ์ไม้ประจำถิ่นที่เคยขึ้นอยู่เดิมก่อนการทำเหมือง หรืออีกกรณีหนึ่งอาจใช้พันธุ์ไม้ที่มีศักยภาพและเหมาะสมกับลักษณะดินและสภาพพื้นที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากการทำเหมือง

ในประเทศปาปัวนิวกินี ได้ทดลองปลูกต้นกระถินณรงค์บนพื้นที่ดินซึ่งขวานาละทิ้งไปแล้วเนื่องจากสภาพดินทรามมาก ปรากฏว่ากระถินณรงค์สามารถขึ้นได้ดี มีความสูงเฉลี่ย 6 เมตร และขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 5 ซม. ภายใน 2 ปี (คงศักดิ์, 2527) นอกจากนี้กระถินณรงค์ยังสามารถขึ้นได้ดีในดินเหมืองแร่ดิบกร้างในประเทศมาเลเซีย และไม้กระถินณรงค์ที่ทดลองปลูกบนพื้นที่ที่ถูกทำลายเนื่องจากการทำเหมืองแร่ยูเรเนียม ทางตอนเหนือของออสเตรเลีย ซึ่งมีพื้นที่บางแห่งเป็นอันตราย มีค่า pH ตั้งแต่ 3-9 ปรากฏว่า กระถินณรงค์เป็นไม้ชนิดเดียวที่สามารถขึ้นได้ (อำนาจ, 2525)

เทคโนโลยีนวัตกรรมในการฟื้นฟูสภาพเหมือง

Helm (1998) กล่าวว่า วนวัฒน หรือ วนวัฒนวิทยา เป็นสาขาหนึ่งของวิชาวนศาสตร์ที่ว่าด้วยการประยุกต์ศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์เพื่อการควบคุมการเกิด การเติบโต องค์ประกอบ

สุขภาพ และคุณภาพของหมูไม้เพื่อสนองความต้องการและความพึงพอใจอันหลากหลายของสังคมอย่างยั่งยืน ส่วนการปฏิบัติทางวนวัฒน เป็นการปฏิบัติเพื่อให้ต้นไม้ตั้งตัวได้โดยการใช้ความรู้พื้นฐานด้านวนวัฒนวิทยา ซึ่งมีวิธีปฏิบัติมากมายหรืออาจเรียกว่าเทคโนโลยีวนวัฒนก็ได้

ในการฟื้นฟูสภาพเหมืองได้มีการกำหนดรูปแบบโดยสังเขปและใช้เทคโนโลยีวนวัฒน ดังนี้ คือ ทำการปลูกต้นไม้ให้เต็มพื้นที่ เพื่อคืนสภาพพื้นที่ป่าให้มีสภาพใกล้เคียงกับธรรมชาติเดิมมากที่สุด สำหรับพันธุ์ไม้ที่นิยมนำมาปลูกในการฟื้นฟูสภาพพื้นที่เหมือง ดังนี้

1. การปลูกพืชคลุมดิน

การปลูกพืชคลุมดิน เหล่านี้มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ขณะเดียวกันยังเป็นการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และปรับปรุงดินให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งพืชคลุมดินที่นิยมโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 จำพวกคือ พืชตระกูลหญ้า และพืชตระกูลถั่ว Bradshaw (1997) พบว่า พืชตระกูลถั่วสามารถที่จะตรึงไนโตรเจนได้อย่างรวดเร็วและเพียงพอในพื้นที่นั้น ๆ มากกว่านั้นยังส่งผลต่อหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศของพื้นที่อีกด้วย

2. การปลูกไม้โตเร็ว

การปลูกไม้โตเร็วไม่เพียงแต่จะช่วยในการอนุรักษ์ดินและน้ำ อันเป็นการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินเท่านั้น ไม้โตเร็วยังเป็นไม้ที่ปลูกง่ายขึ้นได้ในดินทุกชนิดจึงเหมาะสมสำหรับงานฟื้นฟูสภาพเหมืองเป็นอย่างมาก เชาว (2530) รายงานว่า ไม้กระถินเทพาสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่วนสวนป่าที่มีการบำรุงอย่างดี ไม้กระถินเทพาให้ความสูงถึง 3 เมตรในปีแรก อำนวย (2525) รายงานถึงไม้กระถินณรงค์ที่ทำการปลูกในพื้นที่ดินบริเวณที่ทำเหมืองแร่ดีบุกซึ่งเป็นบริเวณที่มีธาตุอาหารต่ำ ผลปรากฏว่าไม้กระถินณรงค์ก็สามารถเจริญเติบโตได้ดี และ บุญวงศ์ (2536) พบว่า ไม้กระถินคราสชิคาร์ปา (*Acacia crassicarpa*) มีความสามารถที่จะขึ้นได้ในแทบทุกสภาพท้องที่และพบขึ้นอยู่ในบริเวณสภาพดินหลายชนิด เช่น Red-Yellow Podzolic Soil, Alluvial Soil, Colluvial Soil หรือในที่ดินเหมืองแร่เก่าที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ก็สามารถเจริญเติบโตได้เร็วกว่าไม้กระถินเทพาเกือบเท่าตัว

3. การปลูกไม้ประดับขนาดกลาง

การปลูกไม้ประดับขนาดกลาง มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มสีสันให้กับป่าธรรมชาติให้สวยงามยิ่งขึ้นเพราะไม้ประดับที่คัดเลือกส่วนใหญ่ให้ดอกสีสวยงาม การปลูกไม้ประดับเหล่านี้จะเป็นในลักษณะของการปลูกแซมไม้ยืนต้นหรือไม้โตเร็วต่าง ๆ ถึงแม้ว่าไม้ประดับที่คัดเลือกส่วนใหญ่จะทนแล้งพอสมควร แต่ถ้าหากให้น้ำช่วยบ้าง โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งก็จะได้ผลดียิ่งขึ้น

นอกจากนี้ หลังจากการทำเหมืองไปแล้วสภาพดินยังไม่มีเหมาะสมต่อการปลูกพืช ดินมีการอัดตัวค่อนข้างแน่น ดังนั้นการปลูกพืชจะต้องปรับปรุงลักษณะดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชเสียก่อน ได้แก่ การไถพรวนโดยใช้ผาน เพื่อทำลายความอัดแน่นของดินพร้อมกับการปรับปรุงดินโดยการใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักเสียก่อน หลังจากนั้นจึงปลูกพืชในระดับต่าง ๆ (บริษัท ทีมคอนซัลติ้ง เอนจิเนียริง แอนด์ แมนเนจเม้นท์ จำกัด, 2544)

แผนแม่บทเพื่อฟื้นฟูพื้นที่เหมืองหินปูน

จากการที่มีข้อจำกัดหลายประการในการปลูกไม้ป่าในพื้นที่เหมืองหินปูน อาทิ พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นหินปูน มีเนื้อดินน้อย พื้นที่ไร้สิ่งปกคลุม มีความชื้นต่ำ และมีอุณหภูมิของดินสูง ดังนั้นจึงเป็นอุปสรรคสำหรับการเจริญเติบโตของไม้ป่าบางชนิด การจัดทำแผนแม่บทของศูนย์วิจัยป่าไม้ในครั้งนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อคัดเลือกชนิดพรรณไม้ที่เหมาะสม วิธีการเตรียมพื้นที่ดิน วัสดุปลูก วัสดุคลุมดิน และการให้น้ำ (ศูนย์วิจัยป่าไม้, 2549)

สำหรับนโยบายและกำหนดมาตรการฟื้นฟูพื้นที่ภายหลังการทำเหมืองหินปูนของศูนย์วิจัยป่าไม้นั้นได้จัดทำแผนแม่บทเพื่อรักษาลิ่งแวดล้อมและฟื้นฟูพื้นที่ภายหลังการทำเหมือง โดยทำการปลูกต้นไม้ในสภาพพื้นที่เหมืองหินปูนโดยแบ่งพื้นที่ทำการศึกษออกเป็น 2 โซน ดังนี้

1. พื้นที่ทดลองปลูกต้นไม้โซน A

สภาพพื้นที่วางแผนทดลองบริเวณนี้ เป็นพื้นที่ซึ่งได้เสร็จสิ้นจากการทำเหมืองหินปูนแล้ว ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นหินดินดาน มีขนาดเนื้อที่ประมาณ 6 ไร่ โดยมีแผนการทดลองแบบ RBD (Randomized Block Design) โดยมีทั้งหมด 3 ซ้ำ หรือ 3 blocks ซึ่งในการทดลองปลูกต้นไม้ได้ให้นำหน้าดินมาถมลงในแปลงโดยให้ความหนาของดินชั้นบนเท่ากับ 10, 20 และ 30 ซม. ตามลำดับ ซึ่งพื้นที่ถมดินในแต่ละความหนาของชั้นดินจะมีขนาดประมาณไม่เกิน 2 ไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ของแต่ละ block ในพื้นที่ที่มีการนำพืชชนิดต่าง ๆ เช่น หญ้ารูซี่ (*Bachiaria ruziziensis*) หญ้าไรวัด (*Chloris*

gayana) ถั่วไมยรา (*Desmanthus virgatus*) และถั่วฮามาต้า (*Stylosanthes hamata*) มาทดลองปลูกคลุมดินในพื้นที่เพื่อช่วยรักษาความชุ่มชื้นของดินในช่วงฤดูแล้ง และทำการปลูกทดลองไม้ 13 ชนิด คละกันไปแปลงชนิดละประมาณ 14 ต้นต่อแปลงโดยใช้ระยะปลูก 2×2 เมตร

2. พื้นที่ทดลองปลูกต้นไม้โซน C

สภาพพื้นที่บริเวณแปลงทดลองนี้ผ่านการทำเหมืองหินปูนมาแล้ว พื้นที่ปลูกเป็นดินดาน การเตรียมพื้นที่ทำโดยเอาดินมาถมหนา 30 ซม. (ซึ่งเป็นดินและหินทิ้งจากการทำเหมืองนำมาใช้ในการรองพื้น) โดยมีไม้ทดลอง 12 ชนิด มีระยะปลูกและการบำรุงรักษาเช่นเดียวกับพื้นที่โซน A แผนการทดลองในพื้นที่แห่งนี้เป็นแบบ CRD (Completely Random Design)

ตารางที่ 1 ชนิดไม้ที่ใช้ทดลองปลูกในพื้นที่ฟื้นฟูเหมืองหินปูน (โซน A และ โซน C)

ชนิด	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
มะรุมป่า	<i>Albizia lebbek</i>	MIMOSOIDEAE
มะค่าโมง	<i>Azelia xylocarpa</i> (Kurz) Craib	CAESALPINIOIDEAE
ประดู่บ้าน	<i>Pterocarpus indicus</i> Willd.	PAPILIONOIDEAE
ราชพฤกษ์	<i>Cassia fistula</i>	CAESALPINIOIDEAE
จีहनอน	<i>Zollingeria dongnaiensis</i> Pierre	SAPINDACEAE
กระถินเทพา	<i>Acacia mangium</i> Willd	MIMOSOIDEAE
จิวป่า	<i>Bombax valetonii</i> Hochr.	BOMBACEAE
ปีบ	<i>Millingtonia hortensis</i> L.f.	BIGNONIACEAE
ไผ่	<i>Bambusa</i> sp	GRAMINEAE
สะเดา	<i>Azadirachta indica</i> Juss. Var.	MELIACEAE
อินทนิลน้ำ	<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	LYTHRACEAE
จามจุรี	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	MIMOSOIDEAE

สำหรับการศึกษาของผู้วิจัยในครั้งนี้ได้มุ่งเน้นการศึกษาเกี่ยวกับประชากรของแมลง โดยใช้แมลงในดินเป็นตัวบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่เหมืองปูนภายหลังทำการฟื้นฟูบูรณะ ผลผลิตใหม่เปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ยังเสื่อมโทรมอยู่และพื้นที่ป่าดั้งเดิมโดยศึกษาความเปลี่ยนแปลง

ภายในระยะ 1 ปี ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีการกล่าวถึงความหลากหลายทางชีวภาพและลักษณะโดยทั่วไปของแมลงดังนี้

ความหลากหลายทางชีวภาพ

ความหมาย

ความหลากหลายทางชีวภาพหรือ Biological diversity มักใช้คำว่า Biodiversity (World Conservation Monitoring Centre, 1992) ซึ่งได้มีการให้ความหมายหรือคำจำกัดความไว้หลากหลายความหมายด้วยกัน Primack (1993) ได้กล่าวถึงความหลากหลายทางชีวภาพโดยยึดตาม U.S. Office of Technology Assessment (1987) ว่าหมายถึงความแตกต่างและการแปรผันในระหว่างหน่วยสิ่งมีชีวิตและความซับซ้อนของระบบนิเวศที่ปรากฏออกมา

Barnes *et al.* (1997) ให้คำจำกัดความของคำว่าความหลากหลายทางชีวภาพว่าหมายถึงความมากมายของชนิดและจำนวนของสิ่งมีชีวิต ตลอดจนแบบแผนการแพร่กระจาย

Smitinand (1995) ได้กล่าวว่า ความหลากหลายทางชีวภาพหมายถึง การเปลี่ยนแปลงการแปรผันของสิ่งมีชีวิตและนิเวศวิทยาที่ซับซ้อน ในขณะเดียวกัน Bisby (1995) ได้ให้นิยามความหลากหลายทางชีวภาพว่าหมายถึง การแปรผันในระหว่างหน่วยของสิ่งมีชีวิตจากแหล่งกำเนิดทั้งหมดและระบบนิเวศซึ่งหน่วยของสิ่งมีชีวิตเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ซึ่งรวมถึงความหลากหลายภายในชนิด ระหว่างชนิดและความหลากหลายภายในระบบนิเวศ

ตามอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพในมาตรา 2 วรรคแรกได้บัญญัติความหมายของคำว่า ความหลากหลายทางชีวภาพขึ้นมาเพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกันในความหมายเพื่อประโยชน์ในการตีความอนุสัญญาฯ ว่าหมายถึง ความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตจากแหล่งอันประกอบด้วยระบบนิเวศบนบก ระบบนิเวศทางทะเล และระบบนิเวศทางน้ำอื่น ๆ ตลอดจนความซับซ้อนทางนิเวศของระบบนั้น รวมถึงความหลากหลายของระบบนิเวศ (ชุมเจตน์, 2539)

ความหลากหลายทางชีวภาพเป็นการแปรผันของสิ่งมีชีวิตที่ชี้ให้เห็นว่าในพื้นที่นั้น ๆ มีจำนวนชนิดและปริมาณที่มากน้อยเพียงใด ซึ่งจริง ๆ แล้วใช้บรรยายจำนวน ความหลากหลายและ

การแปรผันของหน่วยสิ่งมีชีวิต (World Conservation Monitoring Centre, 1992) โดย World Conservation Monitoring Centre (1992), Primack (1993), Smitinand (1995), สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2539) ได้แยกระดับของความหลากหลายทางชีวภาพออกเป็น 3 ระดับ คือ

1. ความหลากหลายระดับพันธุกรรม (genetic diversity)
2. ความหลากหลายระดับชนิดพันธุ์ (species diversity)
3. ความหลากหลายระดับสังคมหรือระดับระบบนิเวศ (community or ecosystem diversity)

จากการศึกษาผลของการฟื้นฟูบูรณะผลผลิตใหม่กับแมลงในดินภายในพื้นที่เหมืองหินปูน นั้น ความหลากหลายระดับระบบนิเวศนั้นเป็นระดับความหลากหลายทางชีวภาพที่มีความเกี่ยวเนื่องโดยตรง เนื่องจาก ความหลากหลายระดับระบบนิเวศเป็นการผันแปรของสภาพแหล่งที่อยู่อาศัยทั้งพืช สัตว์และสังคมสิ่งมีชีวิต ซึ่งประมาณด้วยความแตกต่างของกระบวนการทางนิเวศวิทยาภายในระบบนิเวศ (Smitinand, 1995) ชุมเจตน์ (2539) ได้ให้ความหมายว่า หมายถึง ความหลากหลายจากความแตกต่างของระบบนิเวศแต่ละระบบ

สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2539) ได้กล่าวว่าความหลากหลายระดับสังคมหรือระดับนิเวศวิทยา หมายถึงความแตกต่างแปรผันในที่อยู่อาศัยในสภาพแวดล้อมที่กลุ่มสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ด้วยกันและประกอบรวมกันเป็นหน่วยหนึ่งของระบบโลก

ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย

นริศ (2539) กล่าวว่า ประเทศไทยมีความสมบูรณ์ด้วยทรัพยากรชีวภาพเนื่องจาก (1) ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมทางชีวภูมิศาสตร์ เป็นดินแดนต่อเนื่องระหว่างแผ่นดินใหญ่ของทวีปเอเชีย คือ อินเดียและจีนทางตอนบน อินโดจีนทางด้านตะวันออกและเชื่อมต่อกับแหลมมลายูและหมู่เกาะต่าง ๆ ของอินโดนีเซีย (2) มีสภาพภูมิอากาศเป็นแบบร้อนและกึ่งร้อน และ (3) มีแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตหลากหลายรูปแบบทั้งบนบก น้ำจืดและน้ำเค็ม ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตชีวภูมิศาสตร์ Indo-malayan Region ตำแหน่งที่ตั้งของประเทศจึงเป็นสะพานคาบเกี่ยวระหว่างเขตชีวภูมิศาสตร์ย่อยทั้ง Indian, Indo-Chinese, Sundaic และ Wallacean Subregion อีกทั้งยังได้รับอิทธิพลจากเขตชีวภูมิศาสตร์ Palearctic ทางตอนบน จึงทำให้มีความหลากหลายชนิดของพืชพรรณและสัตว์ป่าที่มีถิ่นกำเนิด

อยู่ในเขตชีวภูมิศาสตร์ย่อยต่าง ๆ แพร่กระจายเข้ามาในประเทศไทย จำนวนความหลากหลายชนิดนับว่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับพื้นที่ภูมิศาสตร์อื่น ๆ ทั้งที่มีขนาดใกล้เคียงกันหรือใหญ่กว่า แต่จำนวนชนิดที่เป็นสัตว์ถิ่นเดียวในประเทศไทย (Thai endemic species) นับว่าค่อนข้างต่ำ

สำหรับความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในประเทศไทย คาดว่ามีจำนวนชนิดไม่น้อยกว่า 52,421 ชนิด โดยสามารถแยกเป็น แพลงตอนสัตว์ (zooplanktons) 311 ชนิด ปะการัง (corals) 90 ชนิด แมงดาทะเล (horseshoe crabs) 2 ชนิด ปูทะเล (marine crabs) 508 ชนิด ปูน้ำจืด (fresh-water crabs) 508 ชนิด หมึก (squids) 24 ชนิด หนอนทะเล (sea worms) 50 ชนิด กุ้งทะเล (marine shrimps) 140 ชนิด กุ้งน้ำจืด (fresh-water shrimps) 16 ชนิด และแมลง (insects) 51,200 ชนิด (ไพบูลย์, 2532; นริศ, 2539)

แมลง

ความสำคัญของแมลง

แมลงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งในระบบนิเวศป่าไม้ เนื่องจากแมลงสามารถปรับตัวเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี แมลงจึงสามารถอาศัยได้อยู่ทุกหนทุกแห่ง ไม่ว่าจะเป็นอยู่ในป่าสภาพใดหรือลักษณะใด แมลงเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีความโดดเด่นในระบบนิเวศสูงทั้งในด้านบทบาทและความหลากหลายชนิด

แมลงมีความหลากหลายทางชีวภาพมากและมีจำนวนชนิดมากที่สุดในโลก ประมาณร้อยละ 75 ของสัตว์ที่พบแล้วในโลกนี้เป็นแมลงซึ่งมีความหลากหลายทั้งในเรื่องรูปร่างและชีวิตความเป็นอยู่ แมลงมีทั้งโทษและประโยชน์ แมลงที่เป็นโทษได้แก่ พวกที่ทำลายพืช เครื่องใช้ต่าง ๆ หรือนำโรคมาสู่คนและสัตว์ ขณะเดียวกันแมลงมีประโยชน์อย่างมากมาย เช่น ช่วยผสมเกสรพืชทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ให้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติได้แก่ น้ำผึ้ง หรือ เส้นไหม นอกจากนั้นยังเป็นศัตรูธรรมชาติ ทำลายแมลงศัตรูพืช ช่วยลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และแมลงบางชนิด เช่น แมลงหางคุด, หิ่งห้อย ยังสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ หรือความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม ซึ่งแมลงหางคุดและหิ่งห้อยชอบอาศัยในพื้นที่ที่สะอาดไม่มีมลพิษ (อรุณ และสุระ, 2545)

ลักษณะทั่วไปของแมลง

แมลง ถือเป็นสัตว์ที่มีวิวัฒนาการสูงสุดขั้นหนึ่งในพวกอาร์โทรพอด (arthropods) หรือสัตว์ที่มีขาเป็นปล้องด้วยกัน สัตว์พวกแมลงนั้นจะมีลักษณะโดยทั่วไปดังนี้ คือ มีลำตัวแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว (head) ส่วนอก (thorax) และส่วนท้อง (abdomen) ส่วนหัวนั้นมีตา หนวดและปาก ส่วนอกแบ่งออกเป็นปล้อง ๆ มีขา 6 ขา และส่วนมากมีปีก ส่วนท้องแบ่งออกเป็นปล้อง ๆ เช่นกัน แต่ไม่มีอวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนไหว เช่น เคนหรือบิน ยกเว้นแต่ตรงปลายจะมีอวัยวะที่ใช้ในการทำหน้าที่อื่นแทน สุธรรม (2510)

การเติบโตของแมลง

การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของแมลงเป็นเหตุหนึ่งซึ่งทำให้แมลงสามารถดำรงชีวิตได้ดีและมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมและสามารถกินอาหารต่าง ๆ กันในแต่ละขั้นของวงจรชีวิต (สุธรรม, 2510) แบ่งการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของแมลงออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

1. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Ametabola) พบในแมลงที่ไม่มีปีกเป็นส่วนใหญ่ มีน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของแมลงทั้งหมด เช่นแมลงอันดับ Collembola (แมลงหางคืด) อันดับ Thysanura (แมลงสามง่าม) ลักษณะภายนอกและภายในของตัวอ่อนคล้ายกันหลังการลอกคราบแต่ละครั้ง ไม่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของ metamorphosis ระยะตัวอ่อนอาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมและกินอาหารเช่นเดียวกับตัวเต็มวัย สามารถลอกคราบได้ตลอดช่วงเวลาของวัยตัวอ่อนและตัวเต็มวัย

2. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis) โดยมีการเปลี่ยนแปลง 4 ระยะ คือ ไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ทั้งสี่ระยะนี้ จะมีรูปร่างไม่เหมือนกัน ตัวอ่อนจะแตกต่างจากพ่อแม่มาก ตัวอ่อนจะกินอาหารแตกต่างจากพ่อแม่ และลอกคราบหลายครั้ง เมื่อเจริญเต็มที่ก็จะหยุดกินอาหาร และเปลี่ยนรูปร่างเป็นดักแด้ ในระยะนี้ แมลงบางชนิดจะปั่นใยไหมห่อหุ้มตัวเอง บางชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะบริเวณผิวหนัง โดยที่ผิวหนังที่เคียนั้น กลายเป็นปลอกแข็งหุ้มตัว ในระหว่างที่มีการพักตัวนี้จะมีการเปลี่ยนรูปร่างลักษณะไปเป็นแมลงที่สมบูรณ์เต็มที่ เมื่อการเจริญครบกำหนดเวลาแมลงภายในใยไหมหรือปลอกดักแด้ก็จะเจาะออกมาเป็นแมลงที่โต

เต็มที่ แผลงส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตโดยการเปลี่ยนรูปร่างแบบสมบูรณ์ เช่น ผีเสื้อกลางวัน และ ผีเสื้อกลางคืน แผลงข้าง แผลงวัน

3. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบไม่สมบูรณ์ (incomplete metamorphosis) เมื่อไข่ฟักออกมาแล้วจะกลายเป็นตัวอ่อนที่มีรูปร่างใกล้เคียงพ่อแม่ แต่ไม่มีปีก และมักจะมีนิสัยตลอดจนที่อยู่อาศัยต่างจากพ่อแม่ด้วย ตัวอย่างของแผลงพวกนี้ได้แก่ ตัวสามง่าม

ถิ่นอาศัยของแผลง

ป่าไม้เป็นถิ่นอาศัยที่สำคัญที่สุดของแผลง นอกจากนี้แผลงจัดเป็นสัตว์ที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับถิ่นที่อยู่อาศัยแบบต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีอีกด้วย ทำให้สามารถพบเห็นแผลงได้ทุกแห่งในป่า Shattuck (1999) กล่าวว่า มดมีถิ่นอาศัยหลากหลายรูปแบบ บางชนิดมีถิ่นอาศัยจำกัด บางชนิดมีขอบเขตของถิ่นอาศัยกว้าง ลักษณะถิ่นอาศัยที่พบ ได้แก่ ตามพื้นดิน ใต้ดิน เรือนยอด ลำต้น กิ่ง และ ก้าน แต่ส่วนใหญ่จะอาศัยตามพื้นดินมากที่สุด เศษ (2545) ได้กล่าวถึงการแยกลักษณะของถิ่นอาศัยและแหล่งอาหารของแผลง ได้ดังนี้

1. บริเวณบรรยากาศที่ว่างเปล่าทั้งภายในช่องว่างของป่าและเหนือป่า ถิ่นอาศัยแบบนี้ถือเป็นแหล่งอาศัยชั่วคราวของแผลงที่สามารถบินได้ทั้งหลาย แผลงที่พบมีทั้งที่เป็นประโยชน์ เป็นอันตราย และไม่เป็นอันตรายต่อระบบนิเวศ ในการดำรงชีวิตของแผลงกลุ่มนี้จะมีพฤติกรรมแตกต่างกันออกไป เช่น เพื่อการแสวงหาอาหาร เพื่อการจับคู่ผสมพันธุ์ และเพื่อการวางไข่ เป็นต้น

2. บริเวณซากของอินทรีย์วัตถุหรือชิ้นต่าง ๆ ของดิน ถิ่นอาศัยแบบนี้สามารถเป็นได้ทั้งแหล่งที่อยู่อาศัยถาวรของแผลง ตัวอย่างเช่น ตัวงดิน แผลงสาบป่า แผลงหางดีด ปลวก เป็นต้น แผลงเหล่านี้จะอาศัยลักษณะถิ่นอาศัยแบบนี้ตั้งแต่ระยะไข่จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย และแหล่งที่อยู่อาศัยชั่วคราวในช่วงระยะใดระยะหนึ่งของช่วงการเจริญเติบโต เช่น ระยะไข่ ระยะตัวอ่อน ระยะดักแด้ หรือระยะตัวเต็มวัยเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ตัวอ่อนของจักจั่นจะอาศัยอยู่ในดิน เป็นต้น แผลงเหล่านี้มีพฤติกรรมที่แตกต่างกันไป เช่น เพื่อหลบซ่อนตัว เพื่อฟักตัว เพื่อหาอาหาร เป็นต้น

3. บริเวณไม้ที่โคนลง กิ่งไม้แห้ง และต้นไม้ที่ขึ้นต้นตาย จัดเป็นถิ่นอาศัยอีกประเภทหนึ่งของแมลง ลักษณะถิ่นอาศัยแบบนี้จะพบในแมลงที่ต้องการความชื้นน้อยและเจาะงัดถิ่นอาศัย นอกจากนี้แมลงบางชนิดใช้เป็นถิ่นอาศัยเพียงอย่างเดียวเท่านั้น เช่น มอดไม้ ค้างคาว

4. บริเวณไม้พุ่มขนาดเล็กหรือไม้พื้นล่าง ถิ่นอาศัยแบบนี้ถือเป็นไม้พื้นล่างภายในป่า เป็นที่อยู่อาศัยของแมลงอีกกลุ่มหนึ่ง ซึ่งส่วนใหญ่จะไม่ก่ออันตรายต่อต้นไม้ใหญ่ แต่จะเป็นอันตรายต่อการเกิดใหม่ของลูกไม้ในป่า เป็นถิ่นอาศัยที่พบแมลงจำนวนมากบริเวณหนึ่งตลอดจนพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

5. บริเวณที่เป็นต้นไม้ จัดเป็นแหล่งอาศัยและแหล่งอาหารที่สำคัญของแมลง ดังนั้นในต้นไม้ต้นหนึ่งมักจะพบแมลงชนิดต่าง ๆ มากมาย ซึ่งส่วนนี้จะเป็นบริเวณที่อาศัยหรือการทำอันตรายของแมลงแตกต่างกันออกไป ตั้งแต่รากไปจนถึงส่วนบนสุด โดยที่บริเวณหนึ่งของต้นไม้จะมีแมลงชนิดหนึ่ง แต่อีกบริเวณหนึ่งจะมีแมลงอีกชนิดทำอันตรายหรืออาศัยอยู่ เช่น บริเวณเรือนยอดจะพบแมลงกลุ่มที่ทำอันตรายใบ ยอด ตา ดอก เป็นต้น

6. บริเวณที่เป็นแหล่งน้ำ ถิ่นอาศัยแบบนี้สามารถเป็นได้ทั้งแหล่งที่อยู่อาศัยอย่างถาวรของแมลง ตัวอย่างเช่น ชีปะขาว มวนจิงโจ้น้ำ แมลงเหนียง ค้างคาว ค้างคิง เป็นต้น แมลงเหล่านี้จะพบอาศัยตั้งแต่ระยะไข่จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย และแมลงที่อยู่อาศัยชั่วคราวในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งของช่วงการเจริญเติบโต แต่ส่วนมากจะเป็นระยะไข่กับระยะตัวอ่อน ได้แก่ ตัวอ่อนของแมลงปอ stoneflies และแมลงหนอนปลอกน้ำ เป็นต้น

อย่างไรก็ตามแมลงบางชนิดสามารถพบอาศัยในถิ่นอาศัยหลาย ๆ ลักษณะ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมนั้น ๆ และลักษณะวงจรชีวิตของแมลงนั้น ๆ ด้วย แต่บางชนิดสามารถอาศัยอยู่ได้ในลักษณะถิ่นอาศัยที่จำเพาะเท่านั้น เช่น ในน้ำ ในดิน หรือบนต้นไม้ เป็นต้น โดยปกติแมลงจะไม่เปลี่ยนแปลงลักษณะถิ่นอาศัย ทำให้พบแมลงในป่าชนิดนั้น ๆ อยู่เสมอ

แหล่งอาหารของแมลง

เดชา (2545) กล่าวว่า ป่าไม้นอกจากจะเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของแมลงแล้วยังถือเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญอีกด้วยเพราะว่าภายในป่าไม้จะประกอบไปด้วยสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตเป็นจำนวนมาก

มาก สิ่งมีชีวิตที่เป็นอาหารของแมลงที่สำคัญที่สุดก็คือพืช จะเห็นได้ว่าบริเวณป่าแห่งหนึ่งจะประกอบด้วยพืชพรรณนานาชนิด เป็นเหตุทำให้แมลงมีความหลากหลายตามไปด้วย อย่างไรก็ตามสามารถแบ่งอาหารออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

1. ประเภทสิ่งมีชีวิต ถือเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญที่สุดเพราะแมลงส่วนใหญ่จะกินอาหารประเภทนี้ แหล่งอาหารประเภทนี้ได้แก่

1.1 พืช จัดเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญที่สุดของแหล่งอาหารประเภทนี้ เพราะแมลงส่วนใหญ่ใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้เป็นอาหารทั้งระยะตัวอ่อนหรือตัวหนอน และตัวเต็มวัย แมลงสามารถใช้ทุกส่วนของต้นไม้เป็นอาหารตั้งแต่รากจนกระทั่งถึงเรือนยอด แมลงมีความจำเพาะเจาะจงต่อลักษณะอาหารที่กิน แมลงบางชนิดระยะตัวอ่อนกินบริเวณหนึ่งของต้นไม้ แต่เมื่อเป็นตัวเต็มวัยจะกินอีกส่วนหนึ่งของพืช เช่น แมลงทับบ้าน (*Dicera lepida*) ระยะตัวหนอนจะกัดกินส่วนรากแต่เมื่อถึงระยะตัวเต็มวัยจะกัดกินใบ บางชนิดจะกินส่วนต่าง ๆ ของพืชตอนระยะตัวหนอน แต่ระยะตัวเต็มวัยจะไม่กินพืช เช่น ตัวหนอนของผีเสื้อทุกชนิดจะกินส่วนต่าง ๆ ของพืช แต่ระยะตัวเต็มวัยหรือเป็นผีเสื้อจะดูดกินน้ำหวานหรือดูดเกลือแร่ของพืช แมลงบางชนิดกินพืชเพียงชนิดเดียว บางชนิดกินพืชได้หลายชนิด แต่ละส่วนของพืชจะพบแมลงหลาย ๆ ชนิด ส่วนใบจะเป็นส่วนที่แมลงกินเป็นอาหารมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ส่วนลำต้น นอกจากนี้ยังพบที่ส่วนของราก คอราก ตา หน่อ กิ่งก้าน ยอด ดอก ผล และเมล็ด

1.2 สัตว์ (รวมถึงแมลง) แมลงที่กินอาหารประเภทนี้จะเรียกว่า ตัวห้ำ (predators) และตัวเบียน (parasites) แมลงที่ทำให้แมลงหรือสัตว์กลุ่มอื่น ๆ ตายทันทีเรียกว่า แมลงตัวห้ำ ซึ่งอาจจะกัดกินเหยื่อหมดทุกส่วนหรือโดยการเจาะดูดของเหลวภายในตัวของเหยื่อแล้วทำให้เหยื่อตายในที่สุด ได้แก่ ค้างคาว ค้างคาวดิน ตั๊กแตนตำข้าว มวนเพชฌฆาต เป็นต้น สำหรับแมลงที่ทำให้เหยื่อค่อย ๆ ตายโดยเข้าไปอาศัยอยู่ภายในตัวเหยื่อเรียกว่า แมลงตัวเบียน การเบียนอาจเกิดขึ้นในระยะไข่ ระยะตัวอ่อน และระยะดักแด้ของเหยื่อก็ได้ ได้แก่ แตนเบียนฝอย แมลงวันก้นขน ต่อเบียน เป็นต้น แมลงหรือสัตว์กลุ่มอื่น ๆ ที่เป็นอาหารนั้นส่วนใหญ่จะเป็นพวกที่กินพืชเป็นอาหาร เนื่องจากแมลงที่กินพืชนั้นจะมีเป็นจำนวนมาก จึงถือว่าเป็นการควบคุมกันเองตามธรรมชาติ ทำให้เกิดความสมดุลในระบบนิเวศนั้น ๆ โดยทั่วไปแมลงกลุ่มนี้จะมีจำนวนน้อยกว่าแมลงประเภทกินพืช สำหรับพฤติกรรมการกินอาหารของแมลงกลุ่มนี้จะแตกต่างกันออกไปแต่ละชนิด

1.3 เหี้ยครา และอื่น ๆ แมลงที่กินอาหารประเภทนี้พบมีจำนวนไม่มากนัก ส่วนใหญ่เป็นพวกแมลงปีกแข็ง (beetles) และมีแมลงขนาดเล็กซึ่งมีบทบาทต่อระบบนิเวศมาก ดังเช่น ค้างคาวในวงศ์ Trogoxetidae และ Erotylidae กินเหี้ยคราเป็นอาหาร ส่วนค้างคาวในวงศ์ Endomychidae มักอาศัยตามดอกไม้และกัดกินเหี้ยคราเป็นอาหารเช่นเดียวกัน (ไสว, 2544)

2. ประเภทสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ ซากพืชและซากสัตว์ จัดเป็นแมลงอีกกลุ่มหนึ่งและมีความจำเพาะกับอาหารที่กินนั่นคือ อาหารนั้นจะต้องตายก่อนเสมอ แมลงที่กินซากพืชจะเป็นคนละกลุ่มกับพวกที่กินซากสัตว์ โดยพวกที่กินซากพืชจะพบเป็นจำนวนมากกว่า การกินอาหารของแมลงเหล่านี้จะเป็นตัวการทำให้การสลายตัวหรือการผุพังของซากพืชและซากสัตว์เร็วขึ้น เป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ ดังเช่น ค้างคาวดิน พบได้ทั่วไปตามพื้นดินทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย โดยกินซากพืชซากสัตว์เป็นอาหาร และหนอนของค้างคาวในวงศ์ Ptilodactylidae กัดกินซากพืชที่เน่าเปื่อย (Borror *et al.*, 1989)

บทบาทของแมลงต่อระบบนิเวศ

ภายในระบบนิเวศหนึ่งที่มีสมบูรณจะต้องประกอบด้วย 3 ตัวการที่สำคัญ ได้แก่ ผู้ผลิต (producer) ผู้บริโภค (consumer) และ ผู้ย่อยสลาย (decomposer) เสมอ สำหรับแมลงก็เช่นเดียวกันจากการที่มีพฤติกรรมแตกต่างกันออกไปและเกี่ยวข้องกับห่วงโซ่อาหาร ทำให้สามารถสรุปบทบาทของแมลงออกได้ดังนี้

1. ผู้ผลิต (producer) ในบทบาทนี้ของแมลงซึ่งมิได้ถือว่าเป็นบทบาทโดยตรง แต่เป็นตัวการหรือตัวช่วยที่สำคัญที่สุดที่ทำให้พืชดำเนินกิจกรรมได้อย่างสมบูรณ์ คือ แมลงหลายชนิดเป็นตัวช่วยผสมเกสร ทำให้เกิดเป็นผลและเมล็ด โดยเฉพาะต้นไม้ป่าที่ต้องการผสมข้ามต้น แมลงป่าไม้ที่สำคัญได้แก่ผึ้งชนิดต่าง ๆ แมลงภู่ ผีเสื้อชนิดต่าง ๆ และ ค้างคาวบางชนิด เป็นต้น

Bronstein (1998) พบว่า มดมีประโยชน์ต่อพืชหลาย ๆ ด้าน คือ ป้องกันพืชจากศัตรูธรรมชาติ ช่วยกระจายเมล็ดพันธุ์พืช และบางครั้งช่วยในการผสมเกสร โดยบทบาทในการกระจายพันธุ์และช่วยผสมเกสรมีความสำคัญทางด้านนิเวศวิทยาและวิวัฒนาการอย่างชัดเจน

2. ผู้บริโภค (consumer) เป็นบทบาทที่เด่นที่สุดของแมลง สามารถพบเห็นได้ทั่วไป จากพฤติกรรมการกินอาหาร สามารถทำให้แบ่งบทบาทนี้ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 ผู้บริโภคปฐมภูมิ (primary consumer) ได้แก่ แมลงที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยการทำลายส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ รวมทั้งการทำอันตรายต่อรากและคอราก ทำให้การดูดซึบ การสะสมน้ำและแร่ธาตุลดน้อยลง แมลงบางชนิดมักทำลายพืชตั้งแต่ระยะที่เป็นลูกไม้และกล้าไม้ ซึ่งอาจทำให้ความแข็งแรงและการเจริญเติบโตต่ำลง ส่งผลต่ออัตราการรอดของพืชต่ำลงด้วย นอกจากนี้แมลงยังทำลายเมล็ดทำให้กระทบกระเทือนต่อการขยายพันธุ์ของต้นไม้ เมล็ดและผลของต้นไม้อาจถูกแมลงกัดกินบางส่วนหรือทั้งเมล็ด หรือถูกกัดกินส่วนที่กำลังงอก (สมศักดิ์ และคณะ, 2523) แมลงบางชนิดยังเจาะลำต้นของไม้ที่ตัดฟันลงมาอีกด้วย (ฉวีวรรณ, 2533)

2.2 ผู้บริโภคทุติยภูมิ (secondary consumer) หมายถึง การที่แมลงกัดกินแมลงด้วยกัน หรือสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร ในบทบาทนี้แมลงจะแสดงออกในสองพฤติกรรมด้วยกัน คือ เป็นแมลงล่า (predators) และเป็นแมลงเบียน (parasites) ดังเช่น ตัวงูเตลายนกินเพลี้ยอ่อน, ตัวอ่อนมวนพิฆาตกัดกินหนอน และแตนเบียนที่ตัวหนอนผีเสื้อ เป็นต้น ทำให้ไม่ต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช จึงไม่เกิดพิษตกค้างเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (อรุณ และสุระ, 2545)

เดชา (2539) ได้สำรวจมดชนิดที่เป็นตัวห้ำ (predaceous ants) ของมอดป่าเจาะต้นสัก (*Xyleutes ceramicus*) บริเวณสวนป่าพบบระ อำเภอมะนัง จังหวัดตาก พบมดจำนวน 15 ชนิด ที่เป็นศัตรูตามธรรมชาติที่สำคัญของมอดป่าเจาะต้นสักและเมื่อนำมดชนิดที่เป็นตัวห้ำมาใช้กำจัดมอดป่าเจาะต้นสักจะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3. ผู้ย่อยสลาย (decomposer) แมลงส่วนมากเป็นเพียงตัวการที่ช่วยให้เกิดการสลายตัวเร็วขึ้น คือ มีแมลงหลายชนิดที่ช่วยทำให้ขนาดของอินทรีย์วัตถุภายในป่าเล็กลง อันเป็นผลทำให้แบคทีเรีย เห็ดรา และจุลินทรีย์อื่น ๆ ตลอดจนสภาพดินฟ้าอากาศ สามารถทำให้อินทรีย์วัตถุสลายลงอย่างรวดเร็ว เป็นการเพิ่มความสมบูรณ์ของดินในป่าให้ดีขึ้น (เดชา, 2545)

ความสำคัญของแมลงที่อาศัยอยู่ในดิน เป็นผลอันเนื่องมาจากการขุดคุ้ยดิน เพื่อให้ได้มาซึ่งอาหารและที่อยู่อาศัย ตลอดจนการย่อยสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในดินเพื่อเป็นอาหาร แมลงที่อาศัยอยู่ในดิน

ใช้อินทรีย์วัตถุเป็นอาหาร แต่ในแง่ของวิทยาศาสตร์การดิน ถือว่าเป็นพวกที่มีประโยชน์ต่อดินและพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2526)

ทั้งแมลงและสัตว์ที่มีขามีปล้องอื่น ๆ (arthropods) มีบทบาทเกี่ยวกับคุณภาพของดินในแต่ละพื้นที่ ซึ่งอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของดิน (Raw, 1967) นอกจากนี้ในการศึกษามดบางชนิด พบว่า ยังช่วยในการปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพของดิน ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้นโดยเฉพาะในป่ารุ่นที่สอง (secondary forest) ที่อยู่ในช่วงของการทดแทน (Beattie and Culver, 1977; Briese, 1982)

เดชา (2534) ได้รวบรวมเอกสาร พบว่า บริเวณ woodland ที่มีการรบกวนของซากพืช ซึ่งมีต้นไม้พวกผลัดใบขึ้นอยู่เช่น ash, oak และ beech จะพบตัวอ่อนของแมลงชนิดต่าง ๆ มากมาย บริเวณนี้ยังพบตัวอ่อนที่เป็นพวก saprophages ของพวกอันดับ Diptera เช่น วงศ์ Tipulidae, Chironomidae, Muscidae และ Dolichopodidae ตัวอ่อนของพวกนี้จะเป็นเหยื่อของแมลงในวงศ์ Tabanidae (อันดับ Diptera) และ วงศ์ Carabidae กับ Staphylinidae (อันดับ Coleoptera) การกินอาหารของพวกตัวอ่อนเหล่านี้จะช่วยให้การย่อยสลายพวกอินทรีย์วัตถุ และการถ่ายทอดพลังงานกันอีกด้วย

การเปลี่ยนแปลงของประชากรแมลงในพื้นที่เหมือง

การดำเนินการเหมืองแร่หินปูนส่วนใหญ่จะเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าหรือพื้นที่เกษตรกรรม จึงก่อให้เกิดผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อระบบนิเวศในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียง โดยหลังจากการทำเหมืองแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดิน เพราะการทำเหมืองแร่ต้องมีการเปิดหน้าดินและเคลื่อนย้ายดินชั้นบนออกจากบริเวณเดิม ซึ่งดินชั้นบนนี้เป็นดินที่มีอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และยังเป็นการทำลายสังคมพืชเดิมภายในพื้นที่นั้น ซึ่งทำให้ปัจจัยทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไปและเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของประชากรแมลงในพื้นที่เนื่องจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. ความขาดแคลนอาหาร

แหล่งอาหารของแมลงในระบบนิเวศมักอยู่กระจัดกระจายไปทั่วทั้งระบบ เมื่อแหล่งอาหารที่เป็นป่าธรรมชาติถูกทำลายและสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิดผลกระทบต่ออัตราการตายของแมลงเพิ่มสูงมากขึ้น และ ทรงศักดิ์ (2538) กล่าวว่า การทำเหมืองจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดิน เพราะการทำเหมืองแร่ต้องมีการเปิดหน้าดินและเคลื่อนย้ายดินชั้นบนที่มีอินทรียสารและธาตุอาหารในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และยังมีลักษณะทางกายภาพที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของพืช

2. ขาดแหล่งคุ้มภัย

การขาดแคลนแหล่งคุ้มภัยย่อมมีผลกระทบต่ออัตราการตายของแมลงโดยตรงและทางอ้อม แหล่งคุ้มภัยที่ดีย่อมช่วยอำนวยประโยชน์ให้แมลงสามารถหลบหลีกจากสภาวะภูมิอากาศที่แปรปรวน เช่น หนาวหรือร้อนจัด หรือใช้หลบซ่อนจากการตามไล่ล่าของตัวห้ำตัวเบียนต่างๆ เป็นผลให้อัตราการตายลดต่ำลง

3. ปัจจัยทางกายภาพ

ปัจจัยที่สำคัญ คือ สภาพทางภูมิอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งเป็นปัจจัยกำหนดจำนวนของปริมาณประชากรแมลงให้สูงขึ้นหรือต่ำลง อากาศที่หนาวสุดขีดหรือมีความชื้นสูงย่อมมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของแมลงโดยอาจก่อให้เกิดโรคทำให้ประชากรแมลงมีพัฒนาการช้าลงและเกิดผลร้ายต่างๆ กับวงจรชีวิตของแมลงส่วนใหญ่ สภาพที่มีอุณหภูมิต่ำประสิทธิภาพในการเบียนของแมลงเบียนจะลดลงหรือทำให้แมลงเบียนตายมากขึ้น เป็นผลให้แมลงศัตรูพืชสร้างความเสียหายให้พืชได้สูงขึ้น Young (1982) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมซึ่งรูปแบบไม่แน่นอน มีผลต่อการแพร่กระจายและความชุกชุมของแมลงทั้งในด้านพื้นที่และฤดูกาล

ความสัมพันธ์ระหว่างการฟื้นฟูบูรณะผลผลิตใหม่กับบทบาทของแมลง

Anderson (1997) กล่าวว่า การใช้มดเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ แสดงถึงความสำเร็จของการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมของพื้นที่ต่าง ๆ ในออสเตรเลียมากกว่า 20 ปี ทั้งนี้ในออสเตรเลีย มดเป็นกลุ่มแมลงที่มีความเด่น (dominant insect group) ทั้งในแง่ปริมาณและความหลากหลาย มดเป็นตัวช่วยในการปรับปรุงดิน และหมุนเวียนสารอาหารในดิน ซึ่งเป็นประโยชน์ในการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของพืช นอกจากนี้ยังมีการใช้ การแบ่งกลุ่มตามหน้าที่ (function groups) ของมดในการแสดงถึงความสำเร็จในการปรับปรุงระบบนิเวศในพื้นที่ที่เป็นเหมืองร้างในออสเตรเลีย ซึ่งในการจำแนกกลุ่มมดตามหน้าที่จะพิจารณาจากสภาพภูมิอากาศ สภาพดิน ลักษณะพืชพรรณ และการถูกรบกวนของบริเวณนั้น ซึ่งกลุ่มตามหน้าที่ที่สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของสังคม (Anderson, 2000)

ส่วน Lefohn *et al.* (1974) พบว่า ระหว่างมีการทำเหมืองใน Arizona นั้นส่งผลโดยตรงต่อโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบนิเวศ ดังเช่น การหมุนเวียนของธาตุอาหารภายในพื้นที่เปลี่ยนแปลงไปและการเปลี่ยนแปลงของห่วงโซ่อาหารทำให้การถ่ายทอดพลังงานภายในระบบนิเวศผิดปกติ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตรวมถึงแมลงชนิดต่าง ๆ ในพื้นที่ และ Turner *et al.* (1975) ได้พบว่าเมื่อพื้นที่ผ่านการทำเหมือง ธาตุอาหารต่าง ๆ มักเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในระยะยาว และเมื่อพื้นที่ได้รับการฟื้นฟูจะทำให้เกิดผลผลิตขั้นปฐมภูมิ เกิดการหมุนเวียนของประชากรของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กภายในพื้นที่ พร้อมทั้งทำให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารกลับคืนสู่สภาพปกติ และเมื่อ Moir *et al.* (2005) ทำการศึกษาโดยสำรวจแมลงในอันดับ Hemiptera ภายหลังจากการฟื้นฟูพื้นที่เหมืองแร่ พบว่า แมลงในอันดับนี้มีการแพร่กระจายครอบคลุมอย่างช้า ๆ ทั่วทั้งพื้นที่ และสามารถพบแมลงในอันดับนี้ในทุกช่วงอายุ และยังพบอีกว่าระบบนิเวศภายในพื้นที่ที่มีโครงสร้างและหน้าที่ของสังคมพืชสมบูรณ์ขึ้นอีกด้วย และ Savage (1982) ยังพบอีกว่าภายหลังจากทำเหมืองแร่ดินทรายหรือดินทรายปนกรวดจะมีการอัดตัวกันแน่นมาก ทำให้รากพืชไม่สามารถที่จะชอนไชไปหาอาหารได้และยังมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีการระคายน้ำมากเกินไป จึงเป็นเหตุให้ดินมีน้ำไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่เมื่อได้รับการฟื้นฟูสภาพเหมืองโดยการไถพรวนและปรับสภาพพื้นที่ให้เหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตแล้วนั้น มีความสัมพันธ์ต่อมดเนื่องจากมดที่ทำรังในดินจะนำซากพืชและซากสัตว์ต่าง ๆ เข้าไปเก็บไว้ในรังทำให้เกิดการย่อยสลาย เป็นผลทำให้เกิดการหมุนเวียนของคาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในปริมาณที่สูง

จากการฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรมทำให้มีสังคมพืชเกิดขึ้นและทำให้มีการสะสมของซากพืชบริเวณชั้นดินซึ่งทำให้แมลงขนาดเล็ก เช่น แมลงสองง่าม แมลงสามง่าม และด้วงบางชนิดในดินสามารถที่จะหาอาหารและกระจายประชากรได้มากยิ่งขึ้น (Rusek, 1975)

การใช้แมลงเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ

คำว่า ตัวบ่งชี้ (indicator species) มีผู้ให้นิยามไว้หลายท่าน อาทิเช่น

ตัวบ่งชี้ (indicator species) เป็นชนิดพันธุ์ที่มักปรากฏในบริเวณที่มีสภาพค่อนข้างจำกัดด้วยปัจจัยแวดล้อมปัจจัยหนึ่งหรือมากกว่า ซึ่งการที่พบสิ่งมีชีวิตชนิดดังกล่าวสามารถบ่งบอกสภาพปัจจัยแวดล้อมบริเวณนั้นได้ (Allaby, 1992)

Henry (1993) ได้ให้นิยามว่า เป็นสิ่งมีชีวิตที่ปรากฏในสังคมสิ่งมีชีวิตหนึ่งและใช้ในการบ่งบอกว่า เป็นสังคมสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นๆ หรือเป็นสิ่งมีชีวิตที่ใช้บ่งบอกถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่จำเพาะ

การศึกษาโดยการนำกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพนั้น Chessman (1997) กล่าวว่า แมลงจัดเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายในระบบนิเวศโดยเฉพาะในเขตร้อน แมลงจึงเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจที่จะนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ Brown (1991) ได้สรุปกลุ่มแมลงที่มีศักยภาพสูงในการเป็นตัวบ่งชี้ ได้แก่ แมลงหางคืด (springtails) แมลงปอ (dragonfly, damselflies) ปลวก (termite) แมลงปีกแข็ง (กลุ่มของด้วงหนวดยาว, ด้วงเต่าทอง และด้วงงวง) และผีเสื้อกลางวัน (butterflies) Sutton and Collins (1991) ได้เน้นศักยภาพในการเป็นตัวบ่งชี้ของผีเสื้อเหยี่ยว (hawk moth) และในกลุ่มอื่นๆของผีเสื้อกลางคืน (moth) และ Holloway (1984) ได้ทำการศึกษาในกลุ่มของตั๊กแตนหนวดยาว (bush crickets) ด้วงมูลสัตว์ (dung beetle) และมด

Anderson (1997); Chessman (1997); Holloway and Barlow (1992); Holloway and Stork (1991) พบว่า การใช้แมลงเป็นตัวบ่งชี้สภาพและคุณภาพของป่าเป็นที่ยอมรับและเชื่อถือได้ เนื่องจากแมลงมีความหลากหลายทั้งในเรื่องรูปร่างและชีวิตความเป็นอยู่ โดยปรับตัวเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี แมลงมีศักยภาพในการเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (bioindicator) ของความหลากหลาย การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม และผลกระทบของกิจกรรมของมนุษย์ที่มีต่อความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ต่างๆ ซึ่งตัวอย่างของการศึกษาในด้านนี้ เช่น ในกลุ่มของแมลงน้ำ อาทิเช่น

แมลงในกลุ่ม Mayflies Stoneflies และหนอนปลอกน้ำ (Caddisflies) นั้น ในระยะตัวหนอนของแมลงกลุ่มนี้จะมีคุณสมบัติที่จำเพาะเจาะจงกับแหล่งที่อยู่อาศัย จึงเป็นเหตุผลสำคัญในการนำแมลงกลุ่มดังกล่าวมาใช้เป็นตัวบ่งชี้สภาพแหล่งน้ำ (Marse *et al.*, 1994) ซึ่ง Garuno *et al.* (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์) ได้ทำการศึกษาโดยใช้หนอนปลอกน้ำ ในการใช้เป็นตัวบ่งชี้สภาพแวดล้อมของพื้นที่ชุ่มน้ำแห่งหนึ่งใน Texas ซึ่งจากชนิดของหนอนปลอกน้ำที่ได้สามารถบอกความแตกต่างของสภาพพื้นที่ชุ่มน้ำได้ และ Mills (1993) ศึกษาผลกระทบของสารโลหะหนัก ได้แก่ เหล็ก สังกะสี และตะกั่ว ที่มีผลต่อแหล่งน้ำ โดยใช้แมลงกลุ่มดังกล่าว

ส่วนการนำมดมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในออสเตรเลียมีมานานแล้ว และน่าจะสามารถนำไปใช้ได้ทั่วโลกเช่นกัน เพราะมดเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีเนื่องจากมีความหลากหลายสูงมาก (ประมาณ 9,000 กว่าชนิดที่ได้มีการค้นพบแล้ว) มดยังพบได้ทั่วไปทุกแห่งทุกหนทั่วโลก และสามารถทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างได้ง่าย เพราะมดมีรังที่คงทนถาวรและมดยังจำกัดบริเวณที่หาอาหาร ซึ่งตรงข้ามกับแมลงในกลุ่มอื่น อีกทั้งยังมีความสำคัญในระบบนิเวศเพราะมีหน้าที่ที่หลากหลายในระบบนิเวศ เช่น เป็นผู้บริโภคที่กินได้ทั้งพืชและสัตว์ เป็นอาหารของสัตว์กลุ่มอื่นๆ เช่น นกชนิดต่างๆ และยังเป็นผู้ช่วยย่อยสลายในระบบนิเวศด้วย (Wilson, 2000)

สำหรับการศึกษาโดยใช้แมลงหรือสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเป็นดัชนีบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ต่างๆ ในประเทศไทยนั้น โสมวรรณ (2004) ศึกษาสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของวงศ์และเปรียบเทียบความหนาแน่นของสัตว์ในแต่ละวงศ์ในพื้นที่ป่าดิบชื้นเขตร้อนบริเวณอ่างเก็บน้ำมอสิงโต ในเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ระหว่างพื้นที่ป่าที่ถูกรบกวนได้แก่ หุบหญ้า ป่าปลูก (พื้นที่ปลูก *Aquilaria crassna*) และ ป่าทุติยภูมิ (พื้นที่ที่ถูกแทนที่ด้วยพืชชนิดเดิมตามธรรมชาติ) กับ ป่าดิบชื้นเขตร้อนที่ไม่ถูกรบกวน (ป่าปฐมภูมิ) พบว่าแมลงหางคืดเป็นสัตว์กลุ่มเด่นในหุบหญ้า ส่วนไรเป็นสัตว์กลุ่มเด่นทั้งในตัวอย่างดินและซากใบไม้ในป่าปลูก ป่าทุติยภูมิและป่าปฐมภูมิ แมลงหางคืดในดิน (ยกร้วนวงศ์ Isotomidae) มีความหนาแน่นมากที่สุดในพื้นที่หุบหญ้า (166.387 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาคือป่าปลูก (103.883 ตัวต่อตารางเมตร) ป่าทุติยภูมิ (41.521 ตัวต่อตารางเมตร) และป่าปฐมภูมิ (36.529 ตัวต่อตารางเมตร) ส่วนแมลงหางคืดในซากใบไม้มีความหนาแน่นมากที่สุดในป่าปฐมภูมิ (135.688 ตัวต่อตารางเมตร) และน้อยที่สุดในป่าปลูก (20.142 ตัวต่อตารางเมตร) ไรในวงศ์ Haplozetidae, แมงป่องเทียม และด้วงก้นกระดกในวงศ์ Pselaphidae ทั้งจากดินและซากใบไม้ในป่าปฐมภูมิมีความหนาแน่นมากกว่าในพื้นที่ที่ถูก

รบกวนอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังนั้นสัตว์ขาปล้องทั้งสี่กลุ่มนี้น่าจะสามารถใช้เป็นดัชนีชีวภาพเบื้องต้นในดินของป่าปฐมภูมิบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้

สถานที่ศึกษา

ที่ตั้ง

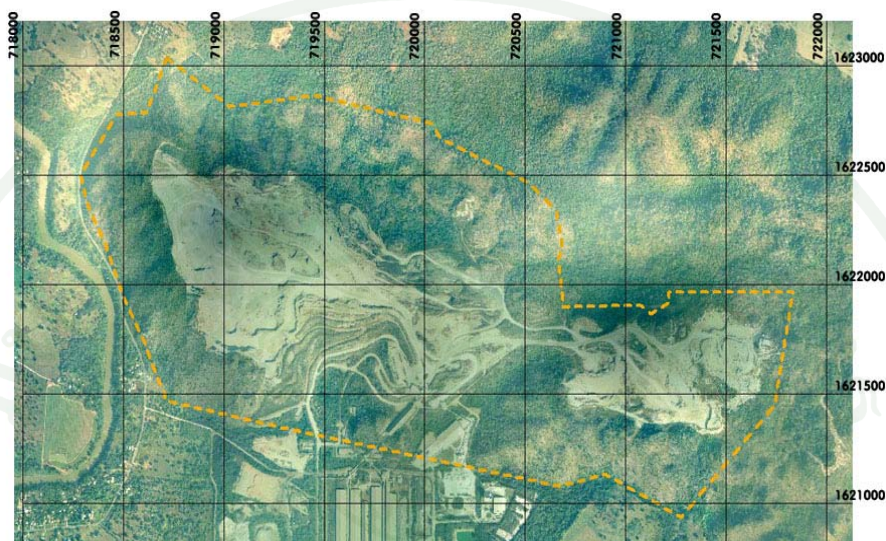
พื้นที่ที่มีการดำเนินกิจกรรมเหมือง ของ บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด ตั้งอยู่ในเขต ตำบลทับกวาง ตำบลท่าคล้อ และ ตำบลบ้านป่า อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี โดยมีพื้นที่อยู่ทางทิศเหนือของบริษัทฯ มีเนื้อที่รวมประมาณ 2,575 ไร่ ขอบเขตของประทานบัตรทั้ง 10 แปลงตามระบบพิกัด UTM_WGS 84 ทางด้านทิศตะวันออกจรดเส้นกริด 718,285 ขอบเขตทางด้านทิศตะวันตกจรดเส้นกริด 721,835 ขอบเขตทางด้านทิศเหนือจรดกริด 1,623,035 และขอบเขตด้านทิศใต้จรดเส้นกริด 1,620,935 (ภาพที่ 1) โดยมีอาณาเขตใกล้เคียงติดต่อกับ

ทิศเหนือ	ติดต่อกับป่าดั้งเดิมตามธรรมชาติเนื่องจากเป็นพื้นที่ลาดชัน
ทิศใต้	ติดต่อกับพื้นที่ของโรงงานในการผลิตปูนซิเมนต์ และ เป็นที่ตั้งของสำนักงานต่างๆ ของบริษัท
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับพื้นที่ป่าดั้งเดิมตามธรรมชาติอันเป็นส่วนหนึ่งของเขาหนองกบ
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ หมู่บ้าน และ แม่น้ำป่าสัก โดยมีทางหลวงหมายเลข 3224 ขั้กลาง

ลักษณะภูมิประเทศ

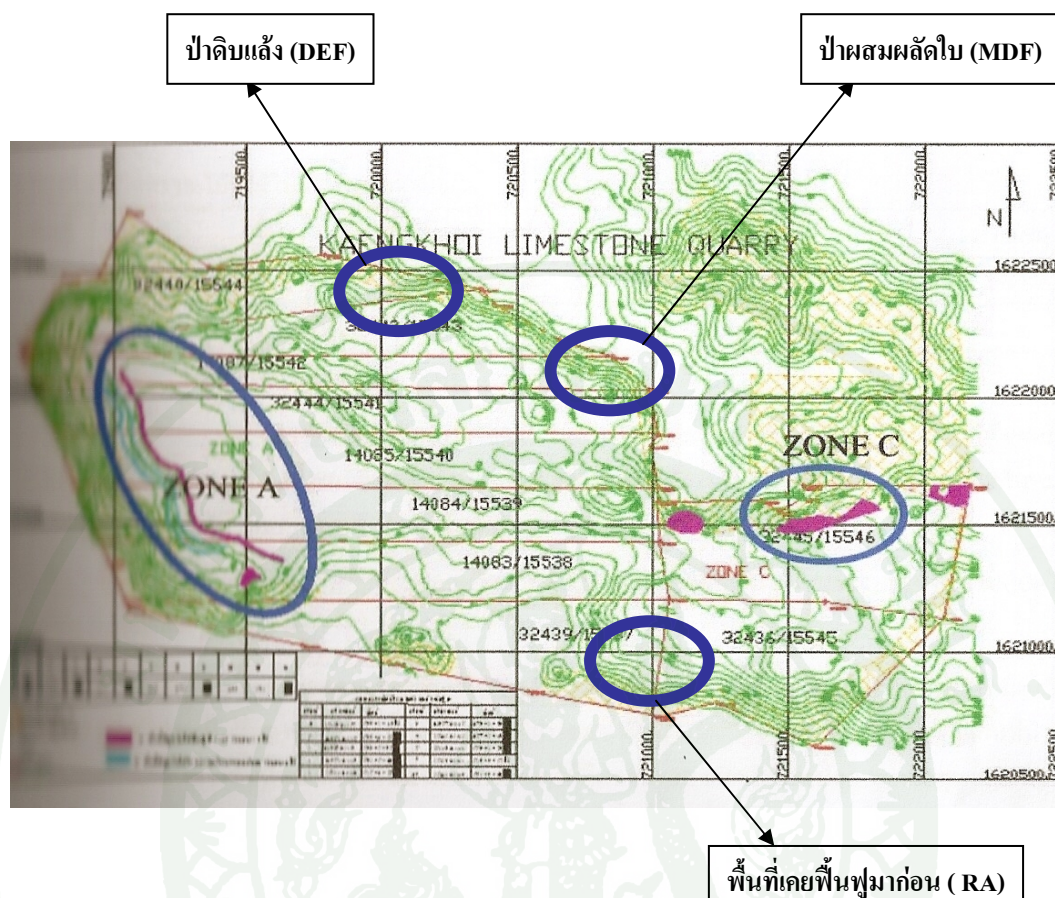
พื้นที่ที่มีการดำเนินกิจกรรมเหมือง ของ บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด เป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาหนองกบ ซึ่งทอดแนวจากทิศตะวันออกเฉียงใต้สู่ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ มีลักษณะเป็นภูเขาหินปูน มีระดับความสูงตั้งแต่ 10 – 252 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง มุมลาดเฉียงของภูเขาประมาณ 35 – 70 องศา ทิศด้านเหนือจะมีความลาดชันมากกว่าทิศใต้ สภาพปัจจุบันมีการทำเหมืองแบบ Open Cut จึงทำให้พื้นที่ของโครงการมีลักษณะเป็นบ่อเหมือง ซึ่งทางโครงการ

ได้ทำการผลิตแร่ในลักษณะชั้นบันไดที่มีขนาดความสูงประมาณ 12-13 เมตร และกว้างประมาณ 12-13 เมตร ความชันในปัจจุบันอยู่ที่ 80-90 องศา สำหรับบริเวณขอบเขตภายนอกโดยรอบพื้นที่บ่อเหมืองทางด้านทิศตะวันตกและทิศเหนือนั้นยังคงมีสภาพเป็นพื้นที่ป่าไม้ตามธรรมชาติเดิม



ภาพที่ 1 ภาพถ่ายทางอากาศปี 2545 แสดงภูมิประเทศและขอบเขตพื้นที่เหมือง ของ บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2545)



ภาพที่ 2 พื้นที่เก็บตัวอย่างแมลง

ที่มา : ศูนย์วิจัยป่าไม้ (2549)

ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะทางภูมิอากาศของที่ตั้ง บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม 2 ชนิด ซึ่งพัดประจำฤดูกาล โดยพัดจากตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาวเรียกว่า ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อิทธิพลของลมนี้จะทำให้พื้นที่ อำเภอ แก่งคอย มีอากาศหนาวเย็นและแห้ง และลมมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดจากทิศตะวันตกเฉียงขึ้นมาจากใต้ ทำให้เกิดฝนตกในพื้นที่ อำเภอ แก่งคอย

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของ อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี (ตารางที่ 2) สามารถแบ่งฤดูกาลของ อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ซึ่งเป็นที่ตั้งของ พื้นที่ศึกษา ได้ดังนี้

ตารางที่ 2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของ อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี (เฉลี่ยระยะเวลา 30 ปี)

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)
มกราคม	9.6	0.9	26.5
กุมภาพันธ์	17.7	1.6	28.0
มีนาคม	45.4	3.3	29.5
เมษายน	77.8	5.0	30.5
พฤษภาคม	150.5	11.1	29.5
มิถุนายน	158.7	11.6	29.0
กรกฎาคม	169.1	12.7	29.0
สิงหาคม	243.9	15.5	28.5
กันยายน	234.6	16.7	28.0
ตุลาคม	158.0	11.0	28.0
พฤศจิกายน	33.3	3.1	27.0
ธันวาคม	5.8	0.5	25.5
เฉลี่ย	-	-	28.0

ที่มา: กองบริการข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ กรมอุตุนิยมวิทยา (2550)

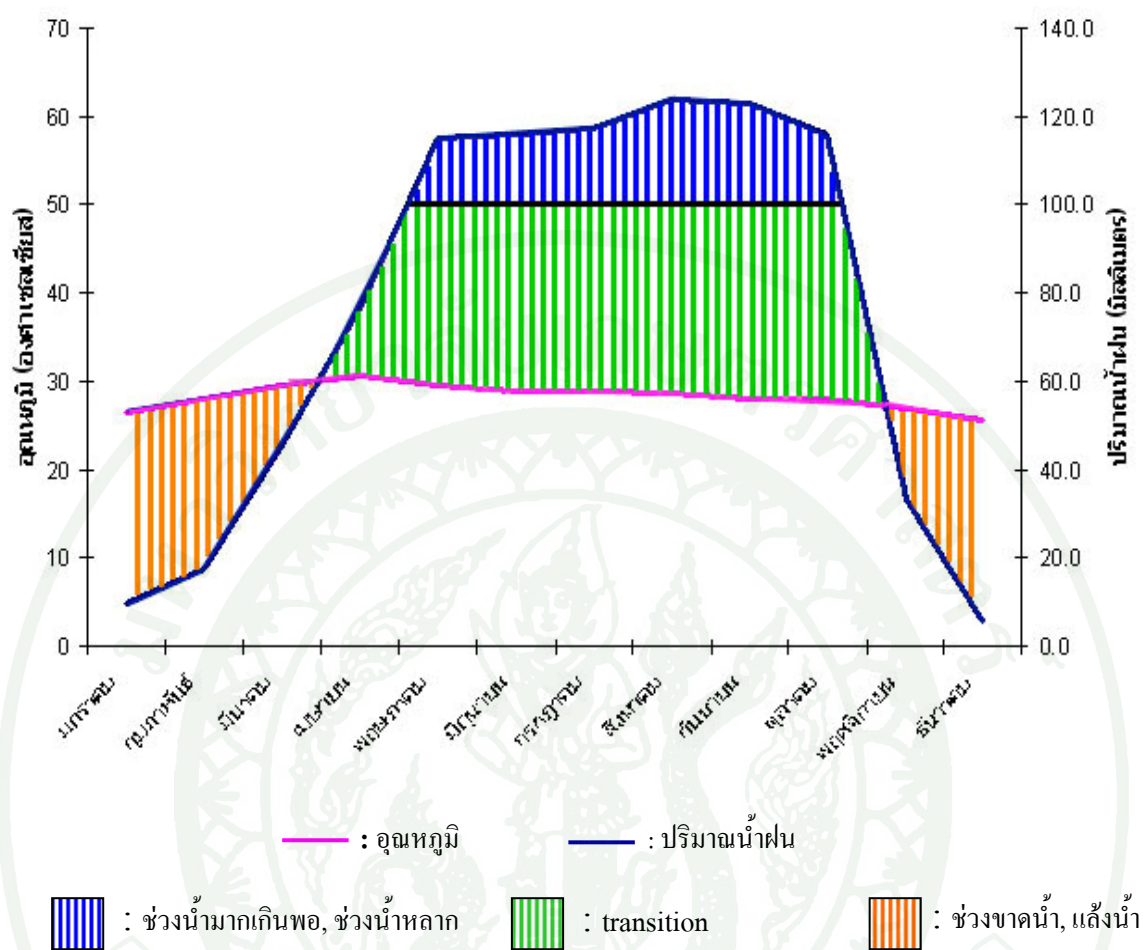
ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม ถึงกลางเดือนตุลาคม เป็นฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดจากมหาสมุทรอินเดียนำไอน้ำและความชุ่มชื้นเข้ามายังประเทศไทย นอกจากนั้นยังมีร่องความกดอากาศต่ำพัดผ่านประเทศไทยตอนบนตลอดช่วงฤดูฝน จึงทำให้บริเวณอำเภอแก่งคอยมีฝนตกชุกทั่วไป โดยเดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือ เดือนสิงหาคม

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดพาความหนาวเย็นจากประเทศจีนลงมา ทำให้มีอากาศเย็นโดยทั่วไป

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ในระยะนี้เป็นช่วงปลอดจาก ลมมรสุม จะมีลมจากทิศใต้และตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุมทำให้มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป เดือนที่มีอากาศร้อนที่สุดคือ เดือนเมษายน สำหรับอุณหภูมิของ อำเภอ แก่งคอย ส่วนใหญ่มีอากาศไม่ร้อนและไม่หนาวจัด โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ที่ 28-29 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในเดือนเมษายน 30.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในเดือนธันวาคมคือ 25.5 องศาเซลเซียส

ปริมาณน้ำฝน จากสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝน อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี พบว่ามีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี 1,304 มิลลิเมตร ตลอดทั้งปีมีฝนตกเฉลี่ยประมาณ 93 วัน เดือนที่มีจำนวนวันฝนตกมากที่สุดคือเดือนกันยายน ประมาณ 17 วัน เดือนที่มีจำนวนวันฝนตกน้อยที่สุดคือเดือนธันวาคม ประมาณครึ่งวันเท่านั้น

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน (ภาพที่ 3) สามารถประเมินความชื้น หรือน้ำในดินสำหรับการเพาะปลูกเพื่อประโยชน์ในการจัดการดินได้เป็น 2 ช่วง คือ 1) ช่วงขาดน้ำ หรือช่วงแล้งน้ำ ปรากฏในช่วงเดือนธันวาคม ถึงเดือนมีนาคม 2) ช่วงน้ำมากเกินพอ หรือช่วงน้ำหลากปรากฏในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน เป็นช่วงที่มีน้ำมากเกินพอ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช อย่างไรก็ตามการพิจารณาช่วงที่เหมาะสมต่อการเติบโตของพืชจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของดินด้วย



ภาพที่ 3 อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี (พ.ศ. 2519-2549) ณ อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์วางแปลงตัวอย่าง ได้แก่ ท่อพีวีซี เทปวัดระยะ
2. เชือก
3. กล้องใส่ตัวอย่างแมลง
4. ถาด และตะแกรงร้อนตัวอย่างแมลง
5. ขวดดองตัวอย่างแมลง
6. เสียมหรือพลั่วพร้อมถุงพลาสติกสำหรับใส่ดิน
7. สาร ethyl acetate และ แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์
8. ปากคีบ
9. กล้องจุลทรรศน์
10. อุปกรณ์บันทึกภาพ
11. แบบบันทึกข้อมูลพร้อมเครื่องเขียน
12. โปรแกรมคอมพิวเตอร์

วิธีการ

1. การคัดเลือกพื้นที่และการวางแผนตัวอย่าง

1.1 การคัดเลือกพื้นที่

ทำการวางแผนตัวอย่างในพื้นที่ที่ทำการศึกษาโดยแบ่งออกเป็น 5 พื้นที่ ดังนี้ คือ

1. พื้นที่ป่าดิบแล้ง
2. พื้นที่ป่าผสมผลัดใบ
3. พื้นที่ทดลองปลูกต้นไม้พื้นฟูโซน A
4. พื้นที่ทดลองปลูกต้นไม้พื้นฟูโซน C
5. พื้นที่ที่เคยดำเนินการฟื้นฟูมาก่อน

โดยพื้นที่ป่าดิบแล้งมีลักษณะของเรือนยอดไม้ปกคลุมต่อเนื่องกันโดยตลอด ส่วนป่าผสมผลัดใบนั้นพื้นที่มีลักษณะลาดชันและมีพันธุ์ไม้ที่พบส่วนใหญ่คือไผ่ โดยพื้นที่ป่าธรรมชาติทั้งสองนี้เป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาภบและมียระยะห่างจากกันประมาณ 300 เมตร สำหรับพื้นที่ทดลองปลูกต้นไม้พื้นฟูโซน A เป็นพื้นที่ซึ่งได้เสร็จสิ้นจากการทำเหมืองปูนแล้ว ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นหินดินดาน มีขนาดเนื้อที่ประมาณ 6 ไร่ ในพื้นที่มีการนำพืชชนิดต่างๆ เช่น หญ้ารูซี่ (*Bachiaria ruziziensis*) หญ้าไวร์ด (*Chloris gayana*) ถั่วไมยรา (*Desmanthus virgatus*) และถั่วฮามาต้า (*Stylosanthes hamata*) มาทดลองปลูกคลุมดินในพื้นที่เพื่อช่วยรักษาความชุ่มชื้นของดินในช่วงฤดูแล้ง และทำการปลูกทดลองไม้ 13 ชนิด คละกันไปในแปลงชนิดละประมาณ 14 ต้นต่อแปลงโดยใช้ระยะปลูก 2×2 เมตร ส่วนพื้นที่ทดลองปลูกต้นไม้พื้นฟูโซน C สภาพพื้นที่บริเวณแปลงทดลองนี้ผ่านการทำเหมืองหินปูนมาแล้ว พื้นที่ปลูกเป็นดินดาน การเตรียมพื้นที่ทำโดยเอาดินมาถมหนา 30 ซม. (ซึ่งเป็นดินและหินทิ้งจากการทำเหมืองนำมาใช้ในการรองพื้น) โดยมีไม้ทดลอง 12 ชนิด มีระยะปลูกและการบำรุงรักษาเช่นเดียวกับพื้นที่โซน A และสุดท้ายพื้นที่ที่เคยดำเนินการฟื้นฟูมาก่อน เป็นพื้นที่ที่ทำการฟื้นฟูเมื่อปี พ.ศ. 2540 โดยใช้วิธีการหว่านเมล็ด ไม่เน้นการบำรุงรักษาภายในพื้นที่

1.2 การวางแผนแปลงตัวอย่าง

วางแผนแปลงตัวอย่างในแต่ละพื้นที่ (ภาพที่ 4) ตามลักษณะถิ่นอาศัยของแมลงแต่ละกลุ่ม โดยจำแนกแมลงออกเป็น 2 กลุ่ม คือ แมลงที่อาศัยอยู่บนผิวดิน และ แมลงในดิน ทำการวางแผนแปลงขนาด 10×10 ตารางเมตร จำนวน 3 แปลง ในแต่ละพื้นที่ให้ครบทั้ง 5 พื้นที่ และภายในแปลงดังกล่าวทำการแบ่งย่อยออกเป็น 10 แปลง (ขนาด 5 เมตร x 2 เมตร) พร้อมทั้งวางแผนแปลงแบบสุ่มขนาด 1 เมตร×1 เมตร ให้ครบทั้ง 10 แปลง เพื่อเก็บตัวอย่างซากพืช และสุดท้ายวางแผนแปลงแบบสุ่มขนาด 20 ซม. x 20 ซม. ลึก 10 ซม. ทั้งสิ้น 10 แปลง ภายในแปลงขนาด 1 เมตร×1 เมตรให้ครบทั้ง 10 แปลง เพื่อเก็บตัวอย่างแมลงบนผิวดินและแมลงในดิน ทำการวางแผนเช่นนี้ทั้ง 5 พื้นที่ (ภาพที่ 5) และวางแผนแปลงตัวอย่างลักษณะเดิมในพื้นที่เดียวกันในฤดูกาลต่อไป

1.3 การเก็บตัวอย่างแมลง

เก็บตัวอย่างแมลงโดยแบ่งออกเป็น 2 ฤดูกาล คือ ฤดูแล้งระหว่างเดือนมกราคม ถึง เดือนเมษายน และ ฤดูฝน คือระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง กันยายน พ.ศ. 2552 ทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 6 ครั้ง ในฤดูแล้งคือเดือน กุมภาพันธ์ มีนาคม และ เมษายน ส่วนในฤดูฝน คือ เดือน กรกฎาคม สิงหาคม และ กันยายน

การเก็บแมลงครั้งนี้เพื่อให้ครอบคลุมแหล่งที่อยู่อาศัยของแมลงและทำการเก็บเฉพาะตัวอย่างแมลงในดินขนาดกลาง (meso soil insect) ซึ่งได้ทำการเก็บทั้งสิ้น 2 วิธีประกอบด้วย

1.3.1 การเก็บแมลงบนผิวดิน (plant litter sifting)

ทำการร่อนซากพืชที่ปกคลุมผิวดิน โดยกำหนดขนาดแปลงประมาณ 20x20 ตารางเซนติเมตร จำนวน 10 แปลง เก็บซากพืชที่อยู่ในแปลงใส่ในตะแกรงร่อนที่มีตากรองรับด้านล่าง และใช้ปากคีบจับแมลงใส่ในขวดเก็บตัวอย่าง โดยวิธีการนี้ใช้เก็บแมลงที่อาศัยอยู่ตามผิวดินและตามเศษไม้ใบไม้ต่างๆ รวมทั้งวัชพืชบริเวณผิวดินทั้งหมด

1.3.2 การเก็บแมลงที่อาศัยในดิน (soil sampling)

วางแปลงขนาด 20 ซม. x 20 ซม. ลึก 10 ซม. รวมทั้งสิ้น 10 แปลงโดยใช้ฟลั่วหรือเสียมขุดดินในแปลงนำมาร่อนในตะแกรงที่มีตากรองรับด้านล่าง ใช้ปากคีบจับแมลงใส่ในขวดเก็บตัวอย่าง ซึ่งการเก็บแมลงในวิธีนี้จะทำการเก็บภายหลังจากเก็บแมลงโดยการร่อนซากพืชที่ปกคลุมผิวดินแล้ว ซึ่งวิธีการนี้เป็นการเก็บแมลงที่อาศัยอยู่ในดิน

1.4 การเก็บข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ

ในการเก็บข้อมูลปัจจัยทางกายภาพนั้น ทำการเก็บทั้งสิ้น 3 ปัจจัย คือความชื้นในดิน (soil moisture) อุณหภูมิในดิน (soil temperature) และมวลชีวภาพ (biomass) ของซากพืช ในการเก็บข้อมูลจะใช้จุดเก็บตัวอย่างเดียวกันกับการเก็บแมลงโดยทำการเก็บในพื้นที่ทั้ง 5 พื้นที่โดยเก็บทั้งสิ้น 6 ครั้งและเก็บในระยะเวลาเดียวกับที่เก็บข้อมูลแมลง ทำการเก็บข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ ดังต่อไปนี้

1.4.1 ความชื้นในดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินโดยใช้ soil core ที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 25 ตร.ซม. สูง 4 ซม. เก็บทั้งสิ้น 10 จุดนำตัวอย่างดินที่ได้มาชั่งน้ำหนักสดหลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วันแล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

1.4.2 อุณหภูมิในดิน

ทำการวัดอุณหภูมิในดิน (soil temperature) โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ปักลงในดินที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที บันทึกค่าของอุณหภูมิที่ได้ ณ ขณะนั้น ในจุดที่ทำการปักเทอร์โมมิเตอร์ต้องหลีกเลี่ยงไม่ให้แสงแดดส่องเทอร์โมมิเตอร์โดยตรงและทำการวัดอุณหภูมิทั้งสิ้น 10 จุด

1.4.3 ชากพีช

การเก็บตัวอย่างชากพีช โดยวางแปลงขนาด 1 ม. x 1 ม. เก็บชากพีชที่อยู่ผิวดินของแปลง โดยนำตัวอย่างชากพีชที่ได้มาชั่งน้ำหนักสดหลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน นำมาชั่งน้ำหนักแห้งเพื่อคำนวณหามวลชีวภาพของชากพีช ทำการเก็บทั้งสิ้น 10 แปลง

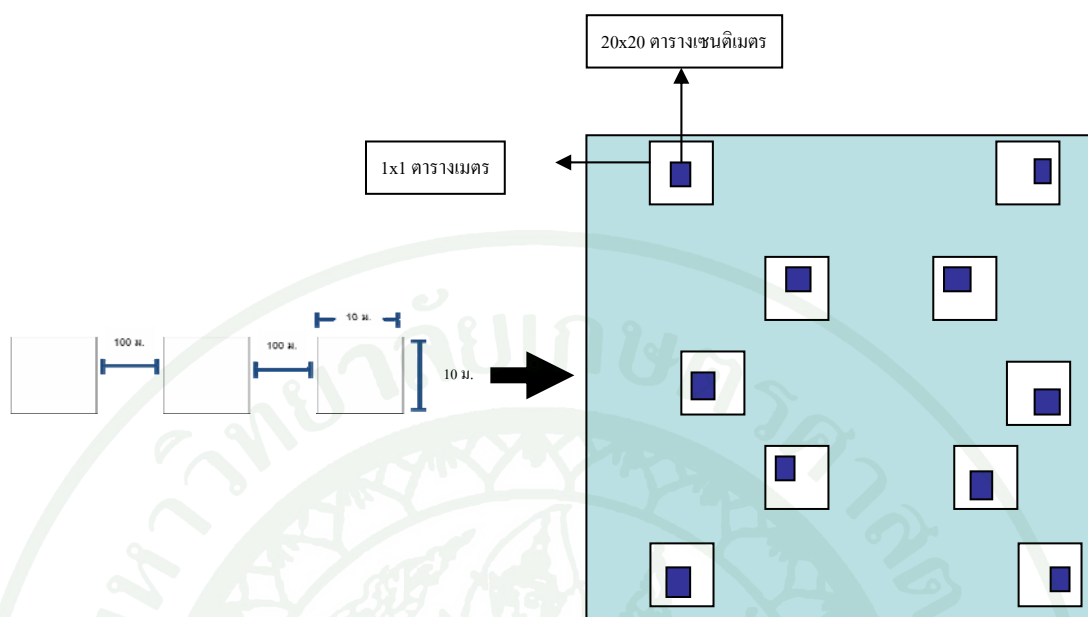
2. การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

นำแมลงที่แยกไว้แล้วจากการเก็บในภาคสนามมาจัดรูปร่างให้อยู่ในแบบมาตรฐานสากล เพื่อสะดวกในการจัดจำแนกออกเป็นอันดับ (order) วงศ์ (family) และสกุล (genera) โดยใช้คู่มือในการจำแนกแมลงและกล้องจุลทรรศน์ ช่วยในการจำแนก กระทำจนครบทุกพื้นที่และครบทั้ง 6 ครั้ง พร้อมทั้งเขียนชื่อแปลงที่เก็บ และวันเดือนปีที่เก็บ หลังจากนั้นจะนำผลไปใช้ในการวิเคราะห์ขั้นต่อไป



ภาพที่ 4 สภาพพื้นที่ทำการศึกษา

- ก. พื้นที่ปลูกต้นไม้พื้นฟูโซน C
- ข. พื้นที่ปลูกต้นไม้พื้นฟูโซน A
- ค. พื้นที่เคยฟื้นฟูมาก่อน
- ง. ป่าผสมผลัดใบ
- จ. ป่าดิบแล้ง



ภาพที่ 5 การสุ่มวางแปลงย่อยขนาด 1x1 ตารางเมตร (เก็บซากพืช) และแปลงย่อยขนาด 20x20 ตารางเซนติเมตร (เก็บตัวอย่างแมลงในดิน) ภายในแปลงขนาด 10x10 ตารางเมตรในแต่ละพื้นที่



ภาพที่ 6 การปฏิบัติงานในภาคสนาม

ก. การเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปหาค่าความชื้นดิน

ข. เก็บอุณหภูมิดิน ณ ขณะนั้น

ค. แปลงย่อยขนาด 20x20 ตารางเซนติเมตร เพื่อเก็บตัวอย่างแมลงในดิน



ภาพที่ 7 การคัดแยกตัวอย่างแมลง



ภาพที่ 8 การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 หาค่าการปรากฏของแมลง (occurrence) เพื่อนำมาแบ่งระดับการพบบ่อย พบปานกลาง และ พบน้อยมาก เปรียบเทียบจำนวนชนิดแมลงและโดยพิจารณาจากความถี่ในการปรากฏของแมลงในแต่ละครั้งที่สำรวจ คำนวณจากสูตร ดังนี้

$$\text{การปรากฏ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่พบแมลงชนิดนั้น}}{\text{จำนวนครั้งที่สำรวจทั้งหมด}} \times 100$$

ระดับการปรากฏได้แก่

พบบ่อย	=	มากกว่า 70 เปอร์เซนต์
พบปานกลาง	=	40-69 เปอร์เซนต์
พบน้อย	=	น้อยกว่า 40 เปอร์เซนต์

3.2 ศึกษาโครงสร้างทางสังคมของแมลงในสังคมพืช โดยพิจารณาจากข้อมูลชนิดแมลงที่ได้จากการเก็บข้อมูล นำมาคำนวณค่าต่าง ๆ ดังนี้

3.2.1 ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดแมลง เพื่อเปรียบเทียบแต่ละพื้นที่ศึกษา โดยการใช้สมการของ Shannon–Wiener's Index (Wilson, 2000) ดังนี้

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

H' คือ ดัชนีความหลากหลายของ Shannon – Wiener's Index

S คือ จำนวนชนิด

p_i คือ สัดส่วนระหว่างจำนวนตัวอย่างของสิ่งมีชีวิต ($i=1,2,3,\dots$) ต่อจำนวนตัวอย่างทั้งหมด

3.2.2 ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (evenness indices) จะบอกถึงการกระจายของชนิดพันธุ์ในสังคม ซึ่งสังคมใดมีการกระจายสม่ำเสมอหรือมีจำนวนในแต่ละชนิดพันธุ์ใกล้เคียงกันจะมีค่าดัชนีความสม่ำเสมอสูง และจะมีค่าดัชนีความสม่ำเสมอลดลงเมื่อมีความสัมพันธ์ของการกระจายแต่ละชนิดพันธุ์ในสังคมแตกต่างกันออกไป (Ludwig and Reynold, 1998) โดยใช้สูตรดังนี้ (Hill, 1973)

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

E	คือ	ความสม่ำเสมอ
H'	คือ	Shannon–Wiener’s Index
H'max	คือ	ค่า species diversity สูงสุด

3.2.3 ค่าดัชนีความคล้ายคลึงแสดงด้วยค่า Similarity Index คำนวณได้จาก สมการของ Sorensen เพื่อประเมินว่าในแต่ละพื้นที่ทั้งสองมีชนิดของแมลงที่มีความคล้ายคลึงกันหรือไม่ (Kreb, 1999) โดยนำข้อมูลการปรากฏและไม่ปรากฏของแมลงในพื้นที่แต่ละชนิดซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$IS = \frac{2W}{(A+B)} \times 100$$

IS คือ ดัชนีความคล้ายคลึงของแมลงในแต่ละป่า (เปอร์เซ็นต์)

A คือ จำนวนชนิดของแมลงที่พบในป่าชนิด A

B คือ จำนวนชนิดของแมลงที่พบในป่าชนิด B

W คือ จำนวนชนิดของแมลงที่พบทั้งในป่าชนิด A และ B

3.2.4 ค่าความหนาแน่น

$$\text{ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)} = \frac{\text{จำนวนแมลงทั้งหมดที่พบในพื้นที่นั้น}}{\text{พื้นที่ทั้งหมด}}$$

3.2.5 ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density)

$$\text{ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (\%)} = \frac{\text{ค่าความหนาแน่นของแมลงชนิด A} \times 100}{\text{ความหนาแน่นของแมลงทุกชนิดในสังคม}}$$

3.2.6 เปรียบเทียบชนิดแมลงที่พบเพื่อนำมาจัดกลุ่มชนิด (cluster analysis) โดยใช้ค่าความคล้ายคลึงของ Sorensen จัดกลุ่มโดยใช้วิธี Sorensen distance (McCune and Mefford, 1999) และวิเคราะห์ลักษณะแมลงกลุ่มเด่นเพื่อเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพภายในพื้นที่ Two-way Indicator Species Analysis (TWINSpan) โดยใช้โปรแกรม PC-ORD เวอร์ชัน 5

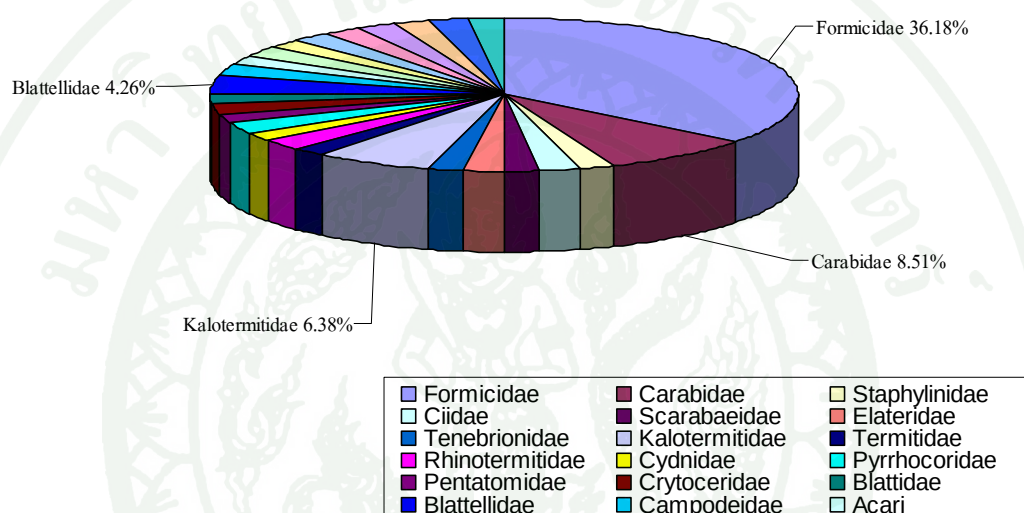
ผลและวิจารณ์

1. ความหลากหลายและการปรากฏของชนิดแมลง

1.1 ความหลากหลายของแมลง

จากการศึกษา (ภาพที่ 9) พบแมลงทั้งหมด 11 อันดับ 24 วงศ์ 37 สกุล 43 ชนิด โดยพบว่าแมลงในอันดับ Hymenoptera ซึ่งอยู่ในวงศ์ Formicidae พบชนิดและจำนวนตัวมากที่สุด เป็นจำนวน 12 สกุล 17 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 36.17 ของชนิดแมลงที่พบทั้งหมด รองลงมาได้แก่ แมลงในอันดับ Coleoptera ซึ่งอยู่ในวงศ์ Carabidae พบจำนวน 5 สกุล 5 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 8.51 ของแมลงที่พบทั้งหมด ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับเดชา (2534) พบว่า การที่พื้นที่ที่ไม่มีการเผาและพื้นที่หลังเผาแล้ว 5 วัน พบแมลงในวงศ์ Formicidae ซึ่งอยู่ในอันดับ Hymenoptera เป็นจำนวนมากเหมือนกัน เนื่องจากแมลงในวงศ์นี้อยู่กันเป็นสังคมและมีการสร้างรังอยู่ตามพื้นดิน สามารถพบได้ทั้งสภาพที่มีความชื้นและแห้งแล้ง บริเวณที่มีซากพืช ซากสัตว์หรือพื้นที่โล่ง Holldobler and Wilson (1990) พบว่า มดอาศัยอยู่ตามพื้นดินทุกหนทุกแห่งทั่วโลก มดบางชนิดสามารถปรับตัวได้ดีเมื่อถิ่นอาศัยถูกรบกวนได้อย่างรวดเร็ว ดังเช่นการศึกษาของ French and Keirle (1969) ได้ศึกษาบริเวณสวนป่า *Pinus radiata* ในประเทศออสเตรเลีย หลังจากถูกไฟไหม้พบว่าประชากรของมดลดลงมากแต่ยังคงมีจำนวนมากกว่าแมลงชนิดอื่นๆ เพราะว่ามดสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพที่ร้อนและแห้งแล้งของดินหลังถูกรบกวนได้ดี สำหรับ แมลงพวกด้วงในวงศ์ Carabidae นั้นเป็นวงศ์ที่พบรองลงมาจากวงศ์ Formicidae จากการศึกษาของ Ahlgren (1978) พบว่าจำนวนแมลงปีกแข็งลดลงมากหลังจากพื้นที่ถูกไฟไหม้ในช่วง 3 เดือนแรก แต่วงศ์ Carabidae ชอบอาศัยอยู่บริเวณที่มีความชื้น ซึ่งสกุล *Tachys* เป็นสกุลที่เด่นที่สุดในวงศ์นี้เพราะพบเป็นจำนวนมากที่สุด ทั้งพื้นที่ที่ไม่มีการเผาและพื้นที่หลังเผาแล้ว 5 วัน แสดงว่าสกุล *Tachys* สามารถอาศัยอยู่ได้ทั้งบริเวณที่ชุ่มชื้นและแห้งแล้ง ส่วน ปิยนุช (2545) กล่าวอีกว่าด้วงดินในสกุล *Abacetus* ที่พบได้มากเนื่องจากสามารถใช้พืชอาศัยได้หลายชนิดแม้พื้นที่เดิมจะถูกรบกวน นอกจากนี้พบว่าแมลงในวงศ์ Kalotermitidae และวงศ์ Blattellidae พบเป็นจำนวนมากกว่า 1 สกุลแต่สำหรับแมลงส่วนใหญ่ที่พบในพื้นที่ศึกษาจะพบเพียง 1 สกุล และ 1 ชนิดเท่านั้น ซึ่งแมลงที่พบนั้นเมื่อนำมาจำแนกแล้ว พบว่าสามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ผู้บริโภคกับผู้ย่อยสลาย สำหรับผู้บริโภคนั้นแบ่งย่อยได้เป็น 3 พวก คือ พวกกินพืช พวกกินสัตว์ และพวกกินทั้งพืชและสัตว์ แมลงพวกที่กินพืช พบเป็นจำนวน 6 อันดับ แยกได้เป็น 11 วงศ์ จะเห็นได้ว่าเป็นจำนวนอันดับและวงศ์ที่มาก แต่จำนวนแมลงที่พบยังมีปริมาณ

น้อยแต่ละชนิด แต่สำหรับแมลงที่พบเป็นส่วนใหญ่ในพื้นที่ทำการศึกษานั้นจัดเป็นแมลงพวกผู้ย่อยสลายซึ่งถือว่ามึบทบาทต่อโครงสร้างของดินเป็นอย่างมาก และส่งผลโดยตรงต่อความสำเร็จของการฟื้นฟูพื้นที่เหมืองอีกด้วย ซึ่งพบแมลงจำพวกนี้เป็นจำนวน 8 อันดับ แยกได้เป็น 12 วงศ์ (ตารางผนวกที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับ เดชา (2534) กล่าวว่า สำหรับผู้ย่อยสลายจะพบแมลงเป็นจำนวนมากที่อาศัยตามพื้นดินและในดิน โดยเฉพาะตามชั้นซากพืช เนื่องจากแมลงเหล่านี้มีแหล่งที่หลบซ่อนตัวและแหล่งอาหาร ตลอดจนสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพพื้นที่ที่เปลี่ยนไปได้ดี



ภาพที่ 9 เปอร์เซนต์จำนวนชนิดและสกุลในแตงวงศ์ของแมลงที่พบในพื้นที่ศึกษา บริเวณบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด จังหวัดสระบุรี

ตารางที่ 3 จำนวนชนิดและสกุลในแต่ละวงศ์ของแมลงที่พบในแต่ละพื้นที่บริเวณบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด จังหวัดสระบุรี

พื้นที่ศึกษา	อันดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด
โซน C	7	10	15	19
โซน A	8	9	13	16
พื้นที่เคยฟื้นฟู	9	12	20	20
ป่าดิบแล้ง	10	15	22	23
ป่าผสมผลัดใบ	9	12	18	19

จากการสำรวจในแต่ละพื้นที่ (ตารางที่ 3) ป่าดิบแล้งพบจำนวนวงศ์และสกุลมากที่สุด คือ 15 วงศ์ และ 22 สกุล รองลงมาคือ พื้นที่เคียนพุ่ม ป่าผสมผลัดใบ พื้นที่โซน C และพื้นที่โซน A มีจำนวน 12,10 และ 9 วงศ์ พบจำนวนสกุล 20, 18, 15 และ 13 สกุลตามลำดับ และในป่าดิบแล้งก็ยังพบจำนวนชนิดสูงสุด คือ 23 ชนิด รองลงมาคือ พื้นที่เคียนพุ่มมาก่อน ป่าผสมผลัดใบ พื้นที่โซน C และพื้นที่โซน A พบจำนวนชนิด 20, 19, 19 และ 16 ชนิดตามลำดับ จะเห็นได้ว่าป่าดิบแล้งมีความหลากหลายของวงศ์และสกุลของแมลงมากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Tsukamoto and Sabang (2004) ทำการศึกษา soil macro-fauna ในสวนป่ากระถินเทพา (*Acacia mangium*) ในประเทศมาเลเซีย พบว่าปลวกและมดเป็นแมลงที่เป็นกลุ่มเด่น โดยที่เมื่อเปรียบเทียบกับป่าดิบแล้งพบว่า ความมากมายของแมลงที่พบในสวนป่านั้นน้อยกว่าในป่าดิบแล้งมากและปลวกมีประชากรน้อยกว่าในป่าดิบแล้งอย่างมีนัยสำคัญ

1.2 การปรากฏของชนิดแมลง

จากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การปรากฏของชนิดแมลงที่พบในพื้นที่ (ตารางผนวกที่ 4) พบว่า สามารถแบ่งระดับการปรากฏชนิดแมลงโดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์การปรากฏในพื้นที่เป็นค่าในการจัดกลุ่มการปรากฏของแมลงแต่ละชนิดได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่พบได้น้อย (น้อยกว่าร้อยละ 40) กลุ่มที่พบได้ปานกลาง (ร้อยละ 40-69) และกลุ่มที่พบได้มาก (ร้อยละ 70)

กลุ่มที่พบได้น้อย มีจำนวน 36 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 76.59 ซึ่งในจำนวนนี้พบว่า ส่วนมากเป็นชนิดแมลงที่พบเฉพาะแต่ละพื้นที่ คือ แมลงที่พบเฉพาะพื้นที่ โซน C มีชนิดแมลงพบเฉพาะจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ มด *Monomorium pharaonis*, มดละเอียดท้องดำ (*Monomorium destructor*), มดรีวเทศ (*Tetramorium simillimum*) และ มดรีวสมิธ (*Tetramorium smithii*) แมลงที่พบเฉพาะพื้นที่โซน A มีชนิดแมลงพบเฉพาะจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ มดคันปากนกแก้ว (*Pheidole tsailuni*) และ มวนชนิด *Aethus indicus* แมลงที่พบเฉพาะพื้นที่เคียนพุ่มมาก่อนมีชนิดแมลงพบเฉพาะจำนวน 2 ชนิด คือ ค้างคินพวก *Apristus subsulcatus* และ *Synuchus* sp. แมลงที่พบเฉพาะป่าดิบแล้ง มีชนิดแมลงพบเฉพาะจำนวน 4 ชนิด คือ มดลั่นไถ่ธรรมดา (*Anochetus graeffei*), *Crematogaster rogenhoferi* ปลวก *Coptotermes kalshoveni* และ แมลงสาบสีน้ำตาล (*Periplaneta brunnea*) และแมลงที่พบเฉพาะป่าผสมผลัดใบ มีชนิดแมลงพบเฉพาะจำนวน 3 ชนิด คือ มวน *Megymenum brevicorne*, *Meloimorpha albicornis* และ แมลงหางดีดวงศ์ Sminthuridae และ แมลงบางชนิดพบได้มากกว่าหนึ่งพื้นที่แต่พบได้เพียงในช่วงฤดูกาลเท่านั้น เช่น มดน้ำผึ้ง (*Anoplolepis*

gracilipes), มดโล่บ้าน (*Meranoplus bicolor*), มดหนาม (*Polyrhachis* sp.) ค้างคาว *Anisodactylus nigerrimus*, *Agonischius* sp. มวนชนิด *Melamphaus faber* และ ตั๊กแตนหนวดยาว *Oxya minima*

กลุ่มแมลงที่พบได้ปานกลาง มีจำนวน 10 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 21.28 ซึ่งแมลงในกลุ่มนี้เป็นชนิดแมลงที่พบได้มากกว่า 3 พื้นที่ และในจำนวนนี้มีแมลงจำนวน 4 ชนิด ที่พบได้ในทุกสังคมพืช คือ มดคันไฟ (*Solenopsis geminata*), มดตะลันปล้องขี้เถ้า (*Camponotus rufloglancus*) ค้างคาวชนิด *Catapiestus tonkineus* และ แมลงหางดีดวงศ์ Entomobryidae

กลุ่มแมลงที่พบได้มาก พบได้ทั่วไปในพื้นที่และทุกช่วงฤดูกาล มีจำนวน 1 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 2.13 คือ ค้างคาว *Tachys* sp. ซึ่งค้างคาวชนิดนี้พบได้ทั่วไปตามพื้นดิน เป็นตัวช่วยในการย่อยสลายโดยการกินทั้งซากพืชและซากสัตว์ จากการที่พบแมลงชนิดนี้ปรากฏในทุกสังคมพืชคือ พื้นที่โซน C พื้นที่โซน A พื้นที่เคยฟื้นฟูมาก่อน ป่าดิบแล้ง และ ป่าผสมผลัดใบ แสดงให้เห็นว่าแมลงชนิดนี้มีความสามารถปรับตัวในการสร้างรังและหาอาหาร รวมทั้งการพักตัว ได้ดีในสภาพพื้นที่ที่มีปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางนิเวศวิทยาที่แตกต่างกัน เช่น ความชื้นดินที่มีค่าน้อยมากและอุณหภูมิสูงมากในพื้นที่โซน C และ โซน A ในช่วงฤดูแล้ง และมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมเพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูฝนจึงทำให้ค้างคาวชนิดดังกล่าวประสบความสำเร็จในการแพร่กระจายได้ดีในทุกพื้นที่และพบได้ตลอดทั้งการศึกษา

จากข้อมูลการปรากฏ (ตารางผนวกที่ 4) จะเห็นได้ว่ากลุ่มแมลงส่วนมากอยู่ในกลุ่มที่พบได้น้อยซึ่งส่วนมากเป็นชนิดที่พบได้เฉพาะพื้นที่และบางชนิดมีการปรากฏในพื้นที่อื่นๆ เฉพาะฤดูกาล ซึ่งการพบปรากฏของแมลงที่พบได้น้อยส่วนมากจะมีความจำเพาะกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางนิเวศวิทยา คือ ความชื้นและอุณหภูมิบริเวณที่สร้างรังและหาอาหารที่เหมาะสม ดังคำกล่าวของ Holldobler and Wilson (1990) ที่ว่ามดมีการปรับตัวให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมเช่นเดียวกับพืช เนื่องจาก อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝน เป็นปัจจัยกายภาพของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้น หรือลดลงของประชากรมดในระบบนิเวศ และปัจจัยเหล่านี้ยังมีผลต่อการหมุนเวียนพลังงานในระบบนิเวศด้วย ซึ่งมดนั้นมีการตอบสนองโดยการเคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง สอดคล้องกับการศึกษาของ ชมัยพร (2548) ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการปรากฏของชนิดมด พบว่า ปัจจัยทางกายภาพทั้ง 4 ชนิด คือ อุณหภูมิดิน ความชื้นในดิน ความชื้นซากพืช และมวลชีวภาพของซากพืช มีความสัมพันธ์กับการปรากฏของมดในป่าดิบแล้ง ป่าผสมผลัดใบแล้งสูง และป่าผสมผลัดใบที่ถูกละทิ้ง เช่น Shattuck and Bamett

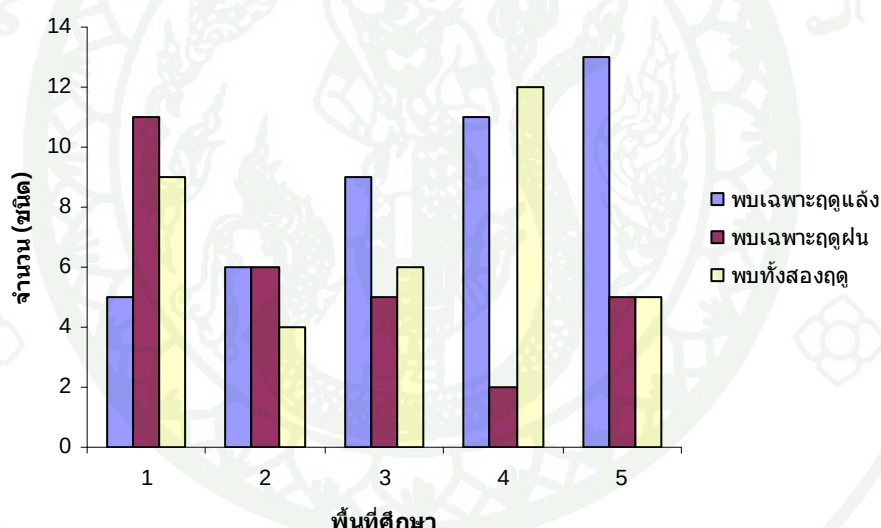
(2001) พบว่า กลุ่มมดที่พบได้น้อยมากบางชนิดเป็นมดที่พบได้เฉพาะสังคมพืช เช่น มด *Meranoplus bicolor*, มด *Meranoplus* sp.3 of AMK และ มด *Polyrhachis dives* พบบริเวณพื้นที่โล่ง และไม้พื้นล่างที่หญ้าขึ้นปกคลุมในป่าเต็งรัง สอดคล้องกับการศึกษาของ Herber (1985) กล่าวว่า *Meranoplus* sp. เป็นกลุ่มมดที่พบหาอาหารอยู่บริเวณพื้นที่โล่ง ค่อนข้างแห้งแล้งและมีการเก็บเมล็ดพืชตระกูลหญ้าเป็นอาหาร ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้ที่พบ มด *Meranoplus bicolor* และ มด *Polyrhachis* sp. อยู่ในบริเวณที่โล่งในป่าเต็งรัง และป่าผสมผลัดใบในช่วงที่แห้งแล้งเท่านั้น

1.3 การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของชนิดแมลง

การศึกษานชนิดแมลงในช่วงฤดูกาล (ภาพที่ 10 และ ตารางผนวกที่ 4) มีชนิดแมลงเพิ่มขึ้นและลดลงแตกต่างกันระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง พบว่า ช่วงฤดูแล้งป่าดิบแล้งมีชนิดแมลงมากที่สุดจำนวน 24 ชนิด รองลงมา คือ ป่าผสมผลัดใบ พื้นที่เคยพื้นที่ฟู พื้นที่โซน C และพื้นที่โซน A พบชนิดแมลงจำนวน 17, 16, 14 และ 10 ชนิด ตามลำดับ และช่วงฤดูฝนพบชนิดแมลงในป่าดิบแล้งมากที่สุดจำนวน 16 ชนิด รองลงมาคือ พื้นที่โซน C ป่าผสมผลัดใบ พื้นที่โซน A และพื้นที่เคยพื้นที่ฟู พบจำนวน 13, 11, 9 และ 8 ตามลำดับ จากภาพที่ 10 จะเห็นได้ว่าจำนวนชนิดแมลงที่พบเฉพาะฤดูกาล ในแต่ละพื้นที่มีจำนวนต่างกัน ในพื้นที่โซน C มีจำนวนชนิดที่พบเฉพาะช่วงฤดูฝนมากที่สุดจำนวน 11 ชนิด รองลงมาคือ พื้นที่โซน A พื้นที่เคยพื้นที่ฟู ป่าผสมผลัดใบ และป่าดิบแล้ง มีจำนวน 6, 5, 5 และ 2 ตามลำดับ ส่วนในช่วงฤดูแล้งพบว่าป่าผสมผลัดใบ มีชนิดที่พบเฉพาะมากที่สุดจำนวน 13 ชนิด รองลงมาคือ ป่าดิบแล้ง พื้นที่เคยพื้นที่ฟู พื้นที่โซน A และ พื้นที่โซน C มีจำนวน 11, 9, 6 และ 5 ตามลำดับ ชนิดแมลงที่พบในแต่ละพื้นที่จะมีการเพิ่มขึ้นและลดลงของชนิดแมลงแตกต่างกันในระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้ง คือ พื้นที่โซน C มีชนิดแมลงที่พบช่วงฤดูฝนมากกว่าช่วงฤดูแล้ง ส่วนป่าดิบแล้ง พื้นที่เคยพื้นที่ฟู และป่าผสมผลัดใบมีชนิดแมลงที่พบในช่วงฤดูแล้งมากกว่าในฤดูฝน สำหรับพื้นที่โซน A นั้น มีชนิดแมลงที่พบระหว่างช่วงฤดูแล้งเท่ากับช่วงฤดูฝน

จากการศึกษาข้างต้นพบว่าชนิดแมลงที่เพิ่มมากขึ้นเฉพาะฤดูกาลเป็นกลุ่มแมลงที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางนิเวศวิทยาโดยเฉพาะความชื้นและอุณหภูมิ ซึ่งจะเห็นได้จากช่วงฤดูฝนของพื้นที่โซน C และพื้นที่โซน A (ภาพที่ 10) ที่พบชนิดแมลงเฉพาะฤดูฝนมากกว่าและเท่ากับฤดูแล้งนั้นเนื่องจากช่วงฤดูแล้งภายในพื้นที่ทั้งสองนั้นค่อนข้างแห้งแล้ง

อุณหภูมิทั้งในอากาศและในดินสูงขึ้น ความชื้นบริเวณซากพืช และความชื้นในดินต่ำ ซึ่งลักษณะดังกล่าวไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของแมลงรวมทั้งพืชและสิ่งมีชีวิตที่เป็นอาหารของแมลง โดยเฉพาะชนิดของแมลงที่สร้างรังและอาศัยบริเวณซากพืช ด้วยเหตุนี้ช่วงฤดูแล้งจึงพบเฉพาะชนิดแมลงที่สามารถปรับตัวให้เหมาะสมในการสร้างรังได้หลากหลาย และกินอาหารได้หลายประเภทในพื้นที่อาศัยได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Bolton (1994) และ Shattuck and Bamett (2001) กล่าวว่า มดในสกุล *Crematogaster* เป็นผู้ล่าและกินซากและยังพบว่ามีความเป็นอยู่สัมพันธ์กับแมลงในอันดับ Hemiptera and Buffington (1967) พบว่า ปลวกที่อาศัยอยู่ใต้ดินสามารถรอดชีวิตจากไฟที่เผาไหม้ เพราะพบการตัดแปลงทางเดินหรือรังเล็ก ๆ ของปลวกอยู่ใต้เชื้อเห็ดเหมือนกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแมลงที่สามารถปรับตัวให้เหมาะสมในการสร้างรังได้หลากหลาย และกินอาหารได้หลายประเภทในพื้นที่อาศัยได้จะสามารถอยู่รอดในช่วงฤดูแล้งที่สิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสมได้



ภาพที่ 10 เปรียบเทียบจำนวนชนิดแมลงที่พบช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง โดยแบ่งเป็นแมลงที่พบเฉพาะฤดูแล้ง ชนิดแมลงที่พบเฉพาะฤดูฝน และที่พบได้ทั้งสองฤดู ในแต่ละพื้นที่บริเวณบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด จังหวัดสระบุรี

หมายเหตุ: 1 คือ พื้นที่โซน C 2 คือ พื้นที่โซน A 3 คือ พื้นที่เกยพื่นฟู
4 คือ ป่าดิบแล้ง 5 คือ ป่าผสมผลัดใบ

ส่วนในช่วงฤดูฝนปริมาณความชื้น และอาหารที่เพิ่มมากขึ้นจะพบกลุ่มแมลงที่มีการหาอาหาร การสร้างรังบริเวณซากพืชและในดิน กลุ่มแมลงที่เป็นผู้ย่อยสลายและกลุ่มแมลงที่เป็นผู้ล่าพิเศษของสัตว์กลุ่มขาข้อปล้องเพิ่มมากขึ้น เช่น มดในสกุล *Monomorium*, *Pheidole* และ *Tetramorium* สอดคล้องกับ การศึกษาของเดชา (2534) พบว่า การที่พบจำนวนสกุลและจำนวนแมลงมากในช่วงฤดูฝนทั้งพื้นที่ที่ไม่มีการเผา และพื้นที่หลังเผาแล้ว เนื่องจากบริเวณพื้นดินมีความชื้นเพิ่มขึ้น ทำให้มีแหล่งอาหารเพิ่มมากขึ้นและมีที่หลบซ่อนตัว แต่อย่างไรก็ตามในช่วงฤดูฝนถ้ามีความชื้นสูงมากเกินไปซึ่งไม่เหมาะสมก็จะพบชนิดแมลงออกมาทำกิจกรรมและอาศัยในบริเวณที่มีความชื้นมากน้อยลงด้วย ซึ่งมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับ Folsom (1960) ที่กล่าวว่า ถ้าบางบริเวณที่มีความชื้นมากๆ จะมีผลทำให้ไข่และตัวอ่อนของแมลงตามผิวดินหรือในดินตายได้ Levings (1982) พบว่า ประชากรของสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังในป่าผลัดใบเขตร้อน (tropical deciduous forest) จะมีปริมาณต่ำในช่วงที่มีระยะเวลาของช่วงฤดูฝนยาวนานเนื่องจากปริมาณน้ำฝนมาก และ Rios-Casanova *et al.* (2006) พบว่าการเพิ่มมากขึ้นของปริมาณมวลชีวภาพและความชื้นที่เหมาะสมบริเวณซากพืชจะมีผลต่อการทำกิจกรรมของมด ที่ออกหาอาหารบริเวณซาก จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงในช่วงฤดูกาลที่มีการแปรผันของปริมาณน้ำฝนและลักษณะของสังคมพืชที่ขึ้นปกคลุมอยู่ในพื้นที่จะเป็นตัวกำหนดความหลากหลายชนิดลักษณะที่อยู่อาศัยประเภทอาหารและปัจจัยทางนิเวศวิทยาบางประการที่เหมาะสมกับชนิดแมลง โดยเฉพาะปริมาณความชื้นและอุณหภูมิซึ่งจะมีผลต่อการพบแมลง เฉพาะฤดูกาล แต่ไม่ส่งผลต่อชนิดแมลงที่พบทั้งสองช่วงฤดูกาลเนื่องจากแมลงกลุ่มดังกล่าวมีการปรับตัวให้อาศัยได้ภายใต้แรงกดดันทางนิเวศวิทยาที่มีภายในแต่ละพื้นที่ ซึ่งมีทิศทางเดียวกับการศึกษาของ Agosti (2000) พบว่า อุณหภูมิอากาศ และปริมาณน้ำฝนมีผลต่อการเพิ่มขึ้นลดลงของประชากรมดในระบบนิเวศ และมีผลต่อพฤติกรรมการหาอาหารของมดงานแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน และ Eguchi (2001) พบว่า ปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยจำกัดขอบเขตในการหาอาหาร และการแพร่กระจายของแมลงบางชนิดซึ่งเป็นชนิดที่พบทั่วไปตามพื้นป่า และ Berghoff *et al.* (2003) พบว่า ชนิดแมลงที่เป็นผู้ล่าจะมีอาณาเขตการกระจายขึ้นอยู่กับสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในดิน เช่น ปลวก มด และไส้เดือน

2. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อการปรากฏของแมลง

การศึกษานี้จะเน้นปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการสร้างรังและพฤติกรรมการหาอาหารของแมลง ซึ่งประกอบด้วย ความชื้นของดิน มวลชีวภาพของซากพืช และ อุณหภูมิดิน วิเคราะห์เป็นช่วงฤดูกาล โดยการใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิจากกองบริการข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติกรมอุตุนิยมวิทยาของอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี มา

แบ่งฤดูกาลในพื้นที่ทำการศึกษา โดยใช้เกณฑ์ของ Walter (1995) แบ่งออกได้เป็น 2 ฤดูกาล คือ ฤดูฝน (ช่วงน้ำมาก) มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 100 มิลลิเมตรต่อเดือน พบตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง เดือนตุลาคม และ ฤดูแล้ง (ช่วงขาดน้ำ) ปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 100 มิลลิเมตรต่อเดือน พบตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนพฤษภาคม

ความชื้นดิน

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน (ตารางที่ 4) พบว่า ในช่วงฤดูแล้งในป่าดิบแล้งมีค่าเฉลี่ยความชื้นของดินมีค่าสูงสุด คือ ร้อยละ 3.63 รองลงมาคือ ป่าผสมผลัดใบ (2.87) พื้นที่เคยพื้นที่ฟู (2.12) พื้นที่โซน C (1.67) และ พื้นที่โซน A (1.34) ตามลำดับ ส่วนในช่วงฤดูฝนป่าผสมผลัดใบมีค่าเฉลี่ยความชื้นดินมีค่าสูงสุด คือ ร้อยละ 18.71 รองลงมาคือ ป่าดิบแล้ง (13.87) พื้นที่โซน C (11.27) พื้นที่เคยพื้นที่ฟู (10.67) และ พื้นที่โซน A (10.21) ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าพื้นที่โซน C และ พื้นที่โซน A มีความชื้นดินต่ำกว่า พื้นที่เคยพื้นที่ฟู ป่าดิบแล้ง และป่าผสมผลัดใบทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน และเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของแต่ละพื้นที่ พบว่า ความชื้นในดินสำหรับป่าดิบแล้งแตกต่างกับพื้นที่โซน A อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wiwatwitaya and Takeda (2005) ที่ทำการศึกษการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของอาร์โทพอดในดินในป่าดิบแล้งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย พบว่า ความชื้นในดินในช่วงฤดูฝนมีค่าประมาณ 19 เปอร์เซ็นต์ และ ในช่วงฤดูแล้งมีค่าอยู่ระหว่าง 5 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นการแสดงให้เห็นว่าในป่าธรรมชาตินั้น จะมีการเก็บความชื้นไว้ตลอดทั้งปี ได้ดีกว่าในพื้นที่ที่ถูกรบกวนหรือเป็นพื้นที่ที่มีกิจกรรม

มวลชีวภาพซากพืช

จากการศึกษามวลชีวภาพซากพืช (ตารางที่ 4) พบว่า มวลชีวภาพสะสมช่วงฤดูแล้งในพื้นที่เคยพื้นที่ฟูมีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพซากพืชสูงสุดคือ 1155.00 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือ ป่าดิบแล้ง (864.00) พื้นที่โซน C (471.00) ป่าผสมผลัดใบ (419.00) และพื้นที่โซน A (207.00) ตามลำดับ ส่วนช่วงฤดูฝนในป่าดิบแล้งมีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพซากพืชสูงสุด คือ 1812 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือ พื้นที่เคยพื้นที่ฟู (1587.50) พื้นที่โซน C (1006.00) พื้นที่โซน A (812.00) และ ป่าผสมผลัดใบ (510.00) และพื้นที่เคยพื้นที่ฟูกับป่าดิบแล้งแตกต่างกับป่าผสมผลัดใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อาจเนื่องมาจากลักษณะพื้นที่ของบริเวณป่าผสมผลัดใบเป็นที่ลาดชันและเนื่องจาก

อิทธิพลของลมและฝนที่มีการชะล้างใบไม้ที่ร่วงหล่นลงมาทับถมกันที่ด้านล่างของพื้นที่จึงทำให้ปริมาณมวลชีวภาพของป่าผสมผลัดใบต่ำกว่าในพื้นที่อื่นๆ

ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพในทุกพื้นที่ศึกษามีค่าเพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูฝน โดยเฉพาะป่าดิบแล้ง และในพื้นที่โซน C ซึ่งในป่าดิบแล้งนั้นมีองค์ประกอบส่วนมากเป็นพรรณไม้ไม่ผลัดใบ แต่จากศึกษาพบว่าปริมาณมวลชีวภาพเพิ่มสูงขึ้นในฤดูฝนเนื่องมาจากการเกิดและการเติบโตของพืชในป่าดิบแล้งและอีกสาเหตุหนึ่งมาจากฝนที่ตกผ่านเรือนยอดและแรงลมได้ชะล้างเศษกิ่งไม้แห้งที่ตกค้างอยู่บริเวณชั้นเรือนยอดและลำต้นของต้นไม้ลงสู่บริเวณพื้นป่าซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณมวลชีวภาพมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของ ชมัยพร (2548) ที่พบว่า มวลชีวภาพในป่าดิบแล้งในช่วงฤดูฝนสูงมากกว่าฤดูแล้ง ส่วนในพื้นที่โซน C นั้นในช่วงฤดูฝนจะมีสภาพพื้นที่แตกต่างในช่วงฤดูแล้งมากเนื่องจากมีพืชพื้นล่างขึ้นปกคลุมดินเป็นจำนวนมากในฤดูฝนส่งผลต่อปริมาณซากพืช

อุณหภูมิดิน

จากตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาอุณหภูมิดินภายในพื้นที่ที่ทำการศึกษาทั้ง 5 พื้นที่ พบว่า พื้นที่ที่มีอุณหภูมิดินสูงสุดในช่วงฤดูแล้งคือ ในพื้นที่โซน C มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิดินคือ 37.25 องศาเซลเซียส รองลงมา คือ พื้นที่โซน A (35.55) ป่าผสมผลัดใบ(30.55) พื้นที่เคยฟันฟู(30.30) และ ป่าดิบแล้ง(29.50) ตามลำดับ ส่วนในช่วงฤดูฝนพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด คือ พื้นที่โซน A คือ 33.30 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ พื้นที่โซน C (33.00) ป่าผสมผลัดใบ(30.50) พื้นที่เคยฟันฟู (30.00) และ ป่าดิบแล้ง (28.00) ตามลำดับ และเมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติในแต่ละพื้นที่ พบว่า ในแต่ละพื้นที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะเห็นถึงจุดเด่นของป่าธรรมชาติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าธรรมชาตินั้นอุณหภูมิของดินไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากระหว่างฤดูกาลเมื่อเทียบกับพื้นที่ถูกรบกวน สอดคล้องกับการศึกษาของ ชมัยพร (2548) พบว่า ปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ความชื้นดิน มวลชีวภาพ นั้นมีความแตกต่างกันมากระหว่างฤดูกาลในขณะที่อุณหภูมิดินมีค่าใกล้เคียงกันซึ่งมีการแปรผันน้อยในป่าดิบแล้ง

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยความชื้นดิน มวลชีวภาพ และอุณหภูมิของดินระหว่างฤดูแล้งกับฤดูฝนของพื้นที่ศึกษาทั้ง 5 พื้นที่ บริเวณบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด จังหวัดสระบุรี

พื้นที่ศึกษา	ความชื้นดิน (เปอร์เซ็นต์)		มวลชีวภาพซากพืช (กรัมต่อตารางเมตร)		อุณหภูมิดิน (องศาเซลเซียส)	
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
โซน C	1.67 ^{ab}	11.27 ^{ab}	471.50 ^{ab}	1006.00 ^{ab}	37.25 ^{aa}	33.00 ^{aa}
โซน A	1.34 ^{ab}	10.21 ^{ab}	207.00 ^{ab}	812.50 ^{ab}	35.55 ^{aa}	33.30 ^{aa}
พื้นที่เคยฟื้นฟู	2.12 ^{ab}	10.67 ^{ab}	1155.00 ^{ba}	1587.50 ^{ba}	30.30 ^{aa}	30.00 ^{aa}
ป่าดิบแล้ง	3.63 ^{bb}	13.87 ^{ab}	864.55 ^{ab}	1812.00 ^{bb}	29.50 ^{aa}	28.00 ^{aa}
ป่าผสมผลัดใบ	2.87 ^{ab}	18.71 ^{ab}	419.00 ^{aa}	510.50 ^{aa}	30.55 ^{aa}	30.50 ^{aa}

a,b มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากการศึกษาข้างต้นพบว่า สังกมพืชที่ปกคลุมพื้นที่จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้งเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน มวลชีวภาพซากพืช รวมทั้งอุณหภูมิดิน ซึ่งจะเห็นได้จากช่วงฤดูแล้งในป่าดิบแล้งและพื้นที่เคยฟื้นฟูมาก่อนนั้นมีพรรณไม้ส่วนใหญ่ไม่ผลัดใบจึงทำให้มีเรือนยอดปกคลุมตลอดทั้งปี ทำให้มีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินและปริมาณมวลชีวภาพที่สูงมากกว่าในป่าผสมผลัดใบที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยพรรณไม้ที่ผลัดใบในฤดูแล้งชั้นเรือนยอดจึงเปิดโล่งมีผลทำให้ปริมาณแสงอาทิตย์ตกกระทบบริเวณซากพืชและผิวดินโดยตรง จึงทำให้สูญเสียความชื้นได้ง่ายกว่าในป่าดิบแล้ง ส่วนช่วงฤดูฝนในทุกพื้นที่หรือทุกสังกมพืชมีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินและปริมาณมวลชีวภาพที่เพิ่มสูงขึ้น และเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินพบว่าในป่าผสมผลัดใบมีค่าสูงสุดในช่วงฤดูฝน เนื่องจากปริมาณน้ำฝนมีโอกาสดกผ่านเรือนยอดลงสู่พื้นดินได้มากกว่าในพื้นที่อื่น เนื่องจากพรรณไม้ส่วนใหญ่ในพื้นที่ประกอบด้วยไม้เป็นไม้เด่นและระบบเรือนยอดของไม้ต้นในพื้นที่ที่อยู่ห่างกันรวมถึงบริเวณพื้นล่างในช่วงฤดูฝนมีพืชตระกูลหญ้าขึ้นปกคลุมทำให้ช่วยรักษาความชื้นในดินอีกทางหนึ่งด้วย ส่วนอุณหภูมิดินนั้นสังกมพืชที่ปกคลุมพื้นที่ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกล่าวคือทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนอุณหภูมิในพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าผสมผลัดใบ และในพื้นที่เคยฟื้นฟูมาก่อน จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าในพื้นที่โซน C และ โซน A อย่างชัดเจนเนื่องจากป่าทำหน้าที่รักษาสมดุลธรรมชาติในกระบวนการสังเคราะห์แสงและเป็นตัวคอยดูดซับรังสีจากดวง

อาทิตย์ ซึ่งมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาของ Reyes-Lopez *et al.* (2003) พบว่า ต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่ที่เป็นทุ่งหญ้าจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ระบบเรือนยอดของต้นไม้ช่วยในการบดบังแสงอาทิตย์ ลดอุณหภูมิ ความชื้น บริเวณซากพืชภายในป่า ถึงแม้ว่าสภาพแวดล้อมของพื้นที่โซน C และ โซน A จะเริ่มกลับคืนสภาพสู่ป่าธรรมชาติแต่การปกคลุมของสังคมพืชยังน้อยกว่าในพื้นที่ป่าธรรมชาติ

โครงสร้างและองค์ประกอบทางสังคมของแมลง

โครงสร้างทางสังคมของแมลงในสังคมพืช

การศึกษาโครงสร้างทางสังคมของแมลงนั้นพิจารณาจากค่าดัชนีความหลากหลาย ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ ค่าความหนาแน่น โดยใช้ข้อมูลชนิดแมลงและจำนวนตัวอย่างที่ได้จากการเก็บข้อมูลแมลงที่มีขนาดแปลงสุ่มตัวอย่าง คือ การเก็บข้อมูลบริเวณซากพืชและข้อมูลของแมลงในดิน พิจารณาค่าความคล้ายคลึง และสร้างกราฟแสดงลักษณะการเพิ่มขึ้นของแมลงในแต่ละพื้นที่ระหว่างช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้งโดยใช้ข้อมูลชนิดแมลงที่ได้จากการเก็บตัวอย่างโดยวิธีการเก็บแมลงบริเวณซากพืชและการเก็บแมลงในดิน

ค่าดัชนีความหลากหลาย (ตารางที่ 5) จากผลการศึกษา พบว่า ค่าดัชนีความหลากหลายในป่าดิบแล้งมีค่าสูงสุด คือ 2.44 ซึ่งค่าดัชนีความหลากหลายของพื้นที่โซน A พื้นที่เคยพื้นที่ฟู ป่าดิบแล้งและป่าผสมผลัดใบมีค่าในช่วงฤดูแล้งสูงกว่าช่วงฤดูฝน แสดงให้เห็นว่าชนิดแมลงที่อาศัยในพื้นที่โซน A พื้นที่เคยพื้นที่ฟู ป่าดิบแล้ง และป่าผสมผลัดใบ เมื่อปัจจัยในการดำรงชีวิตเปลี่ยนแปลงไปแมลงในพื้นที่ดังกล่าวจะมีการพักตัวภายในดิน แมลงที่พบในช่วงฤดูแล้งในพื้นที่ดังกล่าวส่วนมากจะเป็นแมลงในกลุ่มมดซึ่งจะอาศัยรวมกันเป็นกลุ่มได้ชั้นซากพืชหรือในดิน เพราะช่วงนี้อากาศไม่เหมาะสม ทำให้แมลงมีการหลบซ่อนตัวหรือไม่ก็ออกจากพื้นที่ไปอาศัยอยู่บริเวณที่มีแหล่งอาหารและที่หลบซ่อนตัวจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และ เฉชา (2534) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมสำคัญของมดชนิดต่างๆคือในฤดูแล้งมดราชินีจะผลิตประชากรมดออกมาเป็นจำนวนมากเพื่อให้มดงานช่วยกันหาอาหารกลับมาที่รังเพื่อให้เพียงพอในฤดูฝน จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สำรวจพบมดชนิดต่างๆในฤดูแล้งแต่ละพื้นที่เป็นจำนวนมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Read (1996) และ Basu (1997) ที่พบว่าความหลากหลายและความมากมายของมดจะเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงฤดูแล้ง ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (ตารางที่ 6) ป่าดิบแล้ง ป่าผสมผลัดใบ และ พื้นที่เคยพื้นที่ฟูมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างสองฤดูกาล ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าดัชนีความสม่ำเสมอในพื้นที่โซน A และพื้นที่

โซน C ซึ่งมีค่าดัชนีความสม่ำเสมอแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างสองฤดูกาล จากค่าความสม่ำเสมอของแมลงที่พบในพื้นที่เคยฟื้นฟู และพื้นที่ป่าธรรมชาตินั้นมีความใกล้เคียงกับฤดูแล้งและมีค่าความสม่ำเสมอสูงแสดงให้เห็นว่าในพื้นที่เคยฟื้นฟู และพื้นที่ป่าธรรมชาติ นั้นมีการแพร่กระจายของแมลงได้ดี

ตารางที่ 5 ค่าดัชนีความหลากหลายและค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแมลงที่พบระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้งในพื้นที่ศึกษาบริเวณบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด จังหวัดสระบุรี

พื้นที่ศึกษา	ความหลากหลาย		ดัชนีความสม่ำเสมอ	
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
โซน C	0.86 ^{bb}	1.69 ^{ab}	0.32 ^{ba}	0.66 ^{aa}
โซน A	1.67 ^{aa}	1.35 ^{aa}	0.72 ^{aa}	0.59 ^{aa}
พื้นที่เคยฟื้นฟู	2.05 ^{aa}	1.68 ^{aa}	0.72 ^{aa}	0.73 ^{aa}
ป่าดิบแล้ง	2.44 ^{aa}	2.14 ^{aa}	0.80 ^{aa}	0.83 ^{aa}
ป่าผสมผลัดใบ	2.35 ^{aa}	1.75 ^{ab}	0.81 ^{aa}	0.84 ^{aa}

a, b มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าชนิดแมลงที่พบในพื้นที่ป่าธรรมชาติ คือ ป่าดิบแล้ง ป่าผสมผลัดใบ และ พื้นที่เคยฟื้นฟู มีสัดส่วนของปริมาณตัวอย่างของแมลงแต่ละชนิดใกล้เคียงกัน และมีการแพร่กระจายของชนิดพันธุ์อย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่มากกว่าในพื้นที่ปลูกฟื้นฟู คือ พื้นที่โซน C พื้นที่โซน A สำหรับช่วงฤดูฝนในพื้นที่โซน C มีค่าดัชนีความหลากหลายเพิ่มมากขึ้น สาเหตุอาจมาจากเดิมสภาพพื้นที่ในช่วงฤดูแล้งไม่เหมาะสมในการดำรงชีวิตของแมลงทำให้แมลงบางกลุ่มสามารถเคลื่อนย้ายเพื่อไปอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกว่า เนื่องจากสภาพพื้นที่โซน C อยู่ติดกับพื้นที่ป่าธรรมชาติ ทำให้พื้นที่โซน C มีแนวโน้มของดัชนีความหลากหลายแตกต่างจากพื้นที่ป่าธรรมชาติ หรือพื้นที่เคยฟื้นฟูมาก่อน ซึ่งมีสภาพปัจจัยทางนิเวศวิทยาที่มีความคงที่ไม่ผันแปรมากระหว่างสองฤดูกาล จึงทำให้ทั้งดัชนีความหลากหลายและดัชนีความสม่ำเสมอเป็นไปในทิศทางเดียวกัน สอดคล้องกับ การศึกษาของ Pryor (1962) พบว่า การกระจายของแมลงเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับความชื้น แต่ละชนิดจะชอบอาศัยอยู่บริเวณที่มีความชื้นที่แตกต่างกัน เช่น *Podura aquatica*, *Tetracanthella brachyuran*, *Isotoma antennalis* และ *Sminthurides malmgreni* ชอบอาศัย

อยู่บริเวณที่มีความชื้นมาก ๆ และ Delabie and Mckenzia (1997) Berghoff *et al.* (2003) พบว่า ความชื้นและอุณหภูมิมีผลต่อการดำรงชีวิตของชนิดมด การแพร่กระจาย และปริมาณอาหารภายใน พื้นที่เพิ่มมากขึ้นซึ่งมีผลทำให้ชนิดมดเพิ่มมากขึ้นด้วย โดยเฉพาะชนิดมดที่เป็นผู้ล่าจะมีอาณาเขต การกระจายขึ้นอยู่กับสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในดิน เช่น ปลวก มด และไส้เดือน

ความหนาแน่นของแมลง (ตารางที่ 6) พบว่า ในช่วงฤดูแล้งพื้นที่โซน C มีค่าความหนาแน่นสูงสุดคือ 1132.50 ตัวต่อตารางเมตร รองลงมาคือ ป่าดิบแล้ง พื้นที่เคยฟันฟู พื้นที่โซน A และป่าผสมผลัดใบ ตามลำดับ ส่วนช่วงฤดูฝนป่าดิบแล้ง มีความหนาแน่นสูงสุดคือ 2850.00 ตัวต่อตารางเมตร รองลงมาคือ พื้นที่โซน C ป่าผสมผลัดใบ พื้นที่เคยฟันฟู และพื้นที่โซน A ตามลำดับ และเมื่อนำมาวิเคราะห์ความหนาแน่นของจำนวนแมลงในแต่ละพื้นที่ระหว่างสองฤดูกาล พบว่า มีจำนวนแมลงในแต่ละพื้นที่ระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติระหว่างพื้นที่ในฤดูแล้ง พบว่า พื้นที่โซน C มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับพื้นที่ โซน A พื้นที่เคยฟันฟู และ พื้นที่ป่าธรรมชาติ ส่วนในฤดูฝน พบว่า ในแต่ละพื้นที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของแมลงที่พบระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้งในพื้นที่ศึกษาบริเวณ บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด จังหวัดสระบุรี

พื้นที่	ความหนาแน่นของแมลง (ตัว / ตารางเมตร)	
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
โซน C	1132.50 ^{ba}	1637.50 ^{aa}
โซน A	335.00 ^{ab}	1247.50 ^{ab}
พื้นที่เคยฟันฟู	360.00 ^{ab}	1495.00 ^{ab}
ป่าดิบแล้ง	397.50 ^{ab}	2850.00 ^{bb}
ป่าผสมผลัดใบ	245.00 ^{ab}	1547.50 ^{ab}

a, b มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากการศึกษาพบว่าในพื้นที่ป่าธรรมชาติ คือ ป่าดิบแล้ง จะมีความหนาแน่นของแมลงมากกว่าในพื้นที่ปลูกฟันฟู คือ พื้นที่โซน A และ C และในทุกพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของแมลงช่วง

ฤดูฝนมากกว่าช่วงฤดูแล้ง แต่สำหรับในพื้นที่โซน C ที่มีความหนาแน่นของแมลงในช่วงฤดูแล้งที่สูงมาก และจากผลโดยรวมแสดงให้เห็นว่าชนิดแมลงที่อาศัยและมีกิจกรรมบริเวณซากพืชจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีปัจจัยการดำรงชีวิตที่เหมาะสมโดยเฉพาะความชื้นบริเวณซากพืช และความชื้นดินซึ่งเป็นที่สร้างรัง หาอาหารและหลบภัยของแมลงมีผลให้ชนิดแมลงและประชากรเพิ่มขึ้นด้วย สำหรับในพื้นที่ปลูกพืชที่มีค่าความหนาแน่นช่วงฤดูฝนกับฤดูแล้งแตกต่างกัน เนื่องจากในช่วงฤดูแล้งบริเวณพื้นที่ที่มีความชื้นบริเวณซากพืชและในดินต่ำมากรวมถึงอุณหภูมิดินสูงมากอีกด้วย ซึ่งมีผลให้ความหนาแน่นในช่วงฤดูแล้งลดลงและช่วงฤดูฝนมีปริมาณมวลชีวภาพของพืช ความชื้นและมีพรรณไม้ขึ้นปกคลุมทั่วทั้งพื้นที่ซึ่งทำให้พื้นที่ที่เหมาะสมกับการกลับเข้ามาอาศัยในพื้นที่ของแมลงและสิ่งมีชีวิตที่เป็นอาหารอีกด้วย ดังนั้น ความหนาแน่นของแมลงจึงเพิ่มมากขึ้นคล้ายกับการศึกษาของ Watanabe and Ruaysoongnern (1984) ได้ทำการศึกษามวลชีวภาพและความหนาแน่นของ soil macro animal ในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบว่า มีการแปรผันตามฤดูกาลคือ ในช่วงฤดูฝนจะเพิ่มมากขึ้นและลดน้อยลงในช่วงฤดูแล้ง รวมถึง อิทธิพลของไฟจะมีผลกระทบอย่างมากในการลดลงของความหนาแน่นและการเปลี่ยนโครงสร้างทางสังคมของมด เมื่อมีพรรณไม้เริ่มปกคลุมใหม่ก็จะมีกลุ่มผู้ล่าเข้ามาในพื้นที่และกลุ่มที่สร้างรังอาศัยบริเวณซากพืช และ Byrne (1994) พบว่า กลุ่มมดที่สร้างรังอาศัยบริเวณเศษซากพืชเมื่อมีความชื้นมากมดจะเริ่มสร้างรังบริเวณเศษซากพืชโดยจะเริ่มสร้างรังในช่องว่างของกิ่งไม้ ผลไม้ ระหว่างใบ หรือในขอนไม้ที่กำลังผุขนาดใหญ่

ค่าดัชนีความคล้ายคลึง (ตารางที่ 7) พบว่า พื้นที่พื้นที่โซน C มีค่าความคล้ายคลึงกับพื้นที่โซน A สูงสุดคือ 64.7 เปอร์เซนต์ ป่าดิบแล้งมีความคล้ายคลึงกับป่าผสมผลัดใบมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 64 เปอร์เซนต์ และพื้นที่โซน C มีความคล้ายคลึงกับป่าผสมผลัดใบน้อยสุดมีค่าเท่ากับ 39.02 เปอร์เซนต์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาความหลากหลายของมดบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ของ รุ่งนภา (2545) พบว่าค่าดัชนีความคล้ายคลึงของป่าดิบแล้งกับป่าเบญจพรรณสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 63.70 เปอร์เซนต์ และเดชา (2546) พบว่าค่าดัชนีความคล้ายคลึงของป่าดิบแล้งกับป่าผสมผลัดใบ มีค่าเท่ากับ 59.07 เปอร์เซนต์ เป็นการสนับสนุนผลการศึกษาความคล้ายคลึงของแมลงในพื้นที่ป่าธรรมชาติ ที่มีความคล้ายคลึงกันมากกว่า 50 เปอร์เซนต์ แสดงให้เห็นว่า พื้นที่เคยพื้นที่ป่ามาก่อน เริ่มมีค่าความคล้ายคลึงของกลุ่มแมลง เข้าใกล้ป่าธรรมชาติมากยิ่งขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่โซน C และ พื้นที่โซน A ซึ่งอาจบอกได้ว่า การฟื้นฟูป่าที่ดำเนินการอยู่ในพื้นที่พื้นที่นั้นกำลังมีการพัฒนาของระบบนิเวศในแง่ของสังคมแมลงที่เริ่มมีทิศทางเข้าสู่ลักษณะป่าธรรมชาติมากยิ่งขึ้น ส่วนการฟื้นฟูป่า

ในพื้นที่โซน C และ โซน A นั้นยังต้องใช้เวลาและเทคโนโลยีวันฉนวนฉนวนอีกสักกระยะกว่าที่จะเข้าสู่ระบบนิเวศป่าได้

ตารางที่ 7 ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของชนิดแมลงในพื้นที่ศึกษาแต่ละพื้นที่บริเวณบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด จังหวัดสระบุรี

พื้นที่	โซน C	โซน A	พื้นที่เคยฟื้นฟู	ป่าดิบแล้ง	ป่าผสมผลัดใบ
โซน C	—	64.70	56.41	44.44	39.02
โซน A		—	59.45	41.86	41.03
พื้นที่เคยฟื้นฟู			—	54.16	54.54
ป่าดิบแล้ง				—	64.00
ป่าผสมผลัดใบ					—

จากการศึกษาพบว่า ป่าดิบแล้งและป่าผสมผลัดใบมีชนิดแมลงที่ปรากฏร่วมกันจำนวน 16 ชนิด ส่วนมากเป็นชนิดแมลงที่พบได้ในป่าดิบแล้งได้ตลอดทั้งปี ส่วนในป่าผสมผลัดใบส่วนมากพบเฉพาะช่วงฤดูฝนเท่านั้น แสดงให้เห็นถึงปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นและการเปลี่ยนของสิ่งปกคลุมบริเวณซากพืชในป่าผสมผลัดใบ เป็นผลทำให้พบชนิดแมลงเข้ามาสร้างรังและหาอาหารภายในพื้นที่ได้ ซึ่งสันนิษฐานว่าชนิดแมลงดังกล่าวมีการแพร่กระจายมาจากพื้นที่ใกล้เคียง โดยเฉพาะป่าดิบแล้งที่มีพื้นที่ต่อเนื่องกันและมีทางน้ำเชื่อมต่อกันกับป่าผสมผลัดใบ ซึ่งเหมือนกันกับพื้นที่โซน C และ โซน A ที่มีค่าความคล้ายคลึงกันสูงสุดซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับสภาพพื้นที่ที่ยังไม่เหมาะกับการกลับเข้ามาอยู่ของแมลง การเปิดพื้นที่ยังทำให้สิ่งแวดล้อมต่างๆ ของดินหลายๆด้านเปลี่ยนแปลง ซึ่งส่วนมากจะพบแมลงพวกย่อยสลายเข้ามาในพื้นที่ก่อน โดยเฉพาะปลวกและมดซึ่งถือว่าเป็นแมลงพวกแรกที่เข้ามาอาศัยก่อนแมลงประเภทอื่น ๆ ส่วนพื้นที่โซน C กับป่าผสมผลัดใบมีความคล้ายคลึงกันน้อยเนื่องจากความแตกต่างขององค์ประกอบของหมู่ไม้รวมถึงระยะห่างของสังคมพืชทั้งสองพื้นที่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความคล้ายคลึงของชนิดแมลงระหว่างพื้นที่ศึกษาอาจจะเกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อของพื้นที่ทั้งสองสังคมพืชเป็นหลัก

องค์ประกอบของชนิดแมลง

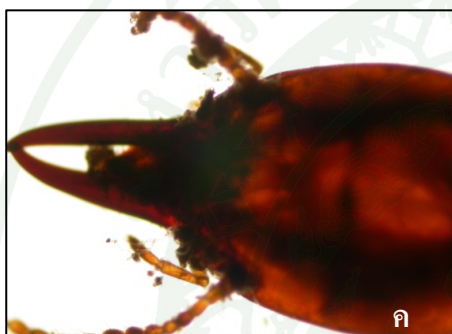
การจัดลำดับความเด่นของชนิดแมลงในพื้นที่ศึกษาทั้ง 5 พื้นที่ (ตารางผนวกที่ 4) สังคมของแมลงจะถูกจำแนกได้โดยใช้ความมากมายสัมพัทธ์ ซึ่งแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ ชนิดเด่น (dominant species) (มีค่ามากกว่าร้อยละ 5 ของประชากรทั้งหมด) ชนิดที่พบบาก (rare species) (มีค่าร้อยละ 1-5) และชนิดที่พบได้ยากมาก (very rare species) (มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 1) องค์ประกอบของชนิดแมลงเมื่อพิจารณาตามพื้นที่ทั้ง 5 พื้นที่ พบว่า ในพื้นที่โซน C ชนิดแมลงที่เป็นชนิดเด่น 5 ชนิด ได้แก่ มดคันไฟ (*Solenopsis geminate*), มดชนิด *Monomorium pharaonis*, มดเหม็น (*Tapinoma melanocephalus*) และแมลงหางดีดวงศ์ Entomobryidae ซึ่งมีค่าความมากมายสัมพัทธ์เท่ากับ 76.82, 14.57, 7.48 และ 5.49 เปอร์เซ็นต์ของแมลงทั้งหมด ตามลำดับ ในพื้นที่โซน A พบแมลงชนิดเด่น 8 ชนิด ได้แก่ มดคันปากนกแก้ว (*Pheidole tsailuni*), มดหัวโต (*Pheidole megacephala*), มดเหม็น (*Tapinoma melanocephalus*), มดชนิด *Tapinoma sessile*, มดคันไฟ (*Solenopsis geminate*) ตัวง *Catapiestus tonkineus* และแมลงสองง่ามวงศ์ Campodeidae ซึ่งมีค่าความมากมายสัมพัทธ์เท่ากับ ร้อยละ 6.71, 29.1, 34.32, 16.41, 58.71, 6.01 และ 5.81 ของแมลงทั้งหมด ตามลำดับ พื้นที่เคยพินฟู พบแมลงชนิดเด่น 7 ชนิด ได้แก่ มดตะลันปล้องขี้เถ้า (*Camponotus rufloglancus*), มดคันไฟ (*Solenopsis geminate*) ตัวงชนิด *Gonocephalum elderi*, *Apristus subsulcatus* ตัวง *Catapiestus tonkineus* และปลวกไม้แห้ง (*Kaloterms* sp.) ซึ่งมีค่าความมากมายสัมพัทธ์เท่ากับร้อยละ 6.94, 50.5, 39.58, 20.13, 8.36, และ 7.02 ของแมลงทั้งหมด ตามลำดับ ในพื้นที่ป่าดิบแล้ง พบแมลงชนิดเด่น 8 ชนิด ได้แก่ มดตะลันปล้องขี้เถ้า (*Camponotus rufloglancus*), มดโล่ห้าบ้าน (*Meranoplus bicolor*), มดคันไฟ (*Solenopsis geminate*) ตัวงชนิด *Catapiestus tonkineus* ปลวกทหาร (*Nasutitermes* sp.), ปลวกไม้แห้ง (*Kaloterms* sp.) และ แมลงสาบชนิด *Coptotermes kalshoveni* ซึ่งมีค่าความมากมายสัมพัทธ์เท่ากับร้อยละ 12.57, 15.72, 32.63, 5.66, 13.94, และ 7.54 ของแมลงทั้งหมด ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่ป่าผสมผลัดใบ พบแมลงชนิดเด่น 11 ชนิด ได้แก่ มดตะลันปล้องขี้เถ้า (*Camponotus rufloglancus*), มดน้ำผึ้ง (*Anopolepsis glacilipes*), มดคันไฟ (*Solenopsis geminate*), มดรำคาญยาว (*Paratrechina longicornis*), มดโล่ห้าบ้าน (*Meranoplus bicolor*) ตัวงชนิด *Catapiestus tonkineus*, *Tachys* sp. ปลวกไม้แห้ง (*Kaloterms* sp.) แมลงสาบชนิด *Blatta orientalis* และแมลงหางดีดวงศ์ Entomobryidae ซึ่งมีค่าความมากมายสัมพัทธ์เท่ากับร้อยละ 33.67, 6.12, 37.47, 6.12, 8.16, 7.43, 6.12, 18.25, 7.43 และ 5.1 ของแมลงทั้งหมด ตามลำดับ

องค์ประกอบของชนิดแมลงที่พบระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนในแต่ละพื้นที่ศึกษาทั้ง 5 พื้นที่ มีความใกล้เคียงกันคือเป็นกลุ่มแมลงที่เป็นผู้ย่อยสลายแต่เมื่อนำมาพิจารณาในแต่ละพื้นที่นั้น พบว่าในพื้นที่โซน C และโซน A มีความเด่นของแมลงทั้งสองฤดูเป็นแมลงในวงศ์ Formicidae ซึ่งได้แก่ มดคันไฟ (*Solenopsis geminata*) มดในสกุล *Tapinoma* sp. (ภาพที่ 11) ซึ่งในสองพื้นที่นี้ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนมีความแตกต่างทางด้านสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นแมลงที่จะสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปได้ดีจึงเป็นแมลงในกลุ่มมด สอดคล้องกับการศึกษาของ Ahlgren (1974) พบว่า มดและปลวกมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพพื้นที่ที่ร้อนและแห้งแล้งได้ดี และถ้ามีปริมาณชั้นซากพืชสะสมอยู่มากจะพบแมลงพวกนี้อาศัยอยู่มากขึ้นเช่นกัน ส่วนในพื้นที่เคยฟันฟูก่อน พื้นที่ป่าดิบแล้ง และพื้นที่ป่าผสมผลัดใบนั้นมีความเด่นของแมลงทั้งสองฤดูเป็นแมลงพวกมด ค้างพลวก และแมลงสาบ (ภาพที่ 12) ซึ่งเป็นกลุ่มแมลงที่เป็นผู้ย่อยสลายเช่นเดียวกันแต่เมื่อพิจารณาถึงความมากมายแล้วพบว่า ในพื้นที่ป่าธรรมชาติ รวมถึงพื้นที่เคยฟันฟูก่อนมีค่าความมากมายของชนิดเด่นสูงกว่าชนิดเด่นในพื้นที่โซน C และโซน A ตรงกับการศึกษาของ พิมพิทา (2551) ที่ทำการศึกษการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของสังคมมดบริเวณการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ต่างๆ กัน พบว่า ค่าความมากมายของชนิดเด่นในป่าเต็งรังสูงกว่าชนิดเด่นในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ เช่น พื้นที่เกษตรกรรม



ภาพที่ 11 ชนิดแมลงเด่นที่พบทั้งสองฤดูในพื้นที่ฟันฟูก่อนโซน A และ โซน C

- ก. มดคันไฟ (*Solenopsis geminata*)
- ข. มดเหม็น (*Tapinoma melanocephalus*)



ภาพที่ 12 ชนิดแมลงเด่นที่พบทั้งสองฤดูในพื้นที่เคยฟื้นฟูมาก่อนและพื้นที่ป่าธรรมชาติ

ก. มดคันไฟ (*Solenopsis geminata*) ข. ค้างคิน *tachys* sp. (วงศ์ Carabidae)

ค. ปลวกไม้แห้ง (วงศ์ Kalotermitidae) ง. แมลงสาบสีน้ำตาล (วงศ์ Blattellidae)

การจัดกลุ่มแมลงโดยใช้ Two-way Indicator Species Analysis (TWINSpan)

TWO-WAY ORDERED TABLE

		111111	
		345012789123456	
29 sp.29	---2 2 2-----	0 0 0 0 0 0	<i>Nasutitermes sp.</i>
31 sp.31	---2 2 2-----	0 0 0 0 0 0	<i>Anochetus graeffei</i>
32 sp.32	----1-----	0 0 0 0 0 0	<i>Crematogaster rogenhoferi</i>
35 sp.35	---1-----	0 0 0 0 0 0	<i>Periplaneta brunnea</i>
36 sp.36	--1 2 2 1-----	0 0 0 0 0 0	<i>Ornebius sp.</i>
37 sp.37	---3 2 3-----	0 0 0 0 0 0	<i>Coptotermes kalshoveni</i>
33 sp.33	2 3 -3 3 4-----	0 0 0 0 0 1	<i>Meranoplus bicolor</i>
39 sp.39	2 1 1 2 2 2-----	0 0 0 0 1 0	<i>Paratrechina longicornis</i>
34 sp.34	2 2 2 1 2-----	0 0 0 0 1 1	<i>Polyrhachis sp.</i>
38 sp.38	-2 2 -1-----	0 0 0 0 1 1	Entomobryidae
40 sp.40	--2-----	0 0 0 0 1 1	Sminthuridae
41 sp.41	-1-----	0 0 0 0 1 1	<i>Megymenum brevicorne</i>
42 sp.42	1 2 --- -----	0 0 0 0 1 1	<i>Meloimorpha albicornis</i>
43 sp.43	1 2-----	0 0 0 0 1 1	<i>Machilus sp.</i>
11 sp.11	2 3 2 4 3 4 2-2-1----	0 0 0 1 0	<i>Kalotermes sp.</i>
25 sp.25	1 - 1 1 1 2 2 1-----	0 0 0 1 0	<i>Euricotis floridana</i>
28 sp.28	-2 -2 2 2 1 2 1-----	0 0 0 1 0	<i>Musca sp.</i>
19 sp.19	2 1 2-----2-----	0 0 0 1 1	<i>Anoplolepis gracilipes</i>
24 sp.24	4 4 4 3 2 3 2 2 2-----	0 0 0 1 1	<i>Camponotus rufoglancus</i>
20 sp.20	----1 2 5 4 4-----	0 0 1 0	<i>Gonocephalum elderi</i>
21 sp.21	-----4 3 4-----	0 0 1 0	<i>Apristus subsulcatus</i>
22 sp.22	----1 - 1 1 2-----	0 0 1 0	<i>Anisodactylus niger</i>
23 sp.23	-----1 1-----	0 0 1 0	<i>Synuchus sp.</i>

26 sp.26	1 - - - - - 2 - - - - -	0 0 1 0	<i>Melamphaus faber</i>
27 sp.27	- - - - - 1 1 2 - - - -	0 0 1 0	<i>Glyptotermes brevic</i>
10 sp.10	- - - 22 22 1 1 - - 1 - -	0 0 1 1	<i>Catapiestus tonkineus</i>
1 sp.1	5 5 555 555 5 5 5 5 - - -	0 1 0	<i>Solenopsis geminata</i>
14 sp.14	- - - 21 1 - - - - 1 - - -	0 1 0	<i>Forficula auricularia</i>
18 sp.18	- - - - - 1 - 1 - 1 - - -	0 1 1 0	<i>Oxya minima</i>
2 sp.2	- - - - - 4 55 - - -	0 1 1 1	<i>Monomorium pharaonis</i>
3 sp.3	- - - - - 1 - - - -	0 1 1 1	<i>Monomorium destructor</i>
6 sp.6	- - - - - 2 2 - - -	0 1 1 1	<i>Tetramorium smithii</i>
7 sp.7	- - - - - 2 12 - - -	0 1 1 1	<i>Tetramorium simillimum</i>
12 sp.12	- - - - - 1 - - - -	0 1 1 1	Campodeidae
13 sp.13	- - - - - 1 1 - - -	0 1 1 1	<i>Tachinus sp.</i>
9 sp.9	2 222 11 1 - - 3 111 22	1 0	<i>Tachys sp.</i>
16 sp.16	- - - - - 1 - - - - 1 -	1 1 0	<i>Agonischius sp.</i>
4 sp.4	- - 1 - - 12-32 144 4	1 1 1 0	<i>Pheidole megacephala</i>
5 sp.5	- - - - - - - 1 - - 22 2	1 1 1 0	<i>Pheidole parva</i>
8 sp.8	- - - - 1 - - 2122 254 4	1 1 1 0	<i>Tapinoma melanocephalus</i>
15 sp.15	- - - - - - - 22 2	1 1 1 1	<i>Pheidole tsailuni</i>
17 sp.17	- - - - - - - 1 - -	1 1 1 1	<i>Aethus indicus</i>
30 sp.30	- - - - - - - 3 33	1 1 1 1	<i>Tapinoma sessile</i>

000000000000111

0000000000111

000000111

000111

***** TWINSpan completed *****

ภาพที่ 13 การจัดกลุ่มแมลงโดยใช้ Two-way Indicator Species Analysis (TWINSpan)

ตารางที่ 8 การจัดกลุ่มแมลงจากผลการวิเคราะห์ Two-way Indicator Species Analysis (TWINSpan)

ลำดับ ที่	ชนิดแมลง	แปลงที่															กลุ่มแมลง
		13	14	15	10	11	12	7	8	9	1	2	3	4	5	6	
1	ปลวกทหาร(<i>Nasutitermes</i> sp.)	-	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	พบเฉพาะ ป่าธรรมชาติ (ป่าดิบแล้งและ ป่าผสมผลัดใบ)
2	มดลิ้นไก่ (<i>Anochetus graeffei</i>)	-	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	มดสี (<i>Crematogaster rogehoferi</i>)	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	แมลงสาบ(<i>Periplaneta brunnea</i>)	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	จิ้งหรีดชนิด <i>Ornebius</i> sp.	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	ปลวก <i>Coptotermes kalshoveni</i>	-	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	มดไล่ห่าน <i>Meranoplus bicolor</i>	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	มด <i>Paratrechina longicornis</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	มดชนิด <i>Polyrhachis</i> sp.	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	แมลงหางดีดวงศ์ Entomobryidae	-	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	แมลงหางดีดวงศ์ Sminthuridae	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	มวน <i>Megymenum brevicorne</i>	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13	จิ้งหรีด <i>Meloimorpha albicornis</i>	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14	แมลงสามง่าม <i>Machilus</i> sp.	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

ลำดับ ที่	ชนิดแมลง	แปลงที่															กลุ่มแมลง
		13	14	15	10	11	12	7	8	9	1	2	3	4	5	6	
15	ปลวกไม้แห้ง <i>Kaloterme sp.</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	-	-	-	-	พบในป่าธรรมชาติ และพื้นที่เคยฟันฟู มาก่อน
16	แมลงแกลบ <i>Euricotis floridana</i>	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	
17	แมลงวันบ้าน <i>Musca sp.</i>	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	
18	มดน้ำผึ้ง (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	
19	มด <i>Camponotus rufoglancus</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	
20	ด้วงดิน <i>Gonocephalum elderi</i>	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	
21	ด้วงดิน <i>Apristus subsulcatus</i>	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	
22	ด้วงดิน <i>Anisodactylus niger</i>	-	-	-	-	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	
23	ด้วงดิน <i>Synuchus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	
24	มวนแดง <i>Melamphaus faber</i>	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	
25	ปลวก <i>Glytoterme brevic</i>	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	พบทั้งป่าธรรมชาติ และพื้นที่ถูกทำลาย
26	ด้วงกว้าง <i>Catapiestus tonkineus</i>	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	-	-	-	
27	มดคันไฟ <i>Solenopsis geminata</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	
28	แมลง <i>Forficula auricularia</i>	-	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	
29	ด้งเตนหนวดสั้น <i>Oxya minima</i>	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	-	-	
30	มดชนิด <i>Monomorium pharaonis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	พบเฉพาะ zone C

ลำดับ ที่	ชนิดแมลง	แปลงที่															กลุ่มแมลง
		13	14	15	10	11	12	7	8	9	1	2	3	4	5	6	
31	มด <i>Monomorium destructor</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	พบเฉพาะ zone C
32	มดรีวสมิท <i>Tetramorium smithii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	
33	มดรีว <i>Tetramorium simillimum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	
34	แมลงสองง่ามวงศ์ Campodeidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	
35	ด้วงก้นกระดก <i>Tachinus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
36	ด้วงดิน <i>Tachys sp.</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	พบในพื้นที่พื้นที่ (พื้นที่พื้นที่พื้นที่ zone A และ zone C)
37	ด้วงคืด <i>Agonischius sp.</i>	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-	
38	มดหัวโต <i>Pheidole megacephala</i>	-	-	✓	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
39	มดคันแกระ <i>Pheidole parva</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	✓	
40	มด <i>Tapinoma melanocephalus</i>	-	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
41	มด <i>Pheidole tsailuni</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	พบเฉพาะ zone A
42	มวนเขี้ยว <i>Aethus indicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	
43	มดชนิด <i>Tapinoma sessile</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	

การจำแนกสังคมแมลงจากการวิเคราะห์ด้วย Two-way Indicator Species Analysis (TWINSPAN) (ภาพที่ 13) สามารถจำแนกสังคมแมลงในกลุ่มที่เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในทุกๆ พื้นที่ คือ แมลงในกลุ่มมด กลุ่มด้วงดิน กลุ่มแมลงสาป และกลุ่มปลวก โดยมี แมลงในวงศ์ Formicidae และวงศ์ Carabidae เป็นสังคมหลัก โดยสอดคล้องกับผลการศึกษาองค์ประกอบของชนิดแมลงโดยการจัดลำดับความเด่นของชนิดแมลงในแต่ละพื้นที่ศึกษาที่ได้กล่าวมาข้างต้น ซึ่งแมลงในกลุ่มนี้มีการศึกษาอย่างแพร่หลายในด้านการนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้สภาพพื้นที่ในหลายประเทศ อาทิเช่น Anderson (1997) กล่าวว่า การใช้มดเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ แสดงถึงความสำเร็จของการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมของพื้นที่ต่าง ๆ ในออสเตรเลียมากกว่า 20 ปี ทั้งนี้ในออสเตรเลีย มดเป็นกลุ่มแมลงที่มีความเด่น (dominant insect group) ทั้งในแง่ปริมาณและความหลากหลาย มดเป็นตัวช่วยในการปรับปรุงดิน และหมุนเวียนสารอาหารในดิน ซึ่งเป็นประโยชน์ในการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของพืช นอกจากนี้ยังมีการใช้ การแบ่งกลุ่มตามหน้าที่ (function groups) ของมดในการแสดงถึงความสำเร็จในการปรับปรุงระบบนิเวศในพื้นที่ที่เป็นเหมืองร้างในออสเตรเลีย ซึ่งในการจำแนกกลุ่มมดตามหน้าที่จะพิจารณาจากสภาพภูมิอากาศ สภาพดิน ลักษณะพืชพรรณ และการถูกรบกวนของบริเวณนั้น ซึ่งกลุ่มตามหน้าที่สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของสังคม (Anderson, 2000) เป็นต้นและเมื่อพิจารณาแต่ละพื้นที่ตามภาพที่ 13 พบว่า ด้วงชนิด *Tachys* sp.(sp.9), *Agonischius* sp.(sp.16), มดชนิด *Pheidole megacephala* (sp.4), *Pheidole parva*.(sp.5), *Tapinoma melanocephalus* (sp.8), *Pheidole tsailuni* (sp.15), *Aethus indicus* (sp.17), *Tapinoma sessile* (sp.30) เป็นชนิดแมลงที่มีลักษณะเฉพาะที่สามารถทนความแห้งแล้งในพื้นที่ได้ดีซึ่งทำให้พบมากในพื้นที่โซน A ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Morris (1990) พบว่าแมลงในอันดับ Hemiptera และ อันดับ Hymenoptera จะเป็นแมลงที่ประสบความสำเร็จในระยะแรกในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพพื้นที่ที่ได้รับการฟื้นฟูขึ้นมาใหม่และเมื่อศึกษาในพื้นที่เคยฟื้นฟูจะพบแมลงในอันดับ Coleoptera เป็นกลุ่มเด่นในพื้นที่ด้วยเนื่องจากแมลงในกลุ่มนี้จะมีความสามารถในการกระจายจำนวนประชากรอย่างช้าๆเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมสอดคล้องกับการศึกษาของ Majer (1984) และ Holl (1995) ที่กล่าวว่า พื้นที่ที่ได้รับการฟื้นฟูอย่างเป็นระบบจากการทำเหมืองแร่แมลงในกลุ่มด้วงมีคุณลักษณะพิเศษในการตั้งถิ่นฐานและกระจายพันธุ์ได้ดีในพื้นที่ใหม่และมีความสามารถในการกระจายจำนวนประชากรอย่างช้าๆและครอบครองพื้นที่ในระยะเริ่มต้น ส่วนในพื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่เคยฟื้นฟูมาก่อนหน้านั้นพบชนิดแมลงที่ใกล้เคียงกัน

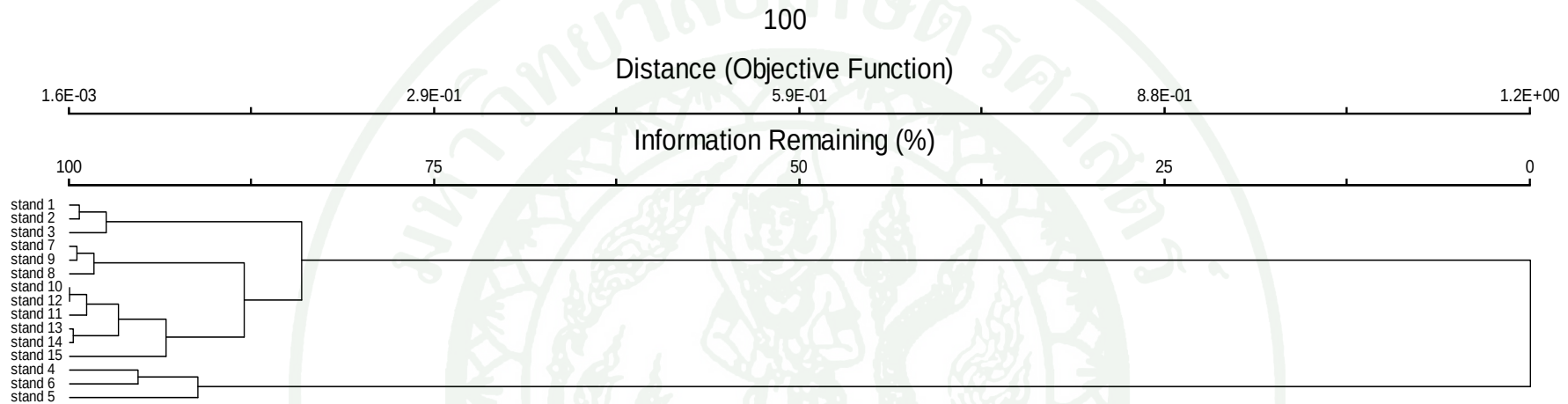
การจัดกลุ่มโดยใช้แมลง

การจัดกลุ่มโดยใช้ชนิดแมลงที่พบในแต่ละพื้นที่ที่ได้นำมาวิเคราะห์โดยใช้ cluster analysis สามารถแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 กลุ่ม เมื่อพิจารณาความเหมือนที่ระดับ 87.50 เปอร์เซนต์ (ภาพที่ 14)

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย 2 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่พื้นที่ฟูโซน C และพื้นที่ที่เคยพื้นที่ฟูมาก่อน พบว่าทั้ง 2 พื้นที่ที่มีการปรากฏของชนิดแมลงที่พบเฉพาะพื้นที่นี้ 2 ชนิดด้วยกัน คือ มดคันแกระ (*Pheidole parva*) และ ค้างคืดสกุล *Agonischius* sp. โดยพบว่าพื้นที่พื้นที่ฟูโซน C และพื้นที่ที่เคยพื้นที่ฟูมาก่อน มีความใกล้เคียงกันนั้น เนื่องจากพื้นที่มีลักษณะของการทับถมของปริมาณซากพืชมีความใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4) ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน ดังนั้นชนิดแมลงที่พบจึงค่อนข้างคล้ายกัน

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย 1 พื้นที่ คือ พื้นที่พื้นที่ฟูโซน A พบชนิดแมลงที่จำเพาะกับพื้นที่นี้ 2 ชนิด ได้แก่ มดคันปากนกแก้ว (*Pheidole tsailuni*) และ มวนจู้ชนิด *Aethus indicus* สาเหตุที่ทำให้พื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะของชนิดแมลงที่แตกต่างไปจากพื้นที่อื่นๆอย่างมากรุนั้น เนื่องจากลักษณะที่แตกต่างของปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่นี้ ดังนั้นเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่ใช้ชนิดแมลงนั้นพื้นที่จำเป็นต้องได้รับการปฏิบัติทางวนวัฒนวิทยามากกว่าพื้นที่พื้นที่ฟูโซน C

กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย 2 พื้นที่ ได้แก่ ป่าดิบแล้งและป่าผสมผลัดใบ พบว่ามีชนิดแมลงที่พบเฉพาะกลุ่มนี้จำนวน 14 ชนิด ได้แก่ มดคันไม้ (*Anochetus graeffei*), มดสีทุ่ง (*Crematogaster rogenhoferi*), มดโล่ห์บ้าน (*Meranoplus bicolor*), มดสกุล *Polyrhachis* sp., ปลวกไม้แห้งสกุล *Cryptotermes* sp., ปลวกชนิด *Coptotermes kalshoveni*, มวนชนิด *Megymenum brevicorne*, แมลงสาบสีน้ำตาล (*Periplaneta brunnea*), แมลงสาบเยอรมัน (*Blattella germanica*), แมลงสาบชนิด *Euricotis floridana*, จิ้งหรีดชนิด *Meloimorpha albicornis*, จิ้งหรีดสกุล *Ornebius* sp., แมลงหางคืดวงศ์ Sminthuridae, แมลงสามง่ามสกุล *Machilus* sp. และค้างคืดสกุล *Synuchus* sp. การที่ทั้งสองพื้นที่นี้มีความแตกต่างจากอีกสามพื้นที่เนื่องจากพื้นที่ป่าธรรมชาตินั้นไม่มีการทำกิจกรรมใดๆเลย พื้นที่ป่าจึงไม่ถูกรบกวน ทำให้แมลงสามารถครอบครองพื้นที่ได้โดยไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากการทำกิจกรรมของมนุษย์ ชนิดแมลงที่พบของกลุ่มที่ 3 จึงต่างจากสองกลุ่มแรก



ภาพที่ 14 การจัดกลุ่มโดยใช้ชนิดแมลงที่พบในบริเวณพื้นที่เหมืองหินปูนของบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด จังหวัด สระบุรี

หมายเหตุ :	stand 1, 2, 3	คือ	พื้นที่ปลูกฟื้นฟูโซน C
	stand 4, 5, 6	คือ	พื้นที่ปลูกฟื้นฟูโซน A
	stand 7, 8, 9	คือ	พื้นที่เคยฟื้นฟูมาก่อน
	stand 10, 11, 12	คือ	ป่าดิบแล้ง
	stand 13, 14, 15	คือ	ป่าผสมผลัดใบ

จากภาพที่ 14 ยังแสดงให้เห็นว่าพื้นที่พื้นที่ฟูโซน C มีการพัฒนาของพื้นที่ที่ได้ใกล้เคียงกับพื้นที่ที่เคยฟื้นฟูมาก่อนซึ่งพื้นที่เคยฟื้นฟูมาก่อนนั้นก็มีการพัฒนาให้ใกล้เคียงกับพื้นที่ป่าธรรมชาติได้ เป็นการเสริมความชัดเจนค่าความคล้ายคลึงที่แสดงไว้ก่อนหน้านี้แล้ว ดังนั้น จึงเห็นได้ว่าการฟื้นฟูพื้นที่ของบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด มีแนวโน้มไปในทางที่ดีขึ้น ทุกๆพื้นที่ที่มีแนวโน้มที่จะมีสภาพใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติมากยิ่งขึ้น และยังแสดงให้เห็นอีกว่าในแต่ละพื้นที่นั้นถ้าปล่อยทิ้งไว้โดยไม่มีการเข้าไปทำกิจกรรมของมนุษย์ในพื้นที่นั้นๆสภาพพื้นที่ก็สามารถพัฒนาใกล้เคียงกับพื้นที่ป่าธรรมชาติ และเหมาะสมกับการดำรงชีวิตของแมลงชนิดต่างๆมากยิ่งขึ้น

การนำข้อมูลไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนจัดการพื้นที่

จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ (ตารางที่ 8) สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการวางแผนจัดการพื้นที่ด้วยการติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศภายในพื้นที่เหมืองบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จังหวัด สระบุรี โดยใช้ชนิดแมลงเป็นตัวบ่งชี้สภาพแวดล้อม โดยทำการแบ่งกลุ่มแมลงที่พบออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1.ชนิดแมลงพบเฉพาะในพื้นที่ป่าธรรมชาติเท่านั้น ได้แก่ มดฮีทุง (*Crematogaster rogenhoferi*), มดโล่ห้าบ้าน (*Melanoplus bicolor*), มดลิ้นไก่ธรรมดา (*Anochetus graeffei*), *Polyrhachis sp.*, มดราคาญยาว *Paratrechina longicornis* ตัวงดินสกุล *Synuchus sp.*, ปลวกชนิด *Coptotermes kalshoveni*, ปลวกทหาร (*Nasutitermes sp.*), มวนชนิด *Megymenum brevicorne*, แมลงสาบสีน้ำตาล (*Periplaneta brunnea*), จิ้งหรีดชนิด *Meloimorpha albicornis*, จิ้งหรีดชนิด *Ornebius sp.*, แมลงหางคี่วงศ์ Sminthuridae, Entomobryidae และตัวสามง่ามสกุล *Machilus sp.* (ตารางผนวกที่ 1) เปรียบเทียบจากการศึกษาอื่นที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่ามดที่พบในป่าธรรมชาติเท่านั้นมีทั้งชนิดที่พบในป่าสมบูรณ์เท่านั้น และชนิดที่พบในป่าขั้นทุติยภูมิ โดยพบมดหนามหีบทองง่าม (*Polyrhachis (Myrma) proxima* Roger) ได้ในป่าขั้นทุติยภูมิ (เดชา, 2542; ฤทธิ์, 2544; รุ่งนภา, 2545; ชมัยพร, 2548) ประกอบแล้วจึงแบ่งแมลงกลุ่มนี้ออกเป็นสองกลุ่มย่อยซึ่งเหมาะสมเป็นตัวแทนของกลุ่มนี้ ดังนี้

1.1 เป็นแมลงที่ไม่สามารถในการปรับตัวให้อยู่อาศัยในพื้นที่ที่มีการรุกรานได้ คือ แมลงในกลุ่มแมลงหางคี่ซึ่งแมลงกลุ่มนี้สามารถนำไปใช้เป็นตัวบ่งชี้ความสมบูรณ์ของป่าได้ซึ่ง

Heliovaara and Vaisanen (1993) กล่าวว่า แมลงกลุ่มแมลงหางคืดสามารถใช้เป็นดัชนีชีวภาพ (bioindicator) ทดสอบภาวะมลพิษทางดินได้ด้วย

1.2 เป็นแมลงที่สามารถปรับตัวให้อยู่อาศัยในพื้นที่ที่มีการรุกรานน้อยได้ คือ มดสกุล *Polyrhachis* แมลงกลุ่มแมลงสาบและแมลงกลุ่มด้วง ซึ่งแมลงในกลุ่มนี้สามารถนำไปใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความเสื่อมโทรมของป่าได้ เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าพบมดหนามหีบทองง่าม (*Polyrhachis (Myrma) proxima* Roger) ได้ในป่าสมบูรณ์ (เดชา, 2542; ฤทธิ์, 2544; รุ่งนภา, 2545; ชมัยพร, 2548) และ Borror (1989) กล่าวว่า แมลงสาบมีการวิ่งได้อย่างรวดเร็วและใช้ความสามารถนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการรุกรานของศัตรูแทนการบิน ดังนั้นเมื่อพื้นที่ใดมีการรุกรานพื้นที่ก็มักจะไม่ค่อยพบแมลงกลุ่มนี้ในพื้นที่

2. ชนิดแมลงที่พบในพื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่เคยฟันฟูก่อนได้แก่ มดน้ำผึ้ง (*Anoplolepis gracilipes*), มดตะลันปล้องจี๊ด (*Camponotus rufoglanicus*), ปลวก *Glyptotermes brevic*, ปลวกไม้แห้ง (*Kaloterms sp.*), แมลงเกลบ (*Euricotis floridana*) ด้วงดินชนิด *Anisodactylus nigerimus*, *Gonocephalum elderi*, *Apristus subsulcatus*, *Synuchus sp.* มวนชนิด *Melamphaus faber* และ ตัวอ่อนแมลงวันสกุล *Musca sp.* (ตารางผนวกที่ 1) โดยปกติแมลงเหล่านี้พบได้ในป่าธรรมชาติแต่จากการศึกษาครั้งนี้พบแมลงเหล่านี้ในพื้นที่เคยฟันฟูก่อนด้วย แสดงว่ามดแมลงเหล่านี้มีความสามารถในการปรับตัวให้อยู่อาศัยในพื้นที่ที่มีกิจกรรมของมนุษย์เข้าถึงได้ดีกว่ากลุ่มที่ 1 โดยสามารถพบได้ในพื้นที่เคยฟันฟูก่อนบริเวณที่มีจำนวนต้นไม้มากกว่าบริเวณอื่นในพื้นที่ มีไม้ปกคลุมเรือนยอด มีไม้พุ่ม ไม้พื้นล่าง และมีอินทรีย์วัตถุบ้าง จึงทำให้แสงแดดและลมไม่ถึงหน้าดินตลอดเวลา ปัจจัยสิ่งแวดล้อมจึงเอื้ออำนวยกว่าบริเวณอื่นในพื้นที่เดียวกัน มีอาหารเพียงพอ และมีลักษณะถิ่นอาศัยเฉพาะที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของแมลงเหล่านี้ แมลงกลุ่มนี้เหมาะที่จะใช้เป็นตัวแทนที่สามารถนำไปใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสำเร็จในการฟื้นฟูพื้นที่เหมืองให้เป็นพื้นที่สีเขียวใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติได้

3. ชนิดแมลงที่พบในพื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่ถูกทำลาย (พื้นที่ปลูกฟื้นฟูโซน C และ A) ได้แก่ มดคันไฟ (*Solenopsis geminate*), ด้วงดินชนิด *Catapiestus tonkineus*, ตั๊กแตนหนวดยาว *Oxya minima* และแมลงหางหนีบชนิด *Forficula auricularia* (ตารางผนวกที่ 1) แสดงว่าแมลงกลุ่มนี้มีความสามารถในการปรับตัวตามสภาพแวดล้อมได้ดี ถ้าในบริเวณนั้นไม่ถูกรบกวนระดับสูง มีอาหารเพียงพอ และมีลักษณะถิ่นอาศัยเฉพาะที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของแมลงกลุ่มนี้ และควรมี

การศึกษาเพิ่มเติมโดยสามารถนำไปใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสำเร็จในการพัฒนาพื้นที่ฟื้นฟูโซน C และ โซน A ได้

4. ชนิดแมลงกลุ่มที่เข้ายึดครองพื้นที่ที่ถูกรบกวนอย่างหนักมาก่อน(พื้นที่ปลูกฟื้นฟูโซน C, โซน A และ พื้นที่เคยฟื้นฟูมาก่อน) ได้แก่ มดคันแกระ (*Pheidole parva*), มดชนิด *Monomorium pharaonis*, มดคันปากนกแก้ว (*Phedole tsailuni*), มดละเอียดท้องดำ (*Monomorium destructor*), มดชนิด *Tapinoma sessile*, มดริ้วสมิธ (*Tetramorium smithii*), มดริ้วเทศ (*Tetramorium simillimum*), มดหัวโต (*Pheidole megacephala*), มดเหมีน (*Tapinoma melanocephalus*), ตัวงันกระดก (*Tachinus* sp.), ตัวงันสกุล *Agonischi* sp., ตัวงันชนิด *Tachys* sp., ตัวงันชนิด *Aethus indicus* และ แมลงสองง่ามวงศ์ Campodeidae (ตารางผนวกที่ 1) แสดงว่าแมลงเหล่านี้มีไม่สามารถปรับตัวให้อยู่รอดได้ในพื้นที่ป่า ทั้งป่าเสื่อมโทรมเป็นป่าทุติยภูมิที่ยังมีชั้นเรือนยอดอยู่บ้าง หรือป่าทุติยภูมิที่เริ่มมีการฟื้นฟู โดยพบในพื้นที่ถูกทำลาย บริเวณพื้นที่โล่ง มีแสงแดดส่องถึง และสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงการรุกรานพื้นที่ของมนุษย์อย่างต่อเนื่องได้ เหมาะที่จะใช้เป็นตัวแทนของกลุ่มนี้

การนำแมลงไปใช้เป็นแนวทางประกอบในการวางแผนจัดการพื้นที่ภายในบริเวณพื้นที่เหมืองหินปูน บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จ. สระบุรีในอนาคต มีดังนี้

1. การนำไปใช้ในพื้นที่ป่า สภาพพื้นที่ของพื้นที่ป่าธรรมชาติในพื้นที่เหมืองนั้นมีต้นไม้หลายชนิด มีไม้ปกคลุมเรือนยอด ไม้พุ่ม ไม้พื้นล่าง และชั้นอินทรีย์วัตถุมาก หากทำการสำรวจแมลงในพื้นที่ป่าในอนาคต แล้วพบแมลงในกลุ่มที่ 1.1 คือ แมลงหางคืดเพิ่มมากขึ้นแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าธรรมชาติบริเวณพื้นที่เหมืองมีความสมบูรณ์มากขึ้นจึงทำให้แมลงในกลุ่มนี้ขยายพันธุ์และแพร่กระจายได้มากขึ้น หากพบมดในกลุ่มที่ 1.2 คือ มดในสกุล *Polyrhachis* sp. เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าป่าธรรมชาติบริเวณพื้นที่เหมืองเสื่อมโทรมลง อาจมีมนุษย์ที่อาศัยบริเวณใกล้เคียงบุกรุกเข้าไป และถ้าทำการสำรวจต่อไปแล้วพบ มดคันแกระ (*Pheidole parva*) และ ตัวงันสกุล *Agonischi* sp. ซึ่งแมลงเหล่านี้ไม่สามารถปรับตัวให้อยู่รอดได้ในพื้นที่ป่าธรรมชาติ บ่งชี้ถึงการรุกรานพื้นที่ของมนุษย์มากยิ่งขึ้นอีกด้วย

2. การนำไปใช้ในพื้นที่รบกวน คือ พื้นที่เคยฟื้นฟูมาก่อนและพื้นที่ฟื้นฟูโซน C และ โซน A โดยสภาพพื้นที่ของพื้นที่ดังกล่าวยังมีต้นไม้้น้อยกว่าป่าธรรมชาติ มีบางบริเวณมีไม้ปกคลุมเรือน

ยอด ไม้พุ่ม ไม้พื้นล่างและชั้นอินทรีย์วัตถุบ้างในบางพื้นที่ โดยพบแมลงในกลุ่มที่ 2 เช่น มดน้ำผึ้ง (*Anoplolepis gracilipes*), ค้างคิงชนิด *Anisodactylus nigerimus*, *Gonocephalum elderi* เป็นต้น กลุ่มที่ 3 เช่น มดคันไฟ (*Solenopsis geminate*), ค้างคิงชนิด *Catapiestus tonkineus* เป็นต้น กลุ่มที่ 4 เช่น มดชนิด *Pheidole parva*, ค้างคิงสกุล *Agonischius* sp. มดชนิด *Monomorium pharaonis*, *Phedole tsailuni*, *Monomorium destructor*, *Tapinoma sessile*, *Tetramorium smithii*, *Tetramorium simillimum* และ ค้างคิงชนิด *Aethus indicus* เป็นต้น ในพื้นที่ถูกรบกวน จึงอาจกล่าวได้ว่าในอนาคต หากพื้นที่โซน C, พื้นที่โซน A และ พื้นที่เคยฟื้นฟูมาก่อนพบแมลงในกลุ่มที่ 1.1 และ 1.2 มากขึ้น และ พบแมลงในกลุ่มที่ 4 ลดน้อยลง ก็อาจจะเป็นดัชนีบ่งชี้ได้ว่าการปลูกป่าฟื้นฟูพื้นที่เหมืองหินปูน บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จังหวัด สระบุรี นั้นเริ่มมีลักษณะเข้าใกล้กับป่าธรรมชาติมากยิ่งขึ้น

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินและมวลชีวภาพของซากพืชในแต่ละพื้นที่ พบว่าเป็นไปในรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน คือ ค่าความชื้นดินและมวลชีวภาพซากพืชเพิ่มขึ้นในฤดูฝนและค่ามีค่าลดลงในฤดูแล้ง ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิดินทั้ง 5 พื้นที่ พบว่า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิดินระหว่างพื้นที่นั้นในพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าผสมผลัดใบ และพื้นที่เคยพื้นที่ป่ามาก่อนมีอุณหภูมิระหว่างฤดูกาลไม่แตกต่างกันมากและมีอุณหภูมิต่ำกว่าในพื้นที่โซน C และโซน A

การศึกษาความหลากหลายของแมลงในพื้นที่ทั้งหมดพบแมลงทั้งหมด 11 อันดับ 20 วงศ์ 39 สกุล 43 ชนิดและเมื่อทำการสำรวจในแต่ละพื้นที่ พบว่า ป่าดิบแล้งพบจำนวนวงศ์ สกุล และชนิดมากที่สุด รองลงมาคือ พื้นที่เคยพื้นที่ป่าผสมผลัดใบ พื้นที่โซน C และพื้นที่โซน A มีจำนวนน้อยที่สุด

โครงสร้างความหลากหลายของแมลง พบว่าค่าดัชนีความหลากหลายในป่าดิบแล้งมีค่าสูงสุด และ พื้นที่โซน C มีค่าน้อยที่สุด ส่วนค่าความคล้ายคลึง พบว่า พื้นที่พื้นที่โซน C มีความคล้ายคลึงกับพื้นที่โซน A สูงสุด ป่าดิบแล้งมีความคล้ายคลึงกับป่าผสมผลัดใบมากที่สุด และ ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของแมลงระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้งในแต่ละพื้นที่มีค่าใกล้เคียงร้อยละ 60 แสดงให้เห็นว่า แมลงสามารถปรับตัวให้ดำรงชีวิตอยู่ได้ทั้งสองฤดู และความหนาแน่นของแมลง พบว่า ป่าดิบแล้งมีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของแมลงสูงสุด ในขณะที่พื้นที่โซน A มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของแมลงต่ำสุด

องค์ประกอบของชนิดแมลงในแต่ละพื้นที่จัดเป็นแมลงกลุ่มผู้บริโภคและกลุ่มผู้ย่อยสลาย ซึ่งชนิดแมลงที่เด่นในแต่ละพื้นที่ ได้แก่ แมลงกลุ่มมด ค้างคาว และปลวก ซึ่งถือว่ามีความสำคัญต่อโครงสร้างของดินเป็นอย่างมาก และส่งผลโดยตรงต่อความสำเร็จของการฟื้นฟูป่าพื้นที่เหมืองอีกด้วย เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสังคมและองค์ประกอบของชนิดแมลงในพื้นที่แต่ละพื้นที่พบว่า เมื่อพื้นที่ได้มีการถูกทำลายจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก โดยเฉพาะแมลงไปในทางที่ลดน้อยลงแต่ถ้าพื้นที่ได้รับการฟื้นฟูป่าและจัดการอย่างถูกวิธีโดยใช้การปลูกต้นไม้เพื่อฟื้นฟูป่าสภาพเหมืองเข้ามาเกี่ยวข้อง พื้นที่จะกลับสู่สภาพใกล้เคียงธรรมชาติได้อย่างรวดเร็วและระบบนิเวศจะกลับมาสมดุลดังเดิม และเมื่อทำการจัดกลุ่มพื้นที่โดยใช้ชนิดแมลงที่พบ

ในแต่ละพื้นที่ โดยนำมาวิเคราะห์โดยใช้ cluster analysis แสดงให้เห็นว่าการฟื้นฟูพื้นที่ของบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด มีแนวโน้มไปในทางที่ดีขึ้นในพื้นที่โซน C และพื้นที่ฟื้นฟูมาก่อน โดยมีแนวโน้มที่จะมีสภาพใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติมากยิ่งขึ้น ยกเว้นในพื้นที่โซน A ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ cluster analysis แสดงออกมาว่าพื้นที่ดังกล่าวไม่ได้โดนจัดอยู่ในกลุ่มใดเลย และสามารถกล่าวได้ว่าการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืชที่ได้จากการฟื้นฟูบูรณะผลผลิตใหม่ในพื้นที่เหมืองหินปูนกับประชากรแมลงนั้น ก็เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาเป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ได้ และเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประกอบการพิจารณาวางแผนจัดการพื้นที่ภายในบริเวณพื้นที่เหมืองหินปูน บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จังหวัด สระบุรี ในอนาคตต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลนั้นควรมีการติดตามการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะๆ เพื่อการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในแต่ละปีแล้วนำมาเปรียบเทียบกัน จะได้ข้อมูลที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น และนำไปติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์และจัดการความหลากหลายทางชีวภาพและใช้ในการจัดการพื้นที่เสื่อมโทรมในอนาคตต่อไป
2. สามารถนำแมลงมาเป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ได้ และเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประกอบการพิจารณาวางแผนจัดการพื้นที่ภายในบริเวณพื้นที่เหมืองหินปูน บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จังหวัด สระบุรี ในอนาคตต่อไป
3. ควรสร้างทางเชื่อมระหว่างพื้นที่ป่า (corridor) ในพื้นที่ปลูกฟื้นฟูโซน A เพื่อให้เกิดการกระจายพันธุ์ของแมลงระหว่างพื้นที่
4. ควรมีการศึกษาในพื้นที่เพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบและติดตามข้อมูล เพื่อการศึกษาขั้นสูงต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2545. แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศระวาง 52383 I.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2526. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- คงศักดิ์ ภิญโญภูษากฤษ. 2527. **กระถินณรงค์**. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ เล่มที่ 12. ฝ่ายวนวัฒนวิจัย, กองบำรุง, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- งามพิศ เข้มนิยม. 2543. **ทรัพยากรแร่ในประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 3. ประชาชน, กรุงเทพฯ.
- ฉวีวรรณ หุตะเจริญ. 2533. **แมลงป่าไม้ของไทย**. แสงเทียนการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- ชัยพร บัวมาศ. 2548. **ความหลากหลายของมดบริเวณห้วยเขย่ง อำเภอดงหลวง จังหวัดกาญจนบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชนะ นิลคูหา. 2530. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการทำเหมืองแร่**. บริษัท อมรินทร์ พริ้นติ้ง กรุ๊ป จำกัด กรุงเทพฯ.
- ชุมเจตน์ กาญจนเกษร. 2539. **อนุสัญญาและกฎหมายระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ**. สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- เขาวี ชัชพงศ์. 2530. กระถินชาร์บัท. **วนสาร** 45(1) : 23-28.
- เดชา วิวัฒน์วิทยา. 2534. **ผลกระทบของไฟฟ้าต่อแมลงในดิน ณ ดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____. 2539. มดตัวห้ำของมอดเจาะต้นสัก (*Xyleutes ceramicus*). **วารสารเกษตรศาสตร์** 30(3) : 330-335.

เดชา วิวัฒน์วิทยา. 2545. การสื่อความหมายโดยมด-แมลง. เอกสารประกอบการบรรยายใน
โครงการประชุมเชิงปฏิบัติการหัวหน้าสถานีพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่า ครั้งที่
11 ระหว่างวันที่ 13-17 สิงหาคม 2545. กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันท์, จำลอง เพ็งคล้าย, ธวัชชัย สันติสุข, บุศบรรณ ณ สงขลา และลีนา ผู้พัฒนพงศ์.
2520. พันธุ์ไม้อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. ห้างหุ้นส่วนจำกัดนิเวศกรรมการพิมพ์ กรุงเทพฯ.

ทรงศักดิ์ วิทย์อุดม. 2538. เศรษฐกิจการทำเหมืองแร่ที่มีผลกระทบต่อการณ์อนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้. กลุ่ม
เศรษฐกิจป่าไม้. ส่วนวิจัยเศรษฐกิจและพัฒนากิจการป่าไม้. สำนักวิชาการป่าไม้. กรม
ป่าไม้. กรุงเทพฯ.

นริศ ภูมิภาคพันธ์. 2539. สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย การสำรวจศึกษา
ทรัพยากรชีวภาพในพื้นที่อนุรักษ์, ไม่ระบุหน้า : ใน การฝึกอบรมหลักสูตร การเป็น
วิทยากรด้านการจัดการพื้นที่อนุรักษ์ 8 มกราคม – 10 กุมภาพันธ์ 2539. ณ คณะวน
ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ กรมป่าไม้. ศูนย์วิจัยป่า
ไม้ คณะวนศาสตร์, กองฝึกอบรม กรมป่าไม้และ Danish Cooperation for Environment
and Development

บริษัท ทีมคอนซัลติ้ง เอนจิเนียริง แอนด์ แมนเนจเม้นท์ จำกัด. 2544. รายงานฉบับสมบูรณ์
การศึกษาการวางแผนฟื้นฟูสภาพเหมือง โครงการเหมืองแร่สังกะสี. บริษัท ผาแดง
อินดัสทรี จำกัด (มหาชน) ต. พระธาตุผาแดง อ. แม่สอด จ. ตาก.

บุญวงศ์ ไทยอุดดสำห. 2536. ไม้สกุลอะคาเซีย. หนังสือพิมพ์ข่าวสด. 3 (973). 22 น.

ประเสริฐ ชูมรม. 2538. เทคโนโลยีการทำเหมืองถ่านหิน. บริษัท แคนดิด มีเดีย จำกัด. กรุงเทพฯ.

ไพบุณย์ นัยเนตร. 2532. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง, น. 123-125. ใน สิริวิวัฒน์ วงษ์ศิริและสุกัญญา หล่อ
โลहार (ผู้รวบรวม). ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. สมาคมวิทยาศาสตร์
แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ.

พิมพ์ิกา ธรรมเจริญ. 2551. การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของสังคมคบริเวณการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ต่าง ๆ กัน อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภรณ์ ประสิทธิ์อยู่ศิลป์. 2544. ความหลากหลายและการกระจายของมดในบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

รุ่งนภา พูลจำปา. 2545. การใช้มดเป็นตัวบ่งชี้สังคมพืชในบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โตมวรรณ สุขประเสริฐ. 2004. ความหลากหลายของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินในพื้นที่ป่าธรรมชาติและป่าที่ถูกรบกวน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

ไสว บุรณพานิชพันธุ์. 2544. อนุกรมวิธานแมลง. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สันต์ รัชฎาวงศ์. 2525. บทบาทและปัญหาของอุตสาหกรรมเหมืองแร่. เอกสารประกอบการบรรยายในประชุมทางวิชาการ ประจำปี 2524 / 2525 ของสมาคมเศรษฐศาสตร์เกษตรแห่งประเทศไทย “ ปัญหาและสู่ทางในการพัฒนาทรัพยากรในภาคเหนือ” ณ โรงแรมสุริวงค์ จ. เชียงใหม่.

สุธรรม อารีกุล. 2510. บทปฏิบัติการกีฏวิทยาเบื้องต้น . บุณศิลป์การพิมพ์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2539. ความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ สุขวงศ์, อิศรา วงศ์ข้าหลวง, พายัพ กำเนิดรัตน์, และ โอภาส ขอบเขตต. 2523. นิเวศวิทยาป่าไม้. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า. 2549. **ปลูกให้เป็นป่า : แนวคิดและแนวปฏิบัติสำหรับการฟื้นฟูป่าเขตร้อน.**
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ประเทศไทย.

อรุณ ลีวานิช และ สุระ พิมพะสาลี. 2545. ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลง, น. 95-118. ใน
ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย สถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ไทย (สวท.), กรุงเทพฯ.

อานวย คอวนิช. 2525. **ไม้โตเร็วและแนวความคิดเกี่ยวกับการปลูกสร้างสวนป่าในประเทศไทย.**
คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Agosti, D. and N.F. Johnson. 2008. Number of species recorded in Formicidae. **Antbase.**
Available Source:[http://atbi.biosci.ohio-state.edu:210/hymenoptera/tsa.sppcount?](http://atbi.biosci.ohio-state.edu:210/hymenoptera/tsa.sppcount?taxon=Formicidae)
taxon=Formicidae. February 27, 2008.

Ahlgren, I. F. 1974. The effect of fire on soil organisms, pp. 47-71. In C. E. Ahlgren and T. T.
Kozlowski, eds. **Fire and Ecosystem.** Academic Press, New York.

Allaby, M. 1992. **The Concise Oxford Dictionary of Zoology.** Oxford University Press, Oxford.

Anderson, A. N. 1997. The ants as bioindicators of ecosystem restoration following mining: A
functional group approach, pp. 319-325. In P.Hale, and Lamb, eds. **Convention**
Outside Nature Reserve. Center for Conservation Biology, The University of
Queensland.

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 for Measuring and Monitoring**
Biodiversity. Smithsonian Institution Press, United State of America.

- Barnes, B. V., D. R. Zak, S. R. Denton and S.H. Spurr. 1997. Forest Ecology. 4th ed., John Wiley and Son, Inc., New York.
- Basu, P. 1997. Seasonal and spatial patterns in ground foraging ants in a rain in western Ghats, India. **Biotropica** 29: 489-500.
- Beattie, A. J. and D. C. Culver. 1977. Effect of the mound nests of the ant *Formica obscuripes* on the surrounding vegetation. **Am. Midl. Nat.** 97(2) : 390-399.
- Bisby, F. A. 1995. Characterization of Biodiversity, pp. 21-104. *In* V. H. Heywood, ed.. Global Biodiversity Assessment. Cambridge University Press, New York.
- Bolton, B. 1994. **Identification Guide to The Ant Genera of The World**. Harvard University Press Cambridge, London.
- Borror, D.J., C.A. Triplehorn, and N.F. Johnson. 1989. An Introduction to the Study of Insects. 6th edition. Saunders College Publishing, Philadelphia.
- Bradshaw, A. D. 1997. "Restoration of mined lands – using natural processes". **Ecological Engineering**. 8 : 255-269.
- Briese, D. T. and B. J. Macauley. 1977. Physical structure of an ant community in semi-arid Australia. **Australian Journal of Ecology** 2 : 107-120.
- Bronstein, J. L. 1998. The Contribution of ant-plant protection studies to our understanding of mutualism. **Biotropica** 30(2) : 15-161.
- Brown Jr, K. S. 1991. Conservation of neotropical environments : insects as indicators. pp. 27-29.

- Buffington, J. D. 1967. Soil arthropods populations of the New Jersey pine barrens as affected by fire. *Entomol. Soc. Am.* 60: 530-535.
- Byrne, M.M. 1994. Ecology of twig-dwelling ants in a wet lowland tropical forest. **Biotropica** 26: 61-72.
- Chao, A. 1984. Non – parametric estimation of the number of classes in a population. **Scandinavian Journal of Statistics** 11: 265 – 270.
- Chessman, O. D. 1997. **International pilot course on environmental evaluation using insects as indicators of biology**. University Malaysia Sabah and International Institute of Entomology An Institute of CAB International.
- Eguchi, K. 2001. A revision of Bornean species of the ant genus *Pheidole* (Insecta: Hymenoptera: Formicinae). **Tropics**. Monograph Series No. 2: 1-15
- Folsom, J. W. 1960. *Entomology*. Philadelphia P. Blakiston's Son & Co., New York.
- French, J. R. and R. M. Keirle. 1969. Studies in fire damaged radiate pine plantations. **Aust. For.** 33: 175-180.
- FRIS. 2003. **WCMC Forest Restoration : Forest Restoration Information Service. Concepts and definitions**. www.unepwcmc.org/forest/restoration/concepts.htm. Serched on 5/28/2003.
- Garono, R. J., L. K. Richard and M. S. George. Wetland Insect Population as Biological Indicator : evaluation of a wetland mitigation monitoring tool. Available : [http : // twri.Tamu.Edu/research/tnrec/I.html](http://twri.Tamu.Edu/research/tnrec/I.html), March 3, 2002.
- Heliovaara, K., and R. Vai sanen. 1993. *Insects and Pollution*. CRC Press, Boca Raton.

Helm, J. A. 1998. **The Dictionary of Forestry**. Bethesda, MD: Soc. Am. For.

Henry, W. A. 1993. **The Dictionary of Ecology and Environmental Science**. Fizhenry & Whiteside Ltd., Canada. 632 p.

Herber, J.M. 1985. Seasonal structing of a north temperature and communities. **Insect Sociaux** 32: 224-240

Holl, K.D., 1995. Nectar resources and their influence on butterfly communities on reclaimed coal surface mines. **Restoration Ecology** 3: 76–85.

Holldobler, B. and E. O. Willson. 1990. **Ants**. Springer Verlag, Berlin.

Holloway, J. D. 1984. Moths as indicator organisms for categorizing rain-forest and monitoring changes and regeneration process. pp. 27-29. *In* O. D. Chessman, ed.. **International pilot course on environmental evaluation using insects as indicators of biology**. University Malaysia Sabah and International Institute of Entomology An Institute of CAB International.

_____. 1987. Macrolepidoptera diversity in the Indo-Australion tropics : geographic, biotopic and taxonomic variation. Pp.27-29. *In* O. D. Chessman, ed.. **International pilot course on environmental evaluation using insects as indicators of biology**. University Malaysia Sabah and International Institute of Entomology An Institute of CAB International.

Holloway, J. D. and H. S. Barlow. 1992. Potential for loss of biodiversity in Malaysia, illustrated by the moth fauna. pp. 27-29. *In* O. D. Chessman, ed.. **International pilot course on environmental evaluation using insects as indicators of biology**. University Malaysia Sabah and International Institute of Entomology An Institute of CAB International.

- Holloway, J. D. and N. E. Stork. 1992. The dimension of biodiversity : the use of invertebrates as indicators of man's impact. pp. 27-29. *In* O. D. Chessman, ed.. **International pilot course on environmental evaluation using insects as indicators of biology**. University Malaysia Sabah and International Institute of Entomology An Institute of CAB International.
- Lefohn, A. S., R. A. Lewis, and N. R. Glass 1974. "An approach to the investigation of the bioenvironmental impact of air pollution from fossil fuel power plants *In* J.L. Thames., ed. **Reclamation and use of disturbed land in the southwest**. Tucson, Arizona.
- Levings, S. C. 1982. Pattern of nest dispersion in a tropical ground ant community. **The Ecological Society of America Ecology** 63(2): 338-399.
- Majer, J.D., J. E. Day, E. D. Kabay, W. S. Perriman. 1984. Recolonization by ants in bauxite mines: rehabilitation by a number of different methods. **Journal of Applied Ecology** 21, 355-375.
- Marse, J. C., L. Yang and L. Tian. 1994. **Aquatic Insect of China Useful for Monitoring Water Quality**. Nanjing Agricultural University Printing House, Nanjing.
- McCune, B. and M. J. Mefford. 1999. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data Version 4**. MjM Software Design, Glenden.
- Mishra, P.C. and M.C. Dash. 1984. Population dynamics and respiratory metabolism of earthworm population in a subtropical dry woodland of Western Orissa, India. **Tropical Ecology** 25: 103-106.
- Morris, M.G., 1990. The Hemiptera of two sown calcareous grasslands. III. Comparisons with the Auchenorrhyncha faunas of other grasslands. **Journal of Applied Ecology** 27: 394-409

- Primack, R. B. 1993. **Essentials of Conservation Biology**. Borton University, Borton.
- Pryor, M. E. 1962. Some environmental features of Hallet Station, Antarctica, with special reference to soil arthropods, **Pacif. Insect** 4: 681-728.
- Raw, F. 1967. "Arthropods (except acari and collembolan), pp. 232-262 In A. Burges and F. Raw, eds.. **Soil Biology**. Academic press, New York.
- Read, J.L. 1996. Use of ants to monitor environmental impact of salt spray from a mine in arid Australia. **Biodiversity and Conservation** 5: 1533-1543.
- Rios-Casnova, L., A. Valiente-Banuet and V. Rico-Gray. 2006. Ant diversity and its relationship with vegetation and soil factor in an alluvial fan of the Tehuacan Valley, Mexico. 2006. **Acta Oecologica** 29: 319-323.
- Rusek, J. 1975. Die bodenbildende Funktion von Collembolan und Acarina. **Pedobiologia** 15 : 299-308.
- Savage, J. M. 1982. **Ecological Aspects of Development in the Humid Tropics**. National Academy Press, Washington.
- Shattuck, S. O. 1999. **Australian Ants**. CSIRI Publishing, Collinwood.
- Smitinand, T. 1995. Overview and Temperate Forests, pp. 1-4. In T. J. B. Boyle and B. Boontawee, eds.. **Measuring and Monitoring Biodiversity in Tropical and Temperate Forests**. Center for International Forestry Research, Bogor.
- Sutton, S. L. and N. M. Collins. 1991. Insects and tropical forest conservation, pp. 405-424. In **The conservation of insects and their habitats** (the 15 th Symposium of the Royal Entomological Society of London). Academic Press, London.

- Turner, F. B., E. M., Romney, V. D. Leavitt, and T. L. Ackerman, G. V. Alexander, B. G. Maza, P. A. Medica, and A.T. Vollmer. 1975. "Preliminary analyses of soil and vegetation in the vicinity of the Mohave Generating station in southern Nevada. *In* J.L. Thames., ed. **Reclamation and use of disturbed land in the southwest**. Tucson, Arizona.
- Tsukamoto, J. and J. Sabang. 2004. soil macro-fauna in an *Acacia mangium* Plantation in comparision to that in a primary mixed dipterocarp forest in the lowland of Sarawak, Malaysia. **Pedobiologia** 49(2005): 69-80.
- Wali, M. K. and P.G. Freeman. 1975. Ecology of some mined areas in North Dakota, pp. 24-47 *In some environmental Aspects of Strip Mining in North Dakota*. M. K. Wali, ed.. Educ.Ser. 5. Grand Forks: North Dakota Geol. Surv.
- Watanabe, H. and S. Ruaysoongnern. 1984. Effect of shifting cultivation on soil macrofauna in northeastern Thailand. **Memoirs of the College of Agriculture, Kyoto University** no. 125, pp. 35-43
- Whittaker, R. H. 1960. Vegetation of the Siskiyou mountain, Oregon and California. **Ecological Monographs** 30: 279-338.
- Wilson. 2000. **Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Wiwatwitaya, D. and H. Takeda. 2005. Seasonal changes in soil arthropod abundance in the dry evergreen forest of north-east Thailand, with special reference to collembolan communitie. **Ecological Reserch** 20(1), 59-70.
- World Conservation Monitoring Center. 1992. **Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources**. Chapman and Hall, London.

Young, A. M. 1982. Population Biology of Tropical Insects. **Plenum Press**, New York.





ตารางผนวกที่ 1 รายชื่อแมลงที่พบในบริเวณพื้นที่เหมืองหินปูนของบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด จังหวัดสระบุรี

Order	Family	Thai name	Common name	Scientific name
Diplura	Campodeidae	แมลงสองง่าม	diplurans	-
Collembola	Entobryidae	แมลงหางคืด	springtail	-
	Sminthuridae	แมลงหางคืด	springtail	-
Thysanura	Machiidae	แมลงสามง่าม	silverfish	<i>Machilus</i> sp.
Orthoptera	Acrididae	ตั๊กแตนหนวดยาว	short-horned grasshoppers	<i>Oxya minima</i>
	Gryllidae	จิ้งหรีด	crickets	<i>Ornebius</i> sp.
	Gryllidae	จิ้งหรีด	-	<i>Meloimorpha albicornis</i>
Blattaria	Blattidae	แมลงสาบอเมริกัน	Oriental cockroach	<i>Blatta orientalis</i>
	Blattellidae	แมลงสาบ	Wood cockroach	<i>Euricotis floridana</i>
	Blattellidae	แมลงสาบสีน้ำตาล	Brown cockroach	<i>Periplaneta brunnea</i>

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Order	Family	Thai name	Common name	Scientific name
Isoptera	Kalotermitidae	ปลวกไม้แห้ง	Dry wood termite	<i>Kalotermes</i> sp.
	Termitidae			<i>Glyptotermes brevic</i>
	Termitidae	ปลวกทหาร	nasute soldiers	<i>Nasutitermes</i> sp.
	Rhinotermitidae			<i>Coptotermes kalshoveni</i>
Dermaptera	Forficulidae	แมลงหางหนีบ	European earwigs	<i>Forficula auricularia</i>
Hemiptera	Pentatomidae	มวนเขียว, มวนดำไย	Black stink bug	<i>Aethus indicus</i>
	Pentatomidae	มวนเขียว, มวนดำไย		<i>Megymenum brevicorne</i>
	Pyrhcoridae	มวนแดง	Pyrhcorid bug	<i>Melamphaus faber</i>
Coleoptera	Carabidae	ด้วงดิน	Ground beetle	<i>Tachys</i> sp.
	Carabidae	ด้วงดิน	Ground beetle	<i>Apristus subsulcatus</i>
	Carabidae	ด้วงดิน	Ground beetle	<i>Anisodactylus nigerimus</i>
	Carabidae	ด้วงดิน	Ground beetle	<i>Synuchus</i> sp.
	Carabidae	ด้วงดิน	Vetgetable beetle	<i>Gonocephalum elderi</i>

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Order	Family	Thai name	Common name	Scientific name
Coleoptera	Scarabaeidae	ด้วงกว้าง	Scarab beetle	<i>Catapiestus tonkineus</i>
	Staphylinidae	ด้วงก้นกระดก	Rove beetle	<i>Tachinus</i> sp.
	Elateridae	ด้วงดีด	Click beetle	<i>Agonischius</i> sp.
Diptera	Muscidae	แมลงวันบ้าน	Muscid flies	<i>Musca</i> sp.
Hymenoptera	Formicidae	มดคันไฟ	Fire ant	<i>Solenopsis geminata</i>
			Pharaoh ant	<i>Monomorium pharaonis</i>
		มดละเอียดท้องดำ	Singapore ant	<i>Monomorium destructor</i>
		มดหัวโต	Head ant	<i>Pheidole megacephala</i>
		มดคันแกระ	-	<i>Pheidole parva</i>
		มดคันปากนกแก้ว	-	<i>Pheidole tsailuni</i>
		มดริ้วสมิธ	-	<i>Tetramorium smithii</i>
		มดริ้วเทศ	-	<i>Tetramorium simillimum</i>

ตารางที่ผนวก 1 (ต่อ)

Order	Family	Thai name	Common name	Scientific name
Hymenoptera	Formicidae	มดเหม็น	-	<i>Tapinoma melanocephalus</i>
			Odorous house ant	<i>Tapinoma sessile</i>
		มดตะลันปล้องจี๊ด	-	<i>Camponotus rufloglancus</i>
		มดน้ำผึ้ง	Yellow crazy ant	<i>Anoplolepis graeilipes</i>
		มดคันไถ	-	<i>Anochetus graeffei</i>
		มดไล่ห่าน	-	<i>Melanoplus bicolor</i>
		-	Drum ant, Silver sping ant	<i>Polyrhachis sp.</i>
		มดรำคาญขาว	-	<i>Paratrechina longicornis</i>
		มดฮัมมิง	-	<i>Crematogaster rogenhoferi</i>

ตารางผนวกที่ 2 จำนวนชนิดและสกุลของแมลงที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณบริษัทปูนซิเมนต์ไทย
(แก่งคอย) จังหวัดสระบุรี

อันดับ	วงศ์	จำนวนสกุล	จำนวนชนิด
Diplura	Campodeidae	1	1
Collembola	Entobryidae	1	1
	Sminthuridae	1	1
Thysanura	Machiidae	1	1
Orthoptera	Acrididae	1	1
	Gryllidae	2	2
Blattaria	Blattidae	1	1
	Blattellidae	2	2
Isoptera	Kalotermitidae	1	1
	Termitidae	2	2
	Rhinotermitidae	1	1
Dermaptera	Forficulidae		
Hemiptera	Pentatomidae	2	2
	Pyrrhocoridae	1	1
Coleoptera	Carabidae	5	5

ตารางที่ผนวกที่ 2 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์	จำนวนสกุล	จำนวนชนิด
Coleoptera	Scarabaeidae	1	1
	Staphylinidae	1	1
	Elateridae	1	1
Diptera	Muscidae	1	1
Hymenoptera	Formicidae	12	17
รวม	20	39	44

ตารางผนวกที่ 3 อันดับและวงศ์ของแมลงประเภทต่างๆที่พบในบริเวณพื้นที่เหมืองหินปูน
บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จังหวัดสระบุรี

ประเภทของแมลง	อันดับ/ วงศ์
1. ผู้บริโภคร	
1.1 พวกกินพืช	1.1.1 Hymenoptera Formicidae
	1.1.2 Coleoptera Scarabaeidae Elateridae
	1.1.3 Hemiptera Pentatomidae Pyrrhocoridae
	1.1.4 Dermaptera Forficulidae
	1.1.5 Isoptera Kalotermitidae Termitidae Rhinotermitidae

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ประเภทของแมลง	อันดับ/ วงศ์
	1.1.6 Orthoptera
	Acrididae
	Gryllidae
1.2 พวกกินสัตว์	1.2.1 Hymenoptera
	Formicidae
	1.2.2 Coleoptera
	Scarabaeidae
	Staphylinidae
	Elateridae
	1.2.3 Hemiptera
	Pentatomidae
	1.2.4 Blattaria
	Blattidae
	Blattellidae
	1.2.5 Diptera
	Muscidae

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ประเภทของแมลง	อันดับ/ วงศ์
1.3 พวกกินทั้งพืชและสัตว์	1.3.1 Hymenoptera
	Formicidae
	1.3.2 Blattaria
	Blattidae
	Blattellidae
2. ผู้ย่อยสลาย	2.1 Hymenoptera
	Formicidae
	2.2 Coleoptera
	Scarabaeidae
	Staphylinidae
	Carabidae
	2.3 Dermaptera
	Forficulidae
	2.4 Blattaria
	Blattidae
	Blattellidae

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ประเภทของแมลง	อันดับ/ วงศ์
2.5 Collembola	Entobryidae Sminthuridae
2.6 Isoptera	Kalotermitidae
2.7 Diplura	Campodeidae
2.8 Thysanura	Machiidae

ตารางผนวกที่ 4 การปรากฏและความมากมายสัมพัทธ์ของแมลงที่พบในบริเวณพื้นที่เหมืองหินปูนบริษัทปูนซิเมนต์ไทยแก่งคอย จำกัด จ. สระบุรี

อันดับ	วงศ์/ชนิด	การปรากฏ (%)	ความมากมายสัมพัทธ์ (%)	พื้นที่				
				Zone C	Zone A	RCA	DEF	MDF
Diplura	Campodeidae	41.67	0.22	D,W	_,W	_,W	_,W	_,_
Collembola	Entobryidae	50	5.49	_,W	_,W	_,W	D,W	D,_
	Sminthuridae	8.33	2.12	_,_	_,_	_,_	_,_	D,_
Thysanura	<i>Machilus</i> sp.	8.33	3.1	_,_	_,_	_,_	_,_	D,_
Orthoptera	<i>Oxya minima</i>	8.33	1.44	_,_	D,_	_,_	D,_	_,_
	<i>Ornebius</i> sp.	25	3.1	_,_	_,_	_,_	D,W	D,_
	<i>Meloimorpha albicornis</i>	8.33	3.1	_,_	_,_	_,_	_,_	D,_
Blattaria	<i>Blatta orientalis</i>	16.67	0.22	_,_	_,W	_,_	_,_	_,W
	<i>Euricotis floridana</i>	25	2.12	_,_	_,_	D,_	D,W	D,_
	<i>Periplaneta brunnea</i>	8.33	0.66	_,_	_,_	_,_	D,_	_,_

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์/ชนิด	การปรากฏ (%)	ความมากมายสัมพัทธ์ (%)	พื้นที่				
				Zone C	Zone A	RCA	DEF	MDF
Isoptera	<i>Kaloterms</i> sp.	8.33	18.25	D, _	_ _	_ _	D, W	D, W
	<i>Glyptoterms brevic</i>	8.33	2.7	_ _	_ _	D, _	_ _	_ _
	<i>Nasutiterms</i> sp.	8.33	7.02	_ _	_ _	_ , W	D, W	_ _
	<i>Coptoterms kalshoveni</i>	8.33	7.54	_ _	_ _	_ _	D, _	_ _
Dermaptera	<i>Forficula auricularia</i>	33.33	0.22	D, W	_ _	_ _	D, W	_ _
Hemiptera	<i>Aethus indicus</i>	8.33	0.77	_ _	D, _	_ _	_ _	_ _
	<i>Megymenum brevicorne</i>	8.33	1.1	_ _	_ _	_ _	_ _	D, _
	<i>Melamphaus faber</i>	16.67	1.1	_ _	_ _	D, _	_ _	D, _
Coleoptera	<i>Tachys</i> sp.	75	6.12	D, W	D, W	D, _	D, W	D, W
	<i>Apristus subsulcatus</i>	8.33	1.13	_ _	_ _	D, _	_ _	_ _

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์/ชนิด	การปรากฏ (%)	ความมากมายสัมพัทธ์ (%)	พื้นที่				
				Zone C	Zone A	RCA	DEF	MDF
Coleoptera	<i>Anisodactylus</i>							
	<i>nigerimus</i>	16.67	2.1	—	—	D, —	D, —	—
	<i>Synuchus</i> sp.	8.33	1.32	—	—	D, —	—	—
	<i>Gonocephalum elderi</i>	25	1.87	—	—	D, W	D, —	—
	<i>Catapiestus tonkineus</i>	16.67	1.67	—, W	—, W	D, W	D, W	—, W
	<i>Tachinus</i> sp.	16.67	1.5	—, W	—	—	—	—
Diptera	<i>Agonischius</i> sp.	16.67	0.77	—	D, —	D, —	—	—
	<i>Musca</i> sp.	33.33	2.7	—	—	D, —	D, W	D, —
Hymenoptera	<i>Solenopsis geminata</i>	50	76.82	D, W	—, W	—, W	—, W	—, W
	<i>Monomorium pharaonis</i>	8.33	14.57	D, —	—	—	—	—
	<i>Monomorium</i>							
	<i>destructor</i>	8.33	0.22	D, —	—	—	—	—

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์/ชนิด	การปรากฏ (%)	ความมากมายสัมพัทธ์ (%)	พื้นที่				
				Zone C	Zone A	RCA	DEF	MDF
Hymenoptera	<i>Pheidole megacephala</i>	58.33	29.1	D,W	D,W	D,W	—	D,—
	<i>Pheidole parva</i>	41.67	5.23	D,W	D,W	—,W	—	—
	<i>Pheidole tsailuni</i>	8.33	6.71	—	D,—	—	—	—
	<i>Tetramorium smithii</i>	8.33	0.88	D,—	—	—	—	—
	<i>Tetramorium simillimum</i>	8.33	1.1	D,—	—	—	—	—
	<i>Tapinoma melanocephalus</i>	41.67	34.32	D,W	D,—	D,—	D,—	—
	<i>Tapinoma sessile</i>	16.67	1.67	—,W	D,—	—	—	—
	<i>Camponotus rufloglancus</i>	66.67	33.67	—,W	—,W	D,W	D,W	D,W
	<i>Anoplolepis graeilipes</i>	16.67	1.32	—	—	D,—	—	D,—
	<i>Anochetus graeffei</i>	8.33	4.44	—	—	—	D,—	—
	<i>Melanoplus bicolor</i>	16.67	8.16	—	—	—	D,—	D,—
	<i>Polyrhachis sp.</i>	16.67	1.83	—	—	—	D,—	D,—
	<i>Paratrechina longicornis</i>	33.33	4.23	—	—	—	—	D,W

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

อันดับ	วงศ์/ชนิด	การปรากฏ (%)	ความมากมายสัมพัทธ์ (%)	พื้นที่				
				Zone C	Zone A	RCA	DEF	MDF
Hymenoptera	<i>Crematogaster rogenhoferi</i>	8.33	0.66	—	—	—	D, —	—
หมายเหตุ : RCA								
	คือ	พื้นที่ปลูกฟื้นฟูมาก่อน						
	DEF	คือ	ป่าดิบแล้ง					
	MDF	คือ	ป่าผสมผลัดใบ					
	D	คือ	ฤดูแล้ง					
	W	คือ	ฤดูฝน					



แมลงสองง่าม (วงศ์ Campodeidae)

อันดับ Diptera



แมลงหางคืด (วงศ์ Entomobryidae)

อันดับ Collembola



แมลงหางคืด (วงศ์ Sminthuridae)

อันดับ Collembola



แมลงสามง่าม (วงศ์ Machiidae)

Machilus sp. อันดับ Thysanura

ภาพผนวกที่ 1 แมลงที่พบในอันดับ Diplura อันดับ Collembola และอันดับ Thysanura



ตั๊กแตนหนวดยักษ์ (วงศ์ Acrididae)

Oxya minima



จิ้งหรีด (วงศ์ Gryllidae)

Ornebius sp. และ *Meloimorpha albicornis*

ภาพผนวกที่ 2 แมลงที่พบในอันดับ Orthoptera



แมลงสาบอเมริกัน (F. Blattidae)

Blatta orientalis



แมลงเกลป (F. Blattellidae)

Euricotis floridana



แมลงสาบสีน้ำตาล (F. Blattellidae)

Periplaneta brunnea

ภาพผนวกที่ 3 แมลงที่พบในอันดับ Blattaria



ปลวกไม้แห้ง (วงศ์ Kalotermitidae)

Glyptotermes brevic (วงศ์ Termitidae)

Kalotermes sp.



ปลวกทหาร (วงศ์ Termitidae)

Coptotermes kalshoveni (วงศ์ Rhinotermitidae)

Nasutitermes sp.

ภาพผนวกที่ 4 แมลงที่พบในอันดับ Isoptera



ลักษณะทางของแมลงหางหนีบ (วงศ์ Forficulidae)

Forficula auricularia อันดับ Dermaptera



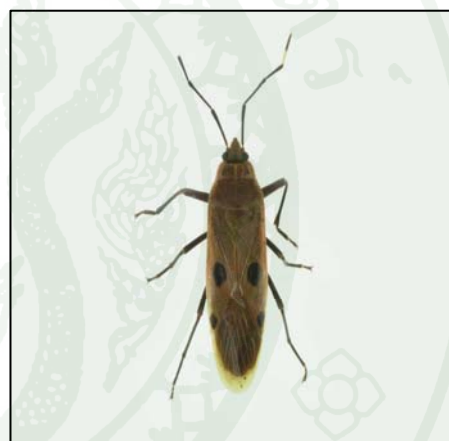
Aethus indicus (วงศ์ Pentatomidae)

อันดับ Hemiptera



Megymenum brevicorne (วงศ์ Pentatomidae)

อันดับ Hemiptera



Melamphaus faber (วงศ์ Pyrrhocoridae)

อันดับ Hemiptera

ภาพผนวกที่ 5 แมลงที่พบในอันดับ Dermaptera และ อันดับ Hemiptera



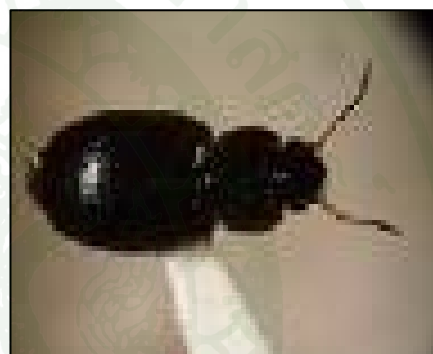
ด้วงดิน *tachys* sp. (วงศ์ Carabidae)



ด้วงดิน *Apristus subsulcatus*



ด้วงดิน *Anisodactylus nigerimus*



ด้วงดิน *Synuchus* sp.

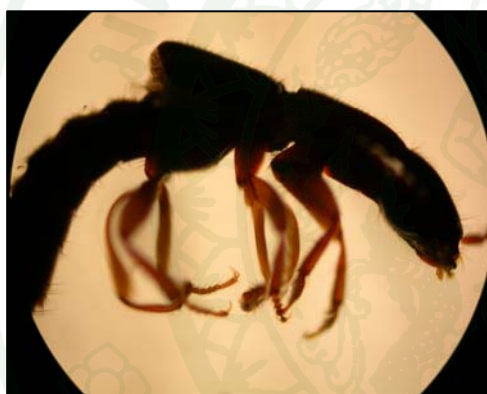


ด้วงดิน *Gonocephalum elderi*

ภาพผนวกที่ 6 แมลงที่พบในอันดับ Coleoptera วงศ์ Carabidae



ด้วง *Catapiestus tonkineus* (วงศ์ Scarabaeidae) ด้วง *Tachinus* sp. (วงศ์ Staphylinidae)



ด้วง *Agonichius* sp. (วงศ์ Elateridae)

ระยะหนอนของแมลงวันบ้าน *Musca* sp.
(วงศ์ Muscidae) อันดับ Diptera

ภาพผนวกที่ 7 แมลงที่พบในอันดับ Coleoptera วงศ์ Scarabaeidae วงศ์ Staphylinidae วงศ์ Elateridae และแมลงในอันดับ Diptera



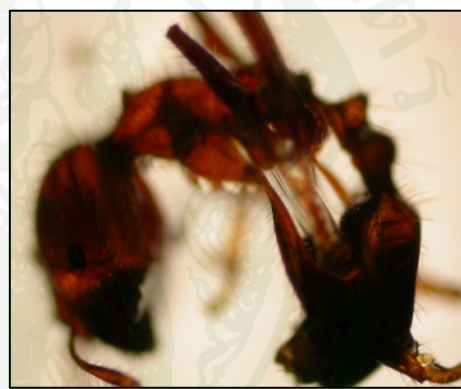
มดคันไฟ (*Solenopsis geminata*)



มด (*Monomorium pharaonis*)



มดละเอียดท้องดำ (*Monomorium destructor*)



มดหัวโต (*Pheidole megacephala*)



มดคันแกระ (*Pheidole parva*)



มดคันปากนกแก้ว (*Pheidole tsailuni*)

ภาพผนวกที่ 8 แมลงที่พบในอันดับ Hymenoptera วงศ์ Formicidae



มดรีวสมิธ (*Tetramorium smithii*)



มดรีวเทศ (*Tetramorium simillimum*)



มดเหมีน (*Tapinoma melanocephalus*)



มด (*Tapinoma sessile*)



มดตะลานปล้องจี้ดำ (*Camponotus rufoglancus*)



มดน้ำผึ้ง (*Anoplolepis graeilipes*)

ภาพผนวกที่ 8 (ต่อ) แมลงที่พบในอันดับ Hymenoptera วงศ์ Formicidae



มดลิ้นไก่ธรรมดา (*Anochetus graeffei*)



มดไล่ห้บ้าน (*Melanoplas bicolor*)



มดหนามสกล *Polyrhachis* sp.



มดรำคาญยาว (*Paratrechina longicornis*)

ภาพผนวกที่ 8 (ต่อ) แมลงที่พบในอันดับ Hymenoptera วงศ์ Formicidae

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นาย ไพรัชญ์ น้อยทับทิม
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2528
สถานที่เกิด	นครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการเกษตร
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	กลุ่มพัฒนาระบบตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช กรมวิชาการเกษตร
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	เงินสนับสนุนงานวิจัยจากบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (แ่งคอย) จำกัด จังหวัดสระบุรี