



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรบัณฑิตสิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิตสิ่งแวดล้อม

วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อแมลงในดิน บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง
อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

Impact of Land Uses on Soil Insects in the Royal Agricultural Station Angkhang Area,
Fang District, Chiang Mai Province

นามผู้วิจัย นางสาวณัฐกานต์ วิชัยคำ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีรวรรณ อมรศักดิ์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์วัฒนา สักดิ์ชูวงษ์, วท.ด.)

ประธานสาขาวิชา

(ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อแมลงดินในดินบริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง
จังหวัดเชียงใหม่

Impact of Land Uses on Soil Insects in the Royal Agricultural Station Angkhang Area,
Fang District, Chiang Mai Province

โดย

นางสาวณัฐกานต์ วิชัยคำ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรบัณฑิตสิ่งแวดล้อม)

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ณัฐกานต์ วิชัยคำ 2554: ผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อแมลงในดิน บริเวณสถานีเกษตรหลวง
อ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีรวรรณ อมรศักดิ์, Ph.D. 100 หน้า

ผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อแมลงในดิน บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง
จังหวัดเชียงใหม่ ได้ดำเนินการระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2551 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2552 โดยการใช้
กับดักแมลงชนิด Pitfall traps การเก็บตัวอย่างแมลงในดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินได้แก่ แปลงป่าดิบเขา
(Hill Evergreen Froest Area, HA) แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม (Fragrant Maple Plantation Plot, MP) แปลง
สาละเอเซีย (Asian Pear Plot, AP) แปลงชาจีน (Tea Plot, TP) แปลงสตรอเบอร์รี่ (Strawberry Plot, SP) และ
แปลงผัก (Vegetable Plot, VP)

ผลจากการเก็บตัวอย่างแมลงในดินจากกับดัก พบแมลงในดินทั้งหมด 7,287 ตัว แบ่งได้เป็น แปน
อันดับแมลงได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ Orthoptera, อันดับ Blattodea, อันดับ Dermaptera, อันดับ
Hemiptera, อันดับ Coleoptera, อันดับ Diptera และอันดับ Hymenoptera จำนวนแมลงในดินจากสูงสุดไป
ยังต่ำสุดเรียงตามลำดับ ดังนี้ แปลงสาละเอเซีย แปลงป่าดิบเขา แปลงชาจีน แปลงสตรอเบอร์รี่ แปลงป่าปลูก
เมเปิลหอม และแปลงผัก แมลงในอันดับ Collembola พบจำนวนตัวแมลงในดินมากที่สุด จำนวนแมลง
ในอันดับ Collembola ทั้งหมดจากสูงสุดไปต่ำสุด เรียงตามลำดับดังนี้ แปลงป่าดิบเขา แปลงสาละเอเซีย
แปลงชาจีน แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม แปลงสตรอเบอร์รี่ และแปลงผัก ค่าเฉลี่ยของจำนวนแมลงในดิน
ระหว่างรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ฤดูกาลและการเก็บในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติ อันดับแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินอันดับแมลงในแต่ละรูปแบบ
การใช้ประโยชน์ที่ดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ความแตกต่างของรูปแบบ
การใช้ประโยชน์ที่ดิน แมลงในอันดับ Collembola, Orthoptera, Blattodea, Hemiptera, Coleoptera และ
Hymenoptera มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพแวดล้อม ลักษณะพืชพรรณ การเขตกรรม ลักษณะภูมิประเทศ
และสมบัติดิน โดยเฉพาะปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน สภาพภูมิอากาศ เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่าง
ของแมลงในแต่ละพื้นที่ โดยเฉพาะถ้าหากมีชั้นของเศษซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยผุพังสูง ความชื้นและ
อุณหภูมิที่เหมาะสม กิจกรรมการย่อยสลายเศษซากพืช และซากสัตว์ในดิน โดยแมลงในดินก็พบมากขึ้น
ส่งผลทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Nattakarn Wichaikam 2011: Impacts of Land Uses on Soil Insects in the Royal Agricultural Station Angkhang Area, Fang District, Chiang Mai Province. Master of Science (Environmental Science), Major Field: Environmental Science, College of Environment. Thesis Advisor: Assistant Professor Weerawan Amornsak, Ph.D. 100 pages.

The effect of different land use types on soil insects was determined at the Royal Agricultural Station Angkhang, Chiang Mai was carry out during November 2008 to August 2009, respectively. Pitfall traps were used to collect soil insects from six land use types: Hill Evergreen Froest Area (HA), Fragrant Maple Plantation Plot (MP), Asian Pear Plot (AP), Tea Plot (TP), Strawberry Plot (SP), and Vegetable Plot (VP).

A total number of collected soil insects were 7,287 individuals. Eight insect orders, namely Collembola, Orthoptera, Blattodea, Dermaptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, and Hymenoptera were recorded. The rank order of insect abundance was: AP, HA, TP, SP, MP and VP. Among these orders, Collembola was found in the highest number. The rank order of Collembola abundance was: HA, AP, TP, MP, SP and VP. The mean number of individuals of insects among different land uses types, seasons and each month were significantly different ($P<0.01$). In different season, land use types and samplings total individuals of soil insects were significantly different ($P<0.01$). In different land use types, soil insects in Collembola, Orthoptera, Blattodea, Hemiptera, Coleoptera and Hymenoptera orders were significantly different ($P<0.01$).

Land use types, environment, climatic condition, vegetation, ultivation, topography and soil property, especially. Soil organic matters are factors that have the impaction soil insect diversity in the studied area. Under high decomposing organic residues, favourable moisture and temperature conditions, decomposing activity by soil insects would increase and, inturn, improve soil fertility.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรวรรณ อมรศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก ที่สนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัย ให้ความกรุณา คำปรึกษา แนะนำและช่วยเหลือ
ในเรื่องการเรียน ข้อแนะนำและแก้ไขวิทยานิพนธ์ ข้อบกพร่องต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งใน
การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้อย่างสมบูรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม อาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ช่วยเหลือในการติดต่อประสานงานกับทางสถานีเกษตรหลวงอ่างขางใน
การเก็บข้อมูลในพื้นที่ และคำแนะนำต่างๆในการทำวิทยานิพนธ์ ดร.วัฒนา ศักดิ์ชูวงษ์ อาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยเหลือในเรื่องการเรียน การทำ
วิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ นายสมชาย เขียวแดง ผู้อำนวยการสถานีเกษตรหลวงอ่างขางที่ให้ความ
อนุเคราะห์ในการใช้พื้นที่ศึกษาและเจ้าหน้าที่มูลนิธิโครงการหลวงทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวก
ในการเดินทางไปยังพื้นที่ปฏิบัติงานภาคสนาม

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อเอนก คุณแม่พรพิศ และขอบพระคุณญาติพี่น้องทุกท่าน ที่ได้
เมตตา อบรมสั่งสอน ให้มีความรู้และคอยสนับสนุนช่วยเหลือในการศึกษาและเป็นกำลังใจที่ดีแก่
ข้าพเจ้ามาโดยตลอด รวมถึงขอขอบคุณรุ่นพี่ปริญญาเอก เพื่อนปริญญาโท เพื่อนและรุ่นน้องทุกคน
ที่ให้ความช่วยเหลือทั้งกำลังกายและกำลังใจในการศึกษา การออกภาคสนาม จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณประโยชน์อันเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์นี้ขอมอบแด่ บิดา มารดา ครู อาจารย์ที่อบรมสั่ง
สอนให้ข้าพเจ้ามีความรู้มาจนถึงปัจจุบัน และบุคคลที่ข้าพเจ้ารักทุกคน รวมทั้งผู้ให้ความรู้และผู้มี
พระคุณทุกท่าน

ณัฐกานต์ วิชัยคำ

พฤษภาคม 2554

สารบัญ

หน้า

| | |
|-----------------------------|-----|
| สารบัญ | (1) |
| สารบัญตาราง | (2) |
| สารบัญภาพ | (4) |
| คำนำ | 1 |
| วัตถุประสงค์ | 3 |
| การตรวจเอกสาร | 4 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 10 |
| อุปกรณ์ | 10 |
| วิธีการ | 11 |
| ผลและวิจารณ์ | 22 |
| ผล | 22 |
| วิจารณ์ | 51 |
| สรุปและข้อเสนอแนะ | 59 |
| สรุป | 59 |
| ข้อเสนอแนะ | 61 |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง | 62 |
| ภาคผนวก | 71 |
| ประวัติการศึกษา และการทำงาน | 100 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | | หน้า |
|--------------|---|------|
| 1 | การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมด | 49 |
| 2 | การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละอันดับแมลง | 50 |
| | | |
| ตารางผนวกที่ | | |
| 1 | อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง | 72 |
| 2 | ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา | 73 |
| 3 | สภาพภูมิอากาศ ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนพฤศจิกายน 2551 | 74 |
| 4 | สภาพภูมิอากาศ ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนกุมภาพันธ์ 2552 | 76 |
| 5 | สภาพภูมิอากาศ ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมิถุนายน 2552 | 78 |
| 6 | สภาพภูมิอากาศ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ประจำเดือนสิงหาคม 2552 | 80 |
| 7 | สภาพภูมิอากาศ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ประจำปี 2551 | 82 |
| 8 | สภาพภูมิอากาศ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ประจำปี 2552 | 83 |
| 9 | จำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน | 84 |
| 10 | จำนวนแมลงในดินทั้งหมดแบ่งตามอันดับแมลง | 85 |
| 11 | จำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน | 88 |
| 12 | ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินฤดูแล้งและฤดูฝน | 91 |
| 13 | วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมด | 92 |
| 14 | ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในอันดับ Collembola | 92 |
| 15 | ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในอันดับ Orthoptera | 93 |
| 16 | ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในอันดับ Blattodea | 93 |
| 17 | ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในอันดับ Dermaptera | 94 |
| 18 | ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในอันดับ Hemiptera | 94 |
| 19 | ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในอันดับ Coleoptera | 95 |
| 20 | ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในอันดับ Diptera | 95 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางผนวกที่ | | หน้า |
|--------------|---|------|
| 21 | ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในอันดับ Hymenoptera | 96 |



สารบัญภาพ

| ภาพที่ | | หน้า |
|--------|---|------|
| 1 | ขอบเขตบริเวณที่ทำการศึกษา และตำแหน่งพื้นที่เก็บตัวอย่างแมลงในดิน | 14 |
| 2 | แสดงข้อมูลภูมิอากาศของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ | 15 |
| 3 | แสดงพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างแมลงในดิน | 21 |
| 4 | จำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน | 23 |
| 5 | ตัวอย่างแมลงในดินตามอันดับแมลง | 24 |
| 6 | ตัวอย่างแมลงในดินตามอันดับแมลง | 25 |
| 7 | จำนวนแมลงในแต่ละอันดับ (เปอร์เซ็นต์) | 25 |
| 8 | จำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละอันดับแมลง | 26 |
| 9 | จำนวนแมลงทั้งหมดในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแบ่งตามอันดับแมลง | 28 |
| 10 | จำนวนแมลงทั้งหมดในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในฤดูแล้งและฤดูฝน | 31 |
| 11 | จำนวนแมลงแบ่งตามอันดับแมลงในฤดูแล้ง | 32 |
| 12 | จำนวนแมลงแบ่งตามอันดับแมลงแบ่งของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในฤดูแล้ง | 32 |
| 13 | จำนวนแมลงแบ่งตามอันดับแมลงในฤดูฝน | 35 |
| 14 | จำนวนแมลงแบ่งตามอันดับแมลงแบ่งของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในฤดูฝน | 35 |
| 15 | จำนวนแมลงในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแบ่งตามอันดับแมลงในฤดูแล้ง | 38 |
| 16 | จำนวนแมลงในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแบ่งตามอันดับแมลงในฤดูฝน | 40 |
| 17 | จำนวนแมลงทั้งหมดในการเก็บตัวอย่างแต่ละเดือน | 42 |
| 18 | จำนวนแมลงทั้งหมดของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละเดือน | 42 |
| 19 | จำนวนแมลงทั้งหมดของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละเดือน | 43 |
| 20 | อันดับแมลงในการเก็บตัวอย่างแต่ละเดือน | 45 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพผนวกที่ | | หน้า |
|------------|---------------------------------------|------|
| 1 | ลักษณะสภาพพื้นที่แปลงสาธิตเอเชีย | 97 |
| 2 | ลักษณะสภาพพื้นที่แปลงป่าดิบเขา | 97 |
| 3 | ลักษณะสภาพพื้นที่แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม | 98 |
| 4 | ลักษณะสภาพพื้นที่แปลงสตรอเบอร์รี่ | 98 |
| 5 | ลักษณะสภาพพื้นที่แปลงชาจีน | 99 |
| 6 | ลักษณะสภาพพื้นที่แปลงผัก | 99 |

ผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อแมลงในดินบริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง
อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

Impact of Land Uses on Soil Insects in the Royal Agricultural Station Angkhang
Area, Fang District, Chiang Mai Province

คำนำ

ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่าและสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดในระบบนิเวศ ดินเป็นแหล่งอาหาร และที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจนถึงขนาดใหญ่ อาทิ พืชและสัตว์ การใช้ประโยชน์จากที่ดินส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรดิน การใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างไม่ถูกต้องตามชั้นสมรรถนะทำให้ทรัพยากรดินเสื่อมโทรมลง นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าธรรมชาติ (native forest) มาเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยไม่มีการจัดการและการอนุรักษ์ดินที่เหมาะสม การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และการใช้ปุ๋ยเคมี อาจส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติบางประการของดิน และความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความหลากหลายของแมลงในดินตลอดจนการดำรงชีวิตของแมลงในดิน

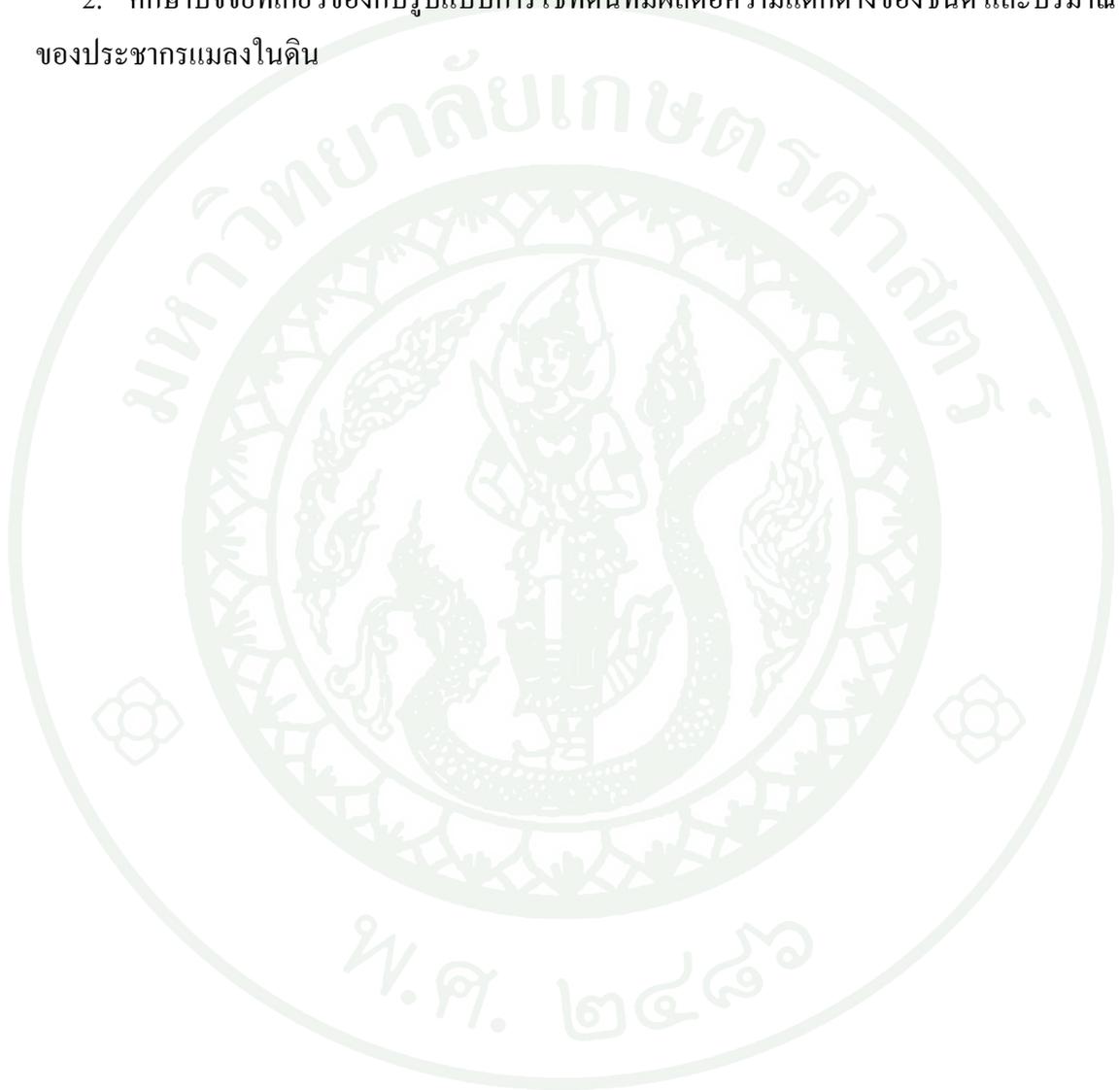
แมลงในดิน (soil insects) เป็นองค์ประกอบหนึ่งในระบบนิเวศ มีส่วนเกี่ยวข้องกับกลไกของห่วงโซ่อาหาร อาทิ แมลงหางคืด (springtail, Collembola) ที่ใช้เป็นดัชนีชีวภาพชี้วัดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม และความสมบูรณ์ของดินได้ กิจกรรมของแมลงในดินหลายชนิดช่วยรักษาโครงสร้างของดิน เอื้อประโยชน์ต่อกระบวนการย่อยสลายเศษซากพืช การเคลื่อนย้ายและการแปรสภาพธาตุอาหารของพืช การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของดินซึ่งมีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงของป่าธรรมชาติเพื่อใช้สำหรับการทำการเกษตร อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ ดินที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของแมลงในดิน การใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชก่อให้เกิดการตกค้างของสารเคมีในดินได้ เช่น สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชในกลุ่ม Organochlorine เช่น ดีดีที (DDT) ดีลด์ริน (Dieldrin) และออลด์ริน (Aldrin) เป็นต้น สารเคมีเหล่านี้มีค่าครึ่งชีวิต (half life) และระยะเวลาในการสลายตัวในสภาพธรรมชาติแตกต่างกัน ซึ่งย่อมส่งผลกระทบต่อแมลงในดินแตกต่างกันออกไป กิจกรรมด้านต่างๆของมนุษย์ล้วนก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อระบบนิเวศของดินทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของดินย่อมส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงในดิน

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าธรรมชาติมาเป็นพื้นที่เกษตรกรรมส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติบางประการของดิน เช่น โครงสร้างของดิน ขนาดของเม็ดดิน ปริมาณช่องว่างในดิน การถ่ายเทอากาศในดิน การดูดซึมน้ำในดิน ความคงทนต่อการกร่อนของดิน และการแพร่กระจายของรากพืช เป็นต้น นอกจากนี้พืชพรรณธรรมชาติที่ปกคลุมพื้นดินลดลง ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในดินได้เช่นกัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลทางตรงและทางอ้อมต่อประชากรแมลงที่อาศัยอยู่ในดิน โดยทำให้แมลงจำนวนมากที่อาศัยอยู่ในดินมีจำนวนลดลงและหรือแมลงในดินบางชนิดอาจสูญพันธุ์ นอกจากนี้ยังมีผลทำให้กิจกรรมของแมลงในดินที่ช่วยในการย่อยสลายเศษไม้ ใบไม้ ที่ทับถมอยู่ตามพื้นดินและในดินให้มีขนาดเล็กลง ช่วยในการปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ร่วนซุยเปลี่ยนแปลงไป

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าธรรมชาติมาเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเห็นได้อย่างชัดเจน ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในกิจกรรมแตกต่างกันมาตั้งแต่ที่เกิดขึ้นเมื่อ 40 ปี มาแล้ว สถานีเกษตรหลวงอ่างขางเป็นสถานที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ด้วยทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทั้งพืชและสัตว์ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าธรรมชาติเพื่อนำมาใช้ในการเกษตรกรรม จึงอาจจะส่งผลกระทบต่อเนื่องต่อระบบสิ่งแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงของแมลงในดิน เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงได้เลือกพื้นที่ศึกษาในบริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เพื่อการศึกษาถึงผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์ในรูปแบบที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลกระทบต่อจำนวนประชากรและความหลากหลายของแมลงในดิน โดยศึกษาเปรียบเทียบในต่าง ๆ ดังนี้ คือ พื้นที่ป่าดิบเขา (Hill evergreen forest area, HA) แปลงป่าปลูกเมเปิ้ลหอม (Fragrant Maple Plantation Plot, MP) แปลงสาเกอินเดีย (Asian pear plot, AP) แปลงชาจีน (Tea plot, TP) แปลงสตรอเบอรี่ (Strawberry plot, SP) และแปลงผัก (Vegetable plot, VP)

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาชนิด และปริมาณของแมลงในดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างประเภท
2. ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการใช้ที่ดินที่มีผลต่อความแตกต่างของชนิด และปริมาณของประชากรแมลงในดิน



การตรวจเอกสาร

ระบบนิเวศของดิน

ระบบนิเวศ (ecosystem) หมายถึง หน่วยพื้นที่หนึ่งที่ประกอบด้วยสังคมของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมทำหน้าที่ร่วมกันภายในระบบนั้น ซึ่งระบบนิเวศประกอบไปด้วยกลุ่มหลักสี่กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มแรก คือ ผู้ผลิต (producers/autotrophs) ได้แก่ พืชสีเขียวทุกชนิดและแบคทีเรียบางชนิด กลุ่มที่สอง คือ ผู้บริโภค (consumers) เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ได้แก่ พวกสัตว์กินพืช (herbivores) อย่างเช่น ช้าง ม้า วัว กระต่าย ลิง เป็นต้น และพวกสัตว์กินสัตว์ (carnivores) เช่น เสือ งู จระเข้ เป็นต้น กลุ่มที่สาม คือ ผู้ย่อยสลาย (decomposers) เช่น เห็ด รา จุลินทรีย์ และกลุ่มที่สี่ คือ ธาตุอาหารในดินจัดเป็นกลุ่มของสิ่งไม่มีชีวิต เรียกว่า ผู้สนับสนุน (supporters) (เกษม, 2544) โดยทั่วไประบบนิเวศต่าง ๆ จะมีความสมดุลตามธรรมชาติ แต่ถ้าระบบนิเวศถูกรบกวน หรือถูกทำลาย องค์ประกอบของระบบนิเวศจะได้รับผลกระทบทั้งในกลุ่มผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยสลาย และผู้สนับสนุน หรือส่วนใดส่วนหนึ่งถูกทำลายก็จะทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ระบบนิเวศของพื้นที่ธรรมชาติและระบบนิเวศเกษตร ในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันในสภาพแวดล้อม ทั้งชนิดพืชพรรณและระบบการจัดการเพาะปลูก สิ่งมีชีวิตในดินในแต่ละพื้นที่มีความหลากหลายทางธรรมชาติแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ปัจจัยที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิต อันได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของดิน เป็นต้น ทั้งนี้รวมถึงการจัดการดิน และการใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืชและแมลงศัตรูพืช ตลอดจนการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งอาจก่อให้เกิดการสะสมและมีผลตกค้างในดินได้ สิ่งเหล่านี้สามารถก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดิน และ ส่งผลกระทบต่อระบบสิ่งแวดล้อม กิจกรรมเหล่านี้ล้วนเกิดมาจากการกระทำของมนุษย์อาจทำให้ชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตในดินลดจำนวนลง มนุษย์จึงเป็นตัวละครสำคัญที่เข้ามารบกวนระบบ ทำให้เกิดความไม่สมดุลของระบบนิเวศ (เล็ก, 2550; สมเจตน์, 2550)

ดินจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีพของมนุษย์และการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในดิน มนุษย์ต้องอาศัยทรัพยากรดินเพื่อให้ได้มาซึ่งปัจจัยที่สำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตทั้งสี่ประการ คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค ซึ่งมนุษย์ต้องใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเป็นที่อยู่อาศัย ประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ดินนั้นเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีอาจทดแทนขึ้นมาใหม่ได้ แต่สามารถบำรุงรักษาให้คงสภาพอยู่ต่อไปได้ ที่ดินจึงเป็นสิ่งมนุษย์ได้มีการครอบครองและใช้ประโยชน์ โดยมีมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ตามความต้องการ

ทำให้ต้องมีการแบ่งส่วนพื้นที่เพื่อกิจกรรมต่าง ๆ และเปลี่ยนแปลงหรือปลูกสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ บนพื้นที่ เช่น เปลี่ยนแปลงพื้นที่ธรรมชาติเพื่อเป็นพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่อยู่อาศัย พื้นที่การคมนาคม เป็นต้น (สมเจตน์, 2524; สถิตย์, 2525; นิวัติ, 2542)

การใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์มีความแตกต่างกันในพื้นที่เกษตรกรรม มีการจัดการดิน การอนุรักษ์ดิน การเขตกรรม การจัดการปุ๋ยและสารเคมีที่แตกต่างกัน กิจกรรมเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของดิน เช่น การสะสมอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการอนุรักษ์จัดการดินที่ดี การเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินอย่างต่อเนื่อง การใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักในพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกพืช ส่งผลให้ดินมีการสะสมอินทรีย์วัตถุในปริมาณสูง ทำให้ดินมีความสามารถในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารพืชสูง (นฤมล, 2551) ซึ่งผลจากการที่ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารสูง ก็จะส่งผลให้มีสิ่งมีชีวิตในดินอาศัยอยู่อย่างมากมาย แต่ถ้าหากการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์ไม่เหมาะสม ยกตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงพื้นที่สภาพป่าธรรมชาติมาเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยมีการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชทั้งวัชพืชและแมลง สารเคมีเหล่านี้อาจมีผลตกค้างในดิน และส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในดิน โดยเฉพาะประชากรแมลงทั้งหลายที่อยู่อาศัยในระบบนิเวศดิน ทั้งส่วนที่เป็นผู้บริโภค ผู้ย่อยสลาย และผู้สนับสนุน เมื่อสภาพแวดล้อมทางดินเกิดการเปลี่ยนแปลง การกระจายตัวและจำนวนประชากรของแมลงในดินก็จะลดลง เป็นการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงนั้นได้อย่างรวดเร็ว (เกษม, 2544; สมเจตน์, 2550; Samways, 2005)

ชนิดและความสำคัญของแมลงในดิน

แมลงในดิน หรือ แมลงที่อาศัยอยู่ในดิน (Soil dwelling insects) พบอยู่ในหลายอันดับ (Order) ด้วยกัน ได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ Blattodea, อันดับ Coleoptera, อันดับ Diptera และอันดับ Hymenoptera แมลงในดินในอันดับ ต่างๆเหล่านี้ มีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศในดินได้ในหลายรูปแบบ

แมลงในอันดับ Collembola หรือ แมลงหางดีด (springtails) เป็นแมลงไม่มีปีก (apterygote) ที่พบว่ามีจำนวนประชากร และการแพร่กระจาย (distribution) ในดินมากที่สุด (Dajoz, 2000) แมลงหางดีดหลายชนิดมีทั้งที่พบอาศัยอยู่ในดิน ผิวดิน ใต้ไม้ที่ทับถมในดิน หรือบนดิน ใต้ก้อนหิน และตามเศษซากพืชที่เน่าเปื่อย แมลงหางดีดสามารถแพร่กระจายโดยอาศัยอวัยวะพิเศษที่อยู่ใต้ท้อง คือ เฟอร์คิวลา (furcula) เพื่อช่วยในการดีดตัวเองไปยัง แหล่งอื่นๆ ตลอดจนอาศัยลมพัดพาไป

แมลงหางคืดมีบทบาทสำคัญที่ช่วยในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุต่างกลับสู่สภาพแวดล้อมได้อย่างรวดเร็ว (Coleman *et al.*, 2004; Detsis *et al.*, 2009)

แมลงในอันดับ Coleoptera หรือ แมลงในกลุ่มของด้วง (beetles) เป็นแมลงที่มีความสำคัญของระบบนิเวศเกษตร มีบทบาทเป็นตัวควบคุมทางชีววิทยา (Melnychuk *et al.*, 2003) อย่างเช่นพื้นที่การเกษตรที่มีปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินสูงจะทำให้พบด้วงดิน (Carabidae, ground-beetle) มีความชุกชุมและมีความหลากหลาย (Kromp, 1999) โครงสร้างของพืชและความหนาแน่นของพืชที่ปกคลุมพื้นดิน (Melnychuk *et al.*, 2003) ด้วงดินใช้เป็นแหล่งอาหารและที่หลบภัย

แมลงอันดับ Diptera ที่อาศัยอยู่ในดิน มีส่วนสำคัญในกระบวนการทางนิเวศวิทยาในดิน เช่น การย่อยสลาย decomposition เศษซากพืช และการหมุนเวียนธาตุอาหาร กลุ่มของแมลงเหล่านี้มีความหลากหลายทั้งขนาดและรูปร่าง บางชนิดมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุและการปลดปล่อยธาตุอาหาร (Frouz, 1999) ปัจจัยเสริมด้านพืชพรรณธรรมชาติเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการกระจายของแมลงในอันดับ Diptera ที่อาศัยอยู่ในดิน การร่วงหล่นของใบไม้และกิ่งไม้เกิดการทับถมบนพื้นดิน เป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินและความชื้นในดิน พืชพรรณธรรมชาติมีความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของแมลงในอันดับ Diptera ในวัยหนอน (larvae) และปริมาณของเศษซากพืชในดินป่าที่มีมากและเพิ่มขึ้นทำให้ความหลากหลายชนิด (species richness) ของแมลงในอันดับ Diptera เพิ่มขึ้น (Hagvar, 1982; Paoletti and Bressan, 1996) การพบแมลงในอันดับ Diptera ขึ้นอยู่กับปริมาณของการย่อยสลายของวัตถุและเศษซากพืช กิ่งไม้ ใบไม้ ซึ่งในป่าธรรมชาติมีเรือนยอดปกคลุม (Bengtsson *et al.*, 2000; Haneda, 2004) ความหลากหลายของต้นไม้ในพื้นที่ป่าส่งผลให้สังคมของแมลงในอันดับ Diptera มีความหลากหลายในพื้นที่ป่าธรรมชาติมากกว่าป่าปลูก (Woodcock *et al.*, 2003)

แมลงในดินมีความสำคัญต่อระบบนิเวศในดิน ส่งผลโดยตรงต่อโครงสร้างของดิน อย่างเช่น กิจกรรมของมด (Hymenoptera) และปลวก (Isoptera) ในการเคลื่อนที่ มีส่วนช่วยให้เกิดช่องว่างในดิน เกิดการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ในดิน แมลงในดินที่อาศัยอยู่ทั้งส่วนที่อยู่เหนือและใต้ผิวดินเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศบก (terrestrial ecosystems) แมลงในดินจำนวนหลายชนิดเป็นผู้อาศัยอยู่ในดินแบบไม่ถาวร และหรืออาศัยอยู่ชั่วคราว แมลงในดินจึงมีอิทธิพลที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ภายในดิน (Coleman *et al.*, 2004) การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ (organic matter decomposition) เป็นกระบวนการที่เศษซากถูกย่อยสลายกลายเป็นอินทรีย์วัตถุในดินและเป็นประโยชน์แก่พืชชั้นสูง โดยมีการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาที่สำคัญ ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน

นอกจากนี้สารที่ได้จากการสลายตัวดังกล่าว โดยเฉพาะฮิวมัสจะเป็นสารที่ช่วยให้เกิดเสถียรภาพของโครงสร้างของดินทำให้การถ่ายเทอากาศและความสามารถอุ้มน้ำของดินดีขึ้น นอกจากนี้การแปรสภาพของอนินทรีย์สาร (inorganic transformations) จากกระบวนการชีวเคมีในการแปรสภาพของโปรตีน ไขมัน โมเนียและไนเตรต เป็นธาตุอาหารพืชที่สำคัญ พืชสามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ รวมไปถึงการตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixation) ของแมลงในดินที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศให้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ กิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดินจึงช่วยรักษาโครงสร้างของดิน ให้อำนวยต่อการกระบวนการสลายตัวการเคลื่อนย้ายและการแปรสภาพของอาหารพืช (เล็ก, 2550)

แมลงในดินมีบทบาทต่อระบบนิเวศในดินเป็นอย่างมากเนื่องจาก แมลงในดินส่วนใหญ่ช่วยย่อยเศษซากพืชซากสัตว์ ไม่ให้เกิดการสะสมมากเกินไป แมลงในดินส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่ม saprophagous ซึ่งทำงานร่วมกับสิ่งมีชีวิตในดิน โดยช่วยย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ ให้มีขนาดเล็กลง จึงมีส่วนช่วยให้สิ่งมีชีวิตในดิน สลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นสารประกอบเชิงซ้อนได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งช่วยรักษาความหลากหลายของพืชในป่า นอกจากนั้น แมลงในดินยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยส่งเสริมให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศให้เกิดรวดเร็วยิ่งขึ้น เพราะหากพืชไม่ได้รับธาตุอาหารจากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุอย่างสม่ำเสมอแล้ว พืชจะไม่สามารถตรึงพลังงานเพื่อรักษาให้ระบบนิเวศดำรงอยู่ได้ อีกทั้งการขบไซ การขุดโพรงเพื่อหาอาหารของพวกสัตว์ในดินจะช่วยเพิ่มปริมาตรของช่องว่างในดิน ช่วยทำให้ดินร่วนซุย และมีการระบายอากาศได้ดีขึ้น เพิ่มการแลกเปลี่ยนก๊าซและการผสมคลุกเคล้าของดินให้ดีขึ้น เป็นต้น (Coleman *et al.*, 2004; Samways, 2005)

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประชากรแมลงในดิน

มนุษย์มีการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างไม่เหมาะสม การบุกรุกพื้นที่ป่าธรรมชาติโดยไม่คำนึงผลกระทบที่ตามมา ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในดินทุกชนิด โดยเฉพาะแมลงในดิน ที่เป็นตัวเชื่อมที่สำคัญระหว่างบรรยากาศ แผ่นดินและน้ำ แมลงในดิน เช่น แมลงหางคืด ช่วยในการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ (Rusek, 1998; Coleman *et al.*, 2004; Lussenhop and Bassirad, 2005) มด (ant) และปลวก (termite) ช่วยในการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในดิน มากกว่า ร้อยละ 30 แมลงเหล่านี้ได้แก่ ซึ่งทำหน้าที่ผสมคลุกเคล้าสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ทำให้เกิดสภาพถ่ายเทอากาศในดิน การผสมและกระจายอินทรีย์วัตถุในดิน ช่วยเร่งการเน่าเปื่อยและย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์ในดิน รวมถึงการหมุนเวียนของธาตุอาหารในดิน (Rusek, 1998) แมลงในดินสามารถ

เคลื่อนย้ายดินข้างล่างขึ้นมาสู่ผิวดินประมาณ 1 ตัน ถึง 10 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี แผลงในดินช่วยให้เกิดกระบวนการเคลื่อนย้าย (translocation) และการเปลี่ยนรูป (transformation) ของธาตุอาหารที่อยู่ในดิน ทำให้การถ่ายเทอากาศในดินดีขึ้น สภาพการซบซึมน้ำของดินดีขึ้น และผลรวมของการกระทำของสิ่งมีชีวิตในดินยังทำให้เกิดชั้นดินที่แตกต่างกันด้วย (horizon differentiation) (Coleman *et al.*, 2004; Lussenhop and Bassirad, 2005)

สภาพพื้นที่ป่าดิบเขามีความอุดมสมบูรณ์ทั้งด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อาทิ การพบแมลงหางคืดจำนวนมากที่สุด ซึ่งจะเห็นได้จากความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นปัจจัยสำคัญที่แปรผันตรงกับจำนวนและชนิดของประชากรแมลง (เกลน, 2543) ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่มีผลต่อจำนวนประชากรของแมลงในดิน ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ป่าไม้ส่งผลให้เกิดสิ่งมีชีวิตมากมาย เป็นผลดีต่อระบบนิเวศที่มีความสมดุลทางธรรมชาติ สภาพป่าที่อุดมสมบูรณ์ของป่าไม้ผลัดใบ (Evergreen forest) จะพบแมลงหางคืดมากที่สุด รองลงมา คือ ป่าสน และพื้นที่ป่ายูคาลิปตัส (เกลน, 2543) เนื่องจากป่าไม้ผลัดใบมีความหลากหลายของชนิดพืชพรรณส่งผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของผืนป่าตามธรรมชาติมีมากกว่าป่ายูคาลิปตัสและป่าสนที่เป็นป่าปลูก ความหลากหลายทางชีวภาพจึงมีมาก อิทธิพลของปัจจัยด้านสภาพพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน ได้ส่งผลกระทบต่อประชากรแมลงในดินจึงมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบสิ่งแวดล้อม (Monnig and Bradley, 2008)

การที่ระบบการเพาะปลูกมีการไถพรวนดินแบบอนุรักษ์กับการไถพรวนแบบไม่อนุรักษ์ ทำให้โครงสร้างของดินเปลี่ยนแปลงไป (Holland *et al.*, 2003) ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของแมลงในดินในวัยหนอนและตัวเต็มวัย เช่น แมลงในอันดับ Coleoptera (Kromp 1999; Holland and Luff, 2003; Hance, 2002).

ระบบการเพาะปลูกโดยใช้ระบบนิเวศเกษตรอินทรีย์ (organic agroecosystems) ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงในดินมีมากกว่าระบบนิเวศของการเพาะปลูกในระบบนิเวศเกษตรแบบดั้งเดิม (conventional agroecosystems) เมื่อใช้ดัชนีความหลากหลายของชนิดแมลง (Shannon's diversity indices: H') มาตรวจสอบ พบว่า แปลงทดลองที่ใช้ระบบการเพาะปลูกแบบเกษตรอินทรีย์จะพบแมลงในดินมากที่สุด ขณะที่แปลงทดลองที่ใช้ระบบนิเวศเกษตรแบบดั้งเดิมจะพบชนิดของแมลงน้อยที่สุด ดังนั้น รูปแบบการเพาะปลูกจึงมีผลต่อประชากรแมลงในดิน (Hadjicharalambous *et al.*, 2001) ตลอดจนความชุกชุม (abundance) และความมากมายชนิด (species

richness) ของแมลงในดิน โดยมีรายงานว่า การเพาะปลูกในระบบนิเวศเกษตรอินทรีย์มีค่าความหลากหลายสูงกว่าระบบนิเวศเกษตรแบบดั้งเดิม (Bengtsson *et al.*, 2005)

ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดน้อยลงแมลงในดินก็จะลดลงตามไปด้วย การควบคุมการใส่ปุ๋ยในดินเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินนั้น จะทำให้แมลงหางัดมีจำนวนเพิ่มขึ้น การที่เกษตรกรใส่ปุ๋ยในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการ ส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์และทำให้จำนวนประชากรของแมลงในดินเพิ่มมากขึ้นด้วย (Lin *et al.*, 2008) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินแสดงให้เห็นถึงบทบาทในการหมุนเวียนธาตุอาหาร อินทรีย์วัตถุในดินนั้นมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางเคมี กายภาพ และชีวภาพในกระบวนการของดิน (Silveira, 2009) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับแมลงในการใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกในดินทำให้พบด้วงมูลสัตว์ (Scarabaeidae) เป็นแมลงที่อยู่อาศัยอยู่กับมูลสัตว์ ซึ่งด้วงมูลสัตว์มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ มีบทบาทหลักในการกินซาก (Scavenger) การกินผลไม้เน่า เศษซากพืช ซากสัตว์ ได้เช่นกัน ช่วยก่อให้เกิดการหมุนเวียนของแร่ธาตุต่างๆ ที่สำคัญของพืช เป็นการช่วยปรับปรุงบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ (Boonrotpong *et al.*, 2004)

ได้ศึกษาในระบบการเพาะปลูกพืชที่รัฐซัสแคตเชวัน (Saskatchewan) ซึ่งอยู่ทางตะวันตกของประเทศแคนาดา พบแมลงในอันดับ Coleoptera (Carabidae) มีความหลากหลายมาก และมีความแตกต่างกันในพื้นที่เพาะปลูกที่ปลูกพืชหมุนเวียนภายในหนึ่งปี ส่วนอีกพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์ที่หลากหลายหมุนเวียน โครงสร้างของพืชและความหนาแน่นของพืชที่ปกคลุมพื้นดินเป็นปัจจัยเสริมให้แมลงในวงศ์นี้ในแต่ละพื้นที่ที่มีความชุกชุมและความหลากหลายที่แตกต่างกัน เนื่องจากการที่มีพืชที่ปกคลุมมากจะเป็นแหล่งอาหารของแมลงในดิน การใช้เป็นที่หลบภัย และความสามารถที่จะเคลื่อนที่บนผิวดินได้ กระจายไปในพื้นที่ได้ (Booij and Noorlander, 1992) นอกจากนี้พืชที่ปลูกต่างกันในระบบการเพาะปลูกแล้วความเหมาะสมของดินก็เป็นปัจจัยสำคัญในการทำการเพาะปลูก

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์

- 1.1 ก๊อบดัก (pitfall traps) ประกอบด้วย ขวดพลาสติก เส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร จำนวน 60 ก๊อบดัก โดยแต่ละก๊อบดักบรรจุเอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) 75 เปอร์เซ็นต์ 50 มิลลิลิตร และกลีเซอรอล (glycerol) 3 มิลลิลิตร
- 1.2 เครื่องกำหนดพิกัดดาวเทียม (Global Positioning System, GPS) รุ่น GARMIN GPS76
- 1.3 แผ่นพลาสติก (Polypropylene, PP) ขนาด กว้าง 12 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร จำนวน 240 แผ่น
- 1.4 ขวดเก็บตัวอย่าง (vials) ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร
- 1.5 กล่องพลาสติก ขนาด กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร
- 1.6 ไม้ปลายแหลม ขนาด 10 เซนติเมตร จำนวน 240 อัน
- 1.7 ถาดแก้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร
- 1.8 กล้องจุลทรรศน์ สเตอริโอ (stereo microscope)
- 1.9 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (personal computer)
- 1.10 กล้องถ่ายรูป
- 1.11 เลียมเล็ก และพลั่วมือ
- 1.12 ถุงมือยาง
- 1.13 ถุงพลาสติก
- 1.14 เชือกฟาง
- 1.15 หนังสาย
- 1.16 หลอดหยด
- 1.17 ตะแกรง
- 1.18 พู่กัน
- 1.19 ตลับเมตร
- 1.20 อุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นทั้งในภาคสนาม และห้องปฏิบัติการ

วิธีการ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษา ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝางจังหวัดเชียงใหม่ มีการวางแผนการปฏิบัติงานในภาคสนาม การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้ต่อไป

1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

1.1 ศึกษาข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา โดยศึกษาและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นที่จำเป็นต่างๆของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา อันประกอบไปด้วย ลักษณะสภาพภูมิอากาศ ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะของดิน พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดินของเกษตรหลวงอ่างขาง

1.2 กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา โดยทำการคัดเลือกพื้นที่ศึกษาผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อแมลงในดิน ได้หกพื้นที่ คือ พื้นที่แปลงป่าดิบเขา (Hill evergreen forest area, HA) แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม (Fragrant Maple Plantation Plot, MP) แปลงสาเกเอเชีย (Asian pear plot, AP) แปลงชาจีน (Chinese Tea plot, TP) แปลงสตรอเบอรี่ (Strawberry plot, SP) และแปลงผัก (Vegetable plot, VP) ได้ดำเนินการสำรวจพื้นที่ดังกล่าว เพื่อคัดเลือกจุดวางกับดักแมลงในพื้นที่เหล่านั้น

2. การปฏิบัติงาน

2.1 การวางกับดักในพื้นที่ศึกษา ในแต่ละพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้ใช้กับดักแมลงชนิด Pitfall traps และวางกับดักในแนวเส้นทแยงมุม (Diagonal transect across) ระยะห่างระหว่างกับดัก 10 เมตร ก่อนวางกับดักทำการการขุดหลุมลึกจากหน้าผิวดิน ประมาณ 15 เซนติเมตร แล้ววางกับดักลงไปหลุม ในแต่ละพื้นที่ศึกษา วางกับดักพื้นที่ละ 10 กับดัก บันทึกพิกัดตำแหน่งของกับดักโดยใช้เครื่องกำหนดพิกัดดาวเทียม (Global Positioning System, GPS)

2.2 การบันทึกข้อมูลสภาพพื้นที่ ศึกษาและบันทึกข้อมูล เกี่ยวกับลักษณะพื้นที่ สภาพแวดล้อม การเขตกรรม และลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณที่ทำการศึกษา

2.3 การเก็บตัวอย่างแมลงในกับดัก เก็บตัวอย่างแมลงในกับดักทุกพื้นที่หลังจากวางกับดักครบ 48 ชั่วโมง นำแมลงมาแยกกลุ่มและเก็บไว้ในขวดเก็บตัวอย่างที่บรรจุเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำไปจำแนกอันดับ (Order) ของแมลงในห้องปฏิบัติการ

3. การจำแนกอันดับแมลง

การจำแนกอันดับแมลง โดยใช้การจำแนกแมลงของ Dohlen and Moran (1995), Alford (1999), Triplehorn and Johnson (2005), Inward *et al.* (2007) และ Ek-Amnuay (2008) นำแมลงมาศึกษาใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยใช้โปรแกรม Ulead Video Studio 7 (Ulead Software, 2003) และจำแนกอันดับแมลงพร้อมกับนับจำนวนแมลงในแต่ละอันดับ บันทึกผลพร้อมถ่ายรูปแมลงตัวอย่างของแต่ละอันดับ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สรุปข้อมูลจำนวนตัวอย่างแมลงในดินทั้งหมด จำนวนแมลงทั้งหมดที่เก็บตัวอย่างแบ่งตามฤดูกาล แบ่งตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน แบ่งตามอันดับแมลง

4.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของแมลงในดินในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน แบ่งเป็นตามอันดับของแมลงในแต่ละฤดูกาล และในแต่ละเดือน โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติโดยทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนประชากรแมลงในดินระหว่างพื้นที่ศึกษาทั้งหมดพื้นที่ ด้วยวิธี การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยโปรแกรม SYSTAT รุ่น 12.0 (Systat Software, 2002)

5. สถานที่และระยะเวลาที่ทำการวิจัย

บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ตำบลม่อนปิ่น และตำบลแม่งอน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ โดยระยะเวลาที่ทำการวิจัยตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552

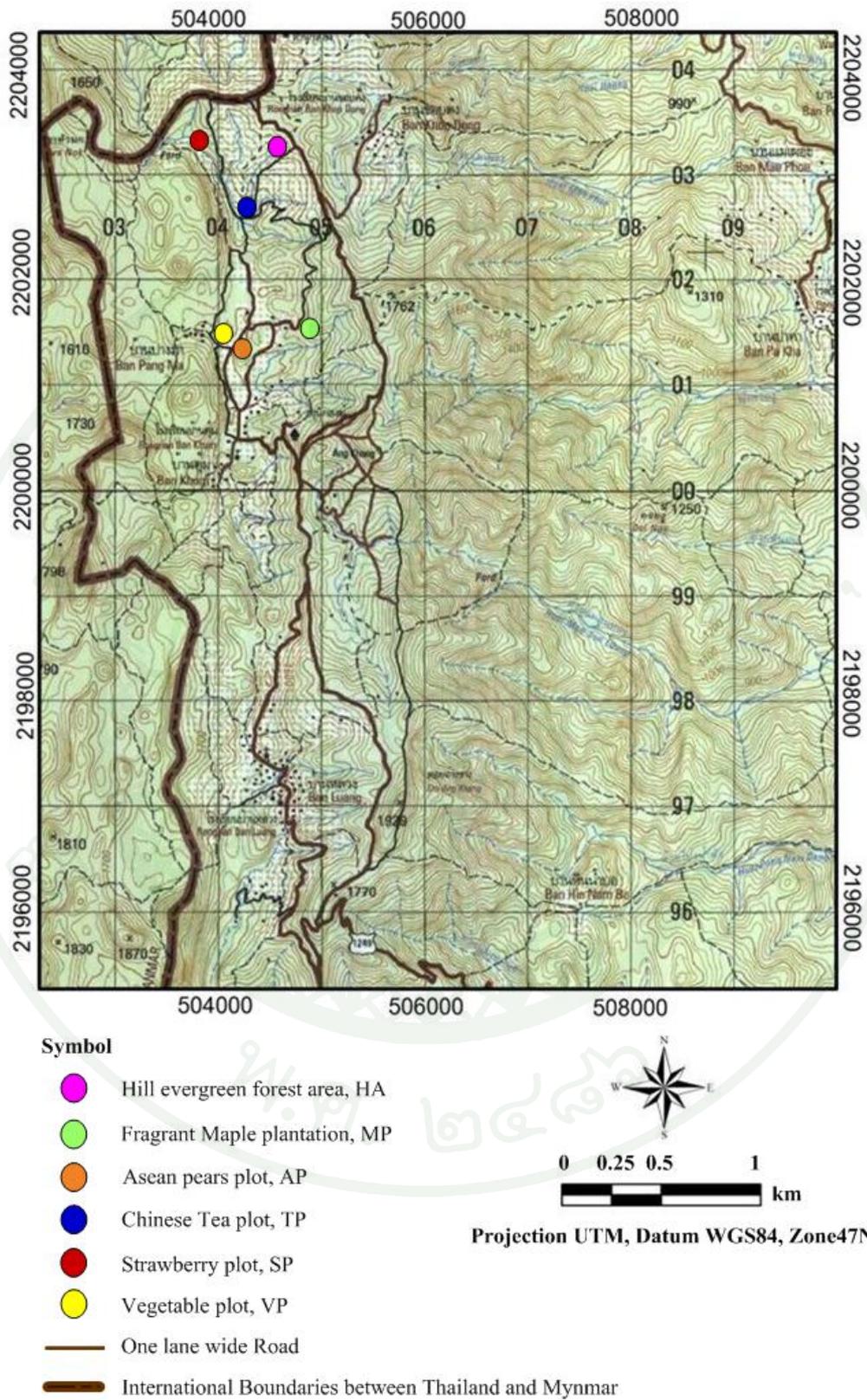
ลักษณะพื้นที่ศึกษา

1. พื้นที่ในการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลในพื้นที่ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ตั้งอยู่ในตำบลม่อนปิ่นและตำบลแม่งอน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งอยู่ห่างจากอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือประมาณ 170 กิโลเมตร และอยู่ห่างจากอำเภอฝาง ประมาณ 17 กิโลเมตร

สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด (Latitude) ที่ $19^{\circ} 51' 02'' - 19^{\circ} 56' 00''$ เหนือ และเส้นลองจิจูด (Longitude) ที่ $99^{\circ} 01' 27'' - 99^{\circ} 04' 25''$ ตะวันออก แผนที่แสดงรายละเอียดภูมิประเทศของพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางของกรมแผนที่ทหาร (2353) มาตราส่วน 1: 50,000 อยู่ในลำดับชุด L7017 ราวที่ 4848 IV พื้นที่ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางครอบคลุมเนื้อที่ประมาณ 26,926,400 ตารางเมตร (16,829 ไร่) (สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง, 2550) โดยที่ทางด้านทิศเหนือ จรดตอนเหนือของบ้านนอแล อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ทิศใต้ จรดห้วยอ่างขางเหนือ บ้านข่ม อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ทิศตะวันออก จรดคอยเกี๊ยะ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และทิศตะวันตก จรดชายแดนประเทศไทยและพม่า (ภาพที่ 1) บริเวณรอบสถานีเกษตรหลวงอ่างขางมีหมู่บ้านชาวเขา ซึ่งเป็นเขตส่งเสริมและพัฒนาอาชีพ รวมแก้าหมู่บ้าน ได้แก่ บ้านหลวง บ้านคุ้ม บ้านปางม้า บ้านป่าคา บ้านผาแดง บ้านสินชัย บ้านถ้ำออบ บ้านนอแล และบ้านขอบด้ง เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นชาวเขาเผ่าจีนฮ่อ ไทยใหญ่ ปะหล่อง และมูเซอดำ

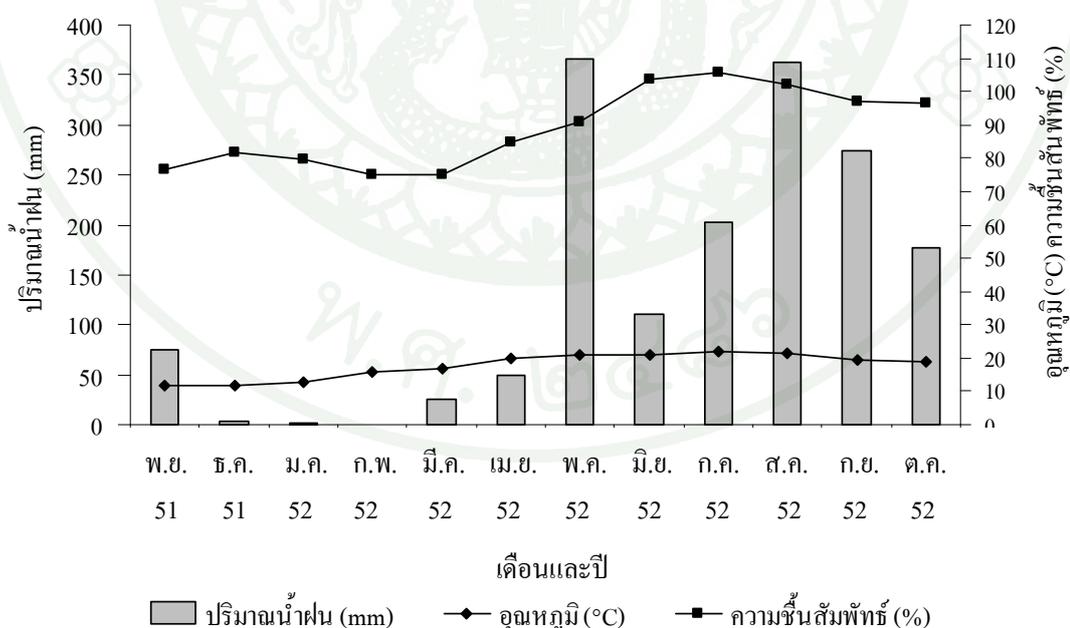
ลักษณะภูมิอากาศทั่วไปของบริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง มีอากาศหนาวเย็น จัดอยู่ในสภาพภูมิอากาศแบบชุ่มชื้นกึ่งเขตร้อน (Humid Subtropical Climate; Cfa/Cwa) แบ่งเป็นสามฤดูกาล คือ ฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนมีนาคม โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่พัดพาความหนาวเย็นและความแห้งแล้งจากประเทศจีน ฤดูร้อน อยู่ในช่วงระยะสั้นประมาณปลายเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน และฤดูฝน ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และดีเปรสชัน ทำให้มีฝนตกหนัก เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมไปจนถึงสิ้นเดือนตุลาคม (สถานีตรวจวัดอากาศสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง, 2552)



ภาพที่ 1 ขอบเขตบริเวณที่ทำการศึกษ และตำแหน่งพื้นที่เก็บตัวอย่างแมลงในดิน

สถานีเกษตรหลวงอ่างขางมีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยเท่ากับ 2,063.2 มิลลิเมตร ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2551 ถึงตุลาคม พ.ศ. 2552 เป็นช่วงระยะเวลาที่เก็บข้อมูล ซึ่งปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีสูงที่สุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2552 (363 มิลลิเมตร) และต่ำที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 (0.5 มิลลิเมตร) อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2551 ถึง ตุลาคม 2552 ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง มีค่าเท่ากับ 17.67 ± 3.88 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิรายเดือนต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน 2551 (0 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิรายเดือนสูงสุดในเดือนเมษายน 2552 (29.79 องศาเซลเซียส) (ภาพที่ 2 และตารางผนวกที่ 1) (สถานีตรวจวัดอากาศ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง, 2552)

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2551 ถึง ตุลาคม 2552 ของพื้นที่อ่างขาง มีค่าประมาณ 71.36 เปอร์เซ็นต์ ค่าความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูงในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยในเดือนกรกฎาคมเป็นเดือนที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุด (83.62 เปอร์เซ็นต์) ส่วนเดือนมีนาคมเป็นเดือนที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุด (58.21 เปอร์เซ็นต์) (ภาพที่ 2 และตารางผนวกที่ 1) (สถานีตรวจวัดอากาศ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง, 2552)



ภาพที่ 2 แสดงข้อมูลภูมิอากาศของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

(พ.ศ.2551- พ.ศ.2552) (สถานีตรวจวัดอากาศสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง, 2552)

สถานีเกษตรหลวงอ่างขางเป็นส่วนหนึ่งของสภาพภูมิประเทศแบบเทือกเขาสูงในทวีปตอนเหนือและตะวันตก (North and West Continental Highlands) สภาพภูมิประเทศทั่วไปมีลักษณะเป็นภูเขาสลับซับซ้อน ที่เกิดจากอิทธิพลการคดโค้ง และการหลอ่อดตัวของหิน ซึ่งเชื่อมโยงจากเทือกเขาหิมาลัย และมีการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ทำให้เกิดแรงบีบอัดในแนวตะวันออกและตะวันตก ส่งผลให้พื้นแผ่นดินโก่งงอ กลายเป็นสันสูง และสภาพพื้นที่มีลักษณะที่เป็นแอ่งรูปรีคล้ายกระทะ ประกอบด้วยเทือกเขาสูงชัน โดยทางด้านตะวันตกเป็นภูเขาหินปูนและทางด้านตะวันออกเป็นภูเขาหินดินดาน ทอดตัวตามแนวเหนือใต้ขนานกัน บรรจบกันทางทิศเหนือและทิศใต้ ด้วยลักษณะสภาพพื้นที่เช่นนี้จึงเรียกว่า คอยอ่างขาง (Moormann and Rojanasoonthon, 1972)

เขตแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศพม่า ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขางมีเทือกเขาหินปูนกั้น ระยะทางจากหัวอ่างถึงท้ายอ่าง ยาวประมาณ 8 กิโลเมตร กว้างประมาณ 1-3 กิโลเมตร บริเวณที่เป็นภูเขาหินปูนและตอนกลางของพื้นที่ที่เป็นแอ่งจะมีลักษณะภูมิประเทศเป็นแบบคาสต์ (Karst topography) ซึ่งภายในจะพบลักษณะสำคัญที่สำคัญได้แก่ ดินเทอรารอสซา (Terra Rossa) หลุมยุบ (sinkhole) แม่น้ำหาย (lost river) และป่าช้าหิน (lapies) ภูเขาสูงทางด้านตะวันออกส่วนใหญ่เป็นหินดินดาน มีบางส่วนแปรสภาพเป็นหินฟิลไลต์ และพบหินทรายแทรกตัวอยู่บ้างแต่เป็นบริเวณแคบ พื้นที่อ่างขางอยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 1,080-1,900 เมตร ส่วนบริเวณที่ราบของพื้นที่อ่างขางมีความสูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 1,400 เมตร และสภาพพื้นที่ลาดจากทางทิศเหนือลงทิศทางใต้ (Moormann and Rojanasoonthon, 1972)

ลักษณะดินบริเวณคอยอ่างขางตามอนุกรมวิธานดิน (Soil Taxonomy) ของระบบการจำแนกดินกระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1975 จัดอยู่ในกลุ่มดินหลัก Reddish Brown Lateritic Soils กลุ่มดินย่อย Typic Palehumults และชุดดินบ้านหลวง (Ban Luang Series) ส่วนการจำแนกดินบริเวณคอยอ่างขาง ตามระบบการจำแนกดินแบบเก่า จัดอยู่ในกลุ่มดินหลัก Red Brown Earths กลุ่มดินย่อย Rhodic Paleudalfs และชุดดินอ่างขาง (Angkhang Series) ซึ่งลักษณะดินแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มเนื้อดินที่มีลักษณะเป็นพวกดินเหนียวถึงดินเหนียวปนทรายแป้ง อินทรีย์วัตถุสูงมาก ส่วนดินอีกกลุ่มเกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ของหินดินดาน หินปูน และอาจมีหินทรายแป้งปะปนอยู่ด้วย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

โครงสร้างของดินบริเวณคดอย่างขางมีลักษณะเป็นแบบก้อน พบคราบดินเหนียวในดินชั้นล่าง กระบวนการทางดินที่เด่นชัด คือ การชะละลาย การสะสม และการเคลื่อนย้ายของอนุภาคขนาดดินเหนียว เป็นลักษณะที่แสดงถึงพัฒนาการของดินในระดับปานกลางถึงสูง ซึ่งดินในบริเวณคดอย่างขางเป็นดินที่พัฒนาจากหินดินดาน ดินบริเวณยอดเขา (summit) และไหล่เขา (shoulder) ของคดอย่างขางจัดเป็นดินต้น ลักษณะของเนื้อดินเป็นดินเหนียว ส่วนดินชั้นบนถูกควบคุมด้วยชั้นหินพื้น จึงมีสีคล้ำและปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง เป็นการควบคุมโดยกระบวนการทางเคมี ส่วนบริเวณที่เป็นพื้นที่ลาดชันต่อลงมาจากไหล่เขา (backslope) และบริเวณตีนเขา (footslope) พบดินลึกที่มีดินชั้นบนบางแต่ดินชั้นล่างหนา (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

สภาพป่าของคดอย่างขางเป็นป่าดิบเขา (Hill evergreen forest) ประกอบด้วยพันธุ์ไม้ที่สำคัญ ได้แก่ ก่อเดือย (*Castanopsis acuminatissima*, Fagaceae) ก่อแดง (*Quercus brandisiana*, Fagaceae) และก่อหม่น (*Lithocarpus thomsoni*, Fagaceae) เป็นต้น ไม้ป่ายืนต้นที่เจริญเติบโตได้ดี จำนวนแปดชนิด ประกอบด้วย ไม้กระถินคด (*Acacia confuse*, Fabaceae) การบูร (*Cinnamomum camphora*, Lauraceae) เปาโลเนีย (*Paulownia taiwanniana*, Paulowniaceae) จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*, Oleaceae) เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*, Hamamelidaceae) สนชุงิ (*Cryptomeria japonica*, Taxodiaceae) คันทิกมาเฮีย (*Cunninghamia lanceolata*, Taxodiaceae) และสนแผง (*Chamaecyparis obtuse*, Cupressaceae) กลุ่มไม้ไผ่ที่สามารถขึ้นได้ดี ได้แก่ ไผ่เขียว (*Dendrocalamus latiflorus*, Gramineae) ไผ่หวาน (*Bambusa oldhamii*, Gramineae) ไผ่ลิตโหเฟีย (*Phyllostachys lithophia*, Gramineae) และไผ่มากินหนอย (*Phyllostachys sulphurea*, Gramineae) มีไม้ในวงศ์สน ขึ้นปะปนด้วย ได้แก่ สนสองใบ (*Pinus merkusii*, Pinaceae) สนสามใบ (*Pinus kesiya*, Pinaceae) กลุ่มไม้พื้นล่าง ได้แก่ หล้าคา (*Imperata cylindrical*, Gramineae) สาบเสือ (*Eupatorium odoratum*, Compositae) และสาบหมา (*Eupatorium adenophorum*, Asteraceae) ส่วนพื้นที่ราบต่ำของคดอย่างขางจะมีสภาพค่อนข้างชื้น จึงพบเฟิร์นก้านดำ (*Adiantum capillus-veneris*, Parkeriaceae) และตองสาต (*Phrynium capitatum*, Marantaceae)

การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณสถานีเกษตรหลวงอย่างขางมีความหลากหลาย ได้แก่ พื้นที่ป่าปลูก พื้นที่ทำการเกษตร พื้นที่ไร่เลื่อนลอย และพื้นที่ทิ้งร้าง รูปแบบการจัดการดินในพื้นที่จะแตกต่างกันออกไป ส่วนใหญ่พืชที่ปลูก จะเป็นพืชเมืองหนาวที่นำเข้ามาจากต่างประเทศมาทดลองปลูก อย่างเช่น ไม้ผลชนิดต่างๆ ได้แก่ ท้อ (*Prunus persica*, Rosaceae) พลัม (*Prunus domestica*, Rosaceae) พลับ (*Prunus domestica*, Rosaceae) บ๊วย (*Prunus armeniaca*, Rosaceae) แอปเปิล (*Malus domestica*, Rosaceae) กีวี (*Actinidia chinensis*, Actinidiaceae) สาลี่ (*Pyrus pyrifolia*, Rosaceae)

Rosaceae) และสตรอเบอร์รี่ (*Fragaria* spp., Rosaceae) เป็นต้น ไม้พุ่ม ได้แก่ ชาจีน (*Camellia sinensis*, Theaceae) และกาแฟ (*Coffea arabica*, Rubiaceae) เป็นต้น พืชผัก ได้แก่ ชุกินี (*Cucurbita*, Cucurbitaceae) กระเทียมต้น (*Allium ampeloprasum*, Alliaceae) หอมญี่ปุ่น (*Allium fistulosum*, Amaryllidaceae) เอ็นไดว์ (*Cichorium endivia*, Asteraceae) และอาร์ติโชค (*Cynara scolymus* L., Asteraceae) เป็นต้น ไม้ดอกไม้ประดับ เช่น กุหลาบ (*Rosa* spp., Rosaceae) คาร์เนชั่น (*Dianthus caryophyllus* L., Caryophyllaceae) จิบโซฟิลล่า (*Gypsophila paniculata* L., Caryophyllaceae) และเบญจมาศ (*Chrysanthemum morifolium*, Asteraceae) เป็นต้น

2. ลักษณะพื้นที่ของแปลงตัวอย่าง

การศึกษาผลกระทบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อแมลงในดินบริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ได้ดำเนินการศึกษาในพื้นที่ จำนวนทั้งสิ้นหกพื้นที่ภายใต้สภาพการใช้ที่ดินรูปแบบต่าง ๆ (ภาพที่ 2 และตารางผนวกที่ 2) ซึ่งสภาพแวดล้อมและลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

2.1 พื้นที่ป่าดิบเขา (Hill evergreen forest area, HA)

จุดเก็บตัวอย่างที่หนึ่ง คือ แปลงป่าดิบเขา (ภาพที่ 3) ตั้งอยู่ที่บ้านอ่างขาง ตำบลแม่งอน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พิกัดที่ 47Q0504591E, 2203250N อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลาง ประมาณ 1,500 เมตร อยู่ห่างจากทางเข้าสถานีเกษตรหลวงอ่างขางไปทางทิศตะวันออก ประมาณ 2,250 เมตร สภาพพื้นที่แปลงป่าดิบเขาเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชัน 70 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยพืชพรรณธรรมชาติอุดมสมบูรณ์ อย่างเช่นพันธุ์ไม้ตระกูลก้อที่สำคัญ ได้แก่ ก้อเด็ย ก้อแดงและก้อหม่น มีชั้นของเศษวัสดุที่เน่าเปื่อย ใบไม้ ซากพืช ซากสัตว์ทับถมอยู่บริเวณหน้าผาดิน มีความหนา ประมาณ 20 เซนติเมตร

2.2 แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม (Fragrant Maple Plantation Plot, MP)

จุดเก็บตัวอย่างที่สอง คือ แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*, Hemamelidaceae) (ภาพที่ 3) ตั้งอยู่ที่บ้านขอบด้ง ตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พิกัดที่ 47Q0504812E, 2201582N อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 1,490 เมตร อยู่ห่างจากทางเข้าสถานีเกษตรหลวงอ่างขางไปทางทิศตะวันออก ประมาณ 1,350 เมตร สภาพแปลงป่าปลูกเมเปิล

หอมมีความลาดชัน 31 เปอร์เซ็นต์ บริเวณแปลงป่าปลูกเมเปิลหอมที่เป็นพื้นที่ศึกษานั้นเป็นส่วนหนึ่งของแปลงปลูกป่าสาธิต

2.3 แปลงสาละเอเซีย (Asean pears plot, AP)

จุดเก็บตัวอย่างที่สาม คือ แปลงสาละเอเซีย (*Pyrus pyrifolia*, Rosaceae) (ภาพที่ 3) ตั้งอยู่ที่บ้านอ่างขวาง ตำบลแม่ฮ่อง อำเภอสอง จังหวัดเชียงใหม่ พิกัดที่ 47Q0504246E, 2201451N อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 1,384 เมตร อยู่ห่างจากทางเข้าสถานีเกษตรหลวงอ่างขางประมาณ 800 เมตร อยู่ห่างจากแปลงผักอินทรีย์ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 200 เมตร พื้นที่แปลงสาละเอเซียติดกับถนนซึ่งฝั่งตรงข้ามไปยังทิศตะวันตกติดเป็นแปลงกีวีและโรงเรือน

สภาพพื้นที่แปลงสาละเอเซียมีความลาดชันตั้งแต่ 5 เปอร์เซ็นต์ มีวัชพืชเป็นสิ่งปกคลุมหน้าผิวดินและรอบโคนต้นสาละเอเซีย ทางสถานีเกษตรหลวงอ่างขางได้มีการดูแลและบำรุงดิน โดยใช้แกลบหมักและมูลวัว ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 0.5-1 กิโลกรัม ในเดือนกุมภาพันธ์ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 0.5-1 กิโลกรัม ในเดือนเมษายน และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 0.5-1 กิโลกรัมและปุ๋ยทางใบ สูตร 30-20-10 ใส่อาทิตย์ละ 1 ครั้ง ในเดือนมิถุนายนเป็นช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต

2.4 แปลงชาจีน (Chinese Tea plot, TP)

จุดเก็บตัวอย่างที่สี่ คือ แปลงชาจีน (*Camellia sinensis*, Theaceae) (ภาพที่ 3) ตั้งอยู่ที่บ้านอ่างขวาง ตำบลแม่ฮ่อง อำเภอสอง จังหวัดเชียงใหม่ พิกัดที่ 47Q0504260E, 202548N อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 1,420 เมตร อยู่ห่างจากทางเข้าสถานีเกษตรหลวงอ่างขางไปทางทิศเหนือ ประมาณ 3,600 เมตร บริเวณโดยรอบของพื้นที่แปลงชาจีนติดกับพื้นที่ป่าดิบเขา สภาพพื้นที่แปลงชาจีนมีความลาดชัน 30 เปอร์เซ็นต์ ปลูกบนชั้นบันไดดิน

ทางสถานีเกษตรหลวงอ่างขางได้มีการใช้ปุ๋ยคอก (มูลวัว) บำรุงดิน ในเดือนกุมภาพันธ์ มิถุนายน และพฤศจิกายน ส่วนปุ๋ยน้ำหมัก (พด.2) มีอัตราการใช้ คือ 1 ลิตรต่อน้ำ 200 ลิตรต่อสัปดาห์ และสารไล่แมลง (พด.7) ใช้ไล่ตระกูลเพลี้ยและไร อัตรา 1 ต่อ 200 ลิตร 4-7 วันต่อครั้ง

2.5 แปลงปลูกสตรอเบอร์รี่ (Strawberry plot, SP)

จุดเก็บตัวอย่างที่ห้า คือ แปลงสตรอเบอร์รี่ (*Fragaria* spp., Rosaceae) (ภาพที่ 3) ตั้งอยู่ที่บ้านนอแล ตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พิกัดที่ 47Q0503587E, 2203603N อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 1,500 เมตร อยู่ห่างจากทางเข้าสถานีเกษตรหลวงอ่างขางไปทางทิศตะวันออก ประมาณ 3,500 เมตร

สภาพพื้นที่แปลงสตรอเบอร์รี่มีความลาดชัน 50 เปอร์เซ็นต์ ปลูกเป็นขั้นบันไดดินและใช้ใบตองตึงคลุมบนแปลง ทางสถานีเกษตรหลวงอ่างขางมีการบำรุงดินในแปลงนี้ โดยใส่ปุ๋ยรองก้นหลุมสูตร 15-15-15 ในอัตรา 2 ส่วน และปุ๋ยสูตร 46-0-0 ในอัตรา 1 ส่วนผสมกัน ใช้ในการรองก้นหลุมก่อนลงกล้า 1 กรัมต่อ 1 หลุม การปลูกสตรอเบอร์รี่ในพื้นที่นี้เริ่มปลูกเดือนสิงหาคม และรื้อแปลงในเดือนมีนาคม ปุ๋ยที่ใช้ทางดิน คือ สูตร 0-0-60 ใช้เดือนละ 1 ครั้ง ในช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ใช้ปุ๋ยทางใบฉีดพ่นทุก ๆ 7 วัน ตลอดการปลูก ส่วนในเดือนตุลาคมมีการใช้แคลเซียมและโบรอน เสริมไม่ให้ผลสตรอเบอร์รี่ขำ มีการไถพรวนดินและการปลูกถั่วพุ่มดำ (Cowpea, *Vigna unguiculata*, Leguminosae) เพื่อปรับปรุงและบำรุงดินในช่วงระยะเวลาที่ปลูกแปลงตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน

2.6 แปลงผัก (Vegetable plot, VP)

จุดเก็บตัวอย่างที่หก คือ แปลงผัก (ภาพที่ 3) ตั้งอยู่ที่บ้านปางม้า ตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พิกัดที่ 47Q0504335E, 201120N อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 1,390 เมตร อยู่ห่างจากทางเข้าสถานีเกษตรหลวงอ่างขางไปทางทิศตะวันตก ประมาณ 900 เมตร ส่วนทางทิศเหนือของแปลงผักติดกับพื้นที่ป่าดิบเขา ทางด้านทิศใต้ของแปลงผักเป็นแปลงรวบรวมผักเมืองหนาว สภาพพื้นที่แปลงผักมีความลาดชัน 16 เปอร์เซ็นต์

สถานีเกษตรหลวงอ่างขางมีการใช้ปุ๋ยหมัก (มูลวัว เศษพืช และสารเร่งชูเปอร์ พด.1) และปุ๋ยน้ำหมัก อาทิตย์ละครั้ง สารไล่แมลง (พด.7) ใช้ 4-7 วันต่อครั้ง ผักที่ปลูกในแปลงผัก เช่น กะหล่ำปลี (*Cabbage*, *Brassica oleracea* L. var. *capitata* L., Brassicaceae) กะหล่ำดอก (Cauliflower, *Brassica oleracea* L., Brassicaceae) และผักกาดฮ่องเต้ (Pak Chai, *Brassica chinensis* var. *chinensis*, Brassicaceae) เป็นต้น



ก.



ข.



ค.



ง.



จ.



ฉ.

ภาพที่ 3 แสดงพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างแมลงในดิน

ก. แปลงป่าดิบเขา (HP)

ค. แปลงสาละโว้เอเชีย (AP)

จ. แปลงปลูกสตอเบอร์รี่ (SP)

ข. แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม (MP)

ง. แปลงชาจีน (TP)

ฉ. แปลงผัก (VP)

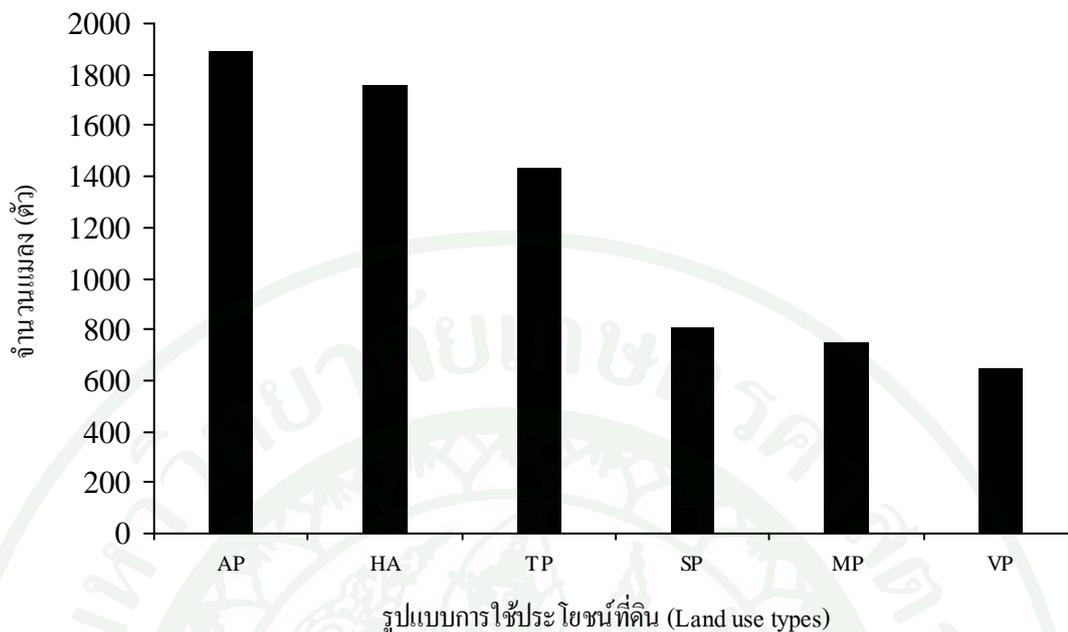
ผลและวิจารณ์

ผล

แมลงที่เก็บรวบรวมทั้งหมดในบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้งหกแห่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน คือ พื้นที่แปลงป่าดิบเขา (HA) แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม (MP) แปลงสาละเอเซีย (AP) แปลงชาจีน (TP) แปลงสตอร์เบอร์รี่ (SP) และแปลงผัก (VP) ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ได้นับจำนวนตัวทั้งหมด และจำแนกแมลงออกเป็นอันดับแมลง ปรากฏว่าผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินมีผลทำให้เกิดความแตกต่างของจำนวนประชากรและอันดับของแมลงในดิน จำนวนประชากรแมลงในดินและอันดับของแมลง มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความแตกต่างกันระหว่างฤดูกาลและความแตกต่างในการเก็บตัวอย่างในแต่ละเดือน ดังรายละเอียดนี้

1. จำนวนแมลงในดินทั้งหมดที่เก็บรวบรวม

จำนวนแมลงในดินทั้งหมดที่เก็บรวบรวมได้ในพื้นที่ศึกษา ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวนทั้งหมด 7,287 ตัว ซึ่งจำนวนของแมลงในดินเมื่อแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ที่พบจำนวนแมลงในดินสูงที่สุดถึงต่ำที่สุด เรียงตามลำดับ ดังนี้ แปลงสาละเอเซีย 1,892 ตัว (25.96 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าดิบเขา 1,761 ตัว (24.17 เปอร์เซ็นต์) แปลงชาจีน 1,433 ตัว (19.67 เปอร์เซ็นต์) แปลงสตอร์เบอร์รี่ 812 ตัว (11.14 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม 746 ตัว (10.24 เปอร์เซ็นต์) และแปลงผัก 643 ตัว (8.82 เปอร์เซ็นต์) (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 จำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

จำนวนแมลงในดินทั้งหมดจำแนกตามอันดับแมลง แบ่งออกได้เป็นแปดอันดับ (ภาพที่ 5 และภาพที่ 6) ดังนี้ อันดับ Collembola, อันดับ Orthoptera, อันดับ Blattodea, อันดับ Dermaptera, อันดับ Hemiptera, อันดับ Coleoptera, อันดับ Diptera และ อันดับ Hymenoptera จำนวนแมลงในดินในแต่ละอันดับแมลงมีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนี้



ภาพที่ 5 ตัวอย่างแมลงในดินตามอันดับแมลง

ก. อันดับ Collembola

ค. อันดับ Blattodea

จ. อันดับ Hemiptera

ข. อันดับ Orthoptera

ง. อันดับ Dermaptera

ฉ. อันดับ Coleoptera



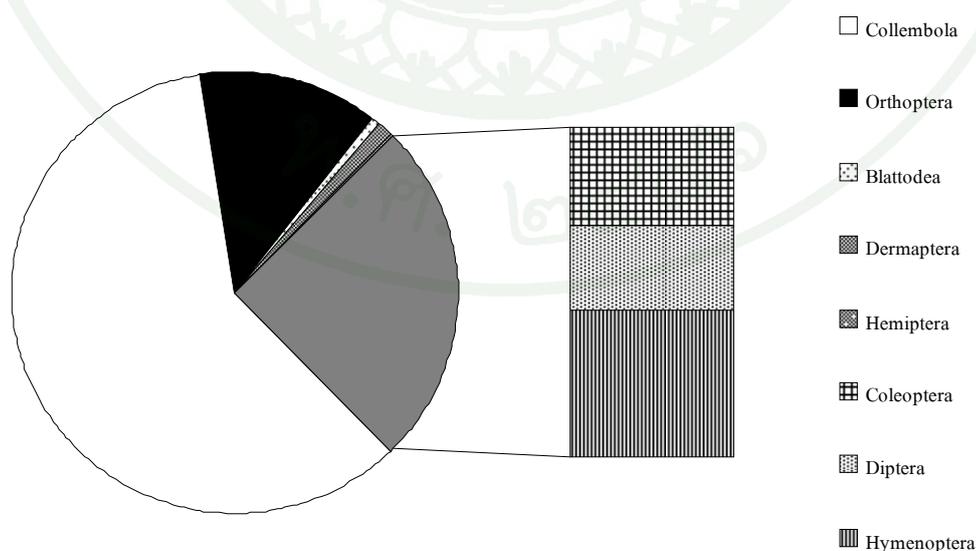
ภาพที่ 6 ตัวอย่างแมลงในดินตามอันดับแมลง

ก. อันดับ Diptera

ข. อันดับ Hymenoptera

1.1 จำนวนแมลงในดินทั้งหมดแบ่งตามอันดับแมลง

จำนวนแมลงในดินที่พบมากที่สุดถึงน้อยที่สุด คือ อันดับ Collembola 4,361 ตัว (59.85 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Orthoptera 941 ตัว (12.91 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 823 ตัว (11.29 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 556 ตัว (7.63 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 469 ตัว (6.44 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Dermaptera 80 ตัว (1.10 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hemiptera 23 ตัว (0.29 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Blattodea 36 ตัว (0.49 เปอร์เซ็นต์) (ภาพที่ 7)

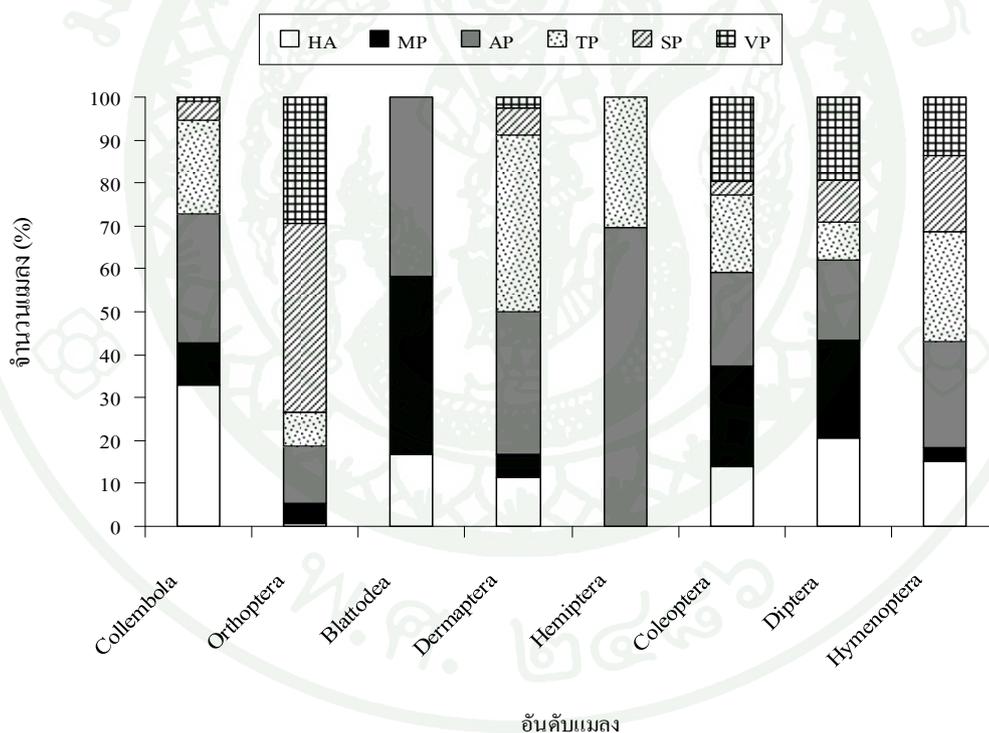


ภาพที่ 7 จำนวนแมลงในแต่ละอันดับ (เปอร์เซ็นต์)

อันดับของแมลงที่จำแนกได้ในแต่ละพื้นที่ที่มีความต่างกันของการใช้ประโยชน์ที่ดิน นั้น ปรากฏว่า แต่ละพื้นที่มีอันดับแมลงที่พบทุกอันดับ ในปริมาณต่างกัน (ภาพที่ 8) แต่บางพื้นที่ก็ไม่พบอันดับแมลงบางอันดับดังกล่าว ดังนี้

1.1.1 อันดับ Collembola

แมลงในดินอันดับ Collembola เป็นแมลงที่พบจำนวนตัวสูงที่สุด 4,361 ตัว พบมากที่สุดในแปลงป่าดิบเขา 1,442 ตัว (33.07 เปอร์เซ็นต์ ของ Collembola ทั้งหมด) แปลงสาละโว้เอเชีย 1,305 ตัว (29.92 เปอร์เซ็นต์) แปลงชาจัน 965 ตัว (22.13 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม 421 ตัว (9.65 เปอร์เซ็นต์) แปลงสตรอเบอรี่ 182 ตัว (4.17 เปอร์เซ็นต์) และแปลงผัก 46 ตัว (1.05 เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ 8 จำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละอันดับแมลง

1.1.2 อันดับ Orthoptera

แมลงในดินอันดับ Orthoptera มีทั้งหมดจำนวน 941 ตัว พบมากที่สุดใน แปลง สตรอเบอรี่ 415 ตัว (44.10 เปอร์เซ็นต์) แปลงผัก 277 ตัว (29.44 เปอร์เซ็นต์) แปลงสาละโว้เอเชีย 123

ตัว (13.07 เปอร์เซ็นต์) แผลงชาจิ้น 74 ตัว (7.86 เปอร์เซ็นต์) แผลงป่าปลุกเมเปิลหอม 45 ตัว (4.78 เปอร์เซ็นต์) และแผลงป่าดิบเขา 7 ตัว (0.74 เปอร์เซ็นต์)

1.1.3 อันดับ Blattodea

แมลงในดินอันดับ Blattodea มีทั้งหมด 36 ตัว พบมากที่สุดในแผลงสาหลีเอเซีย และแผลงป่าปลุกเมเปิลหอมแผลงละ 15 ตัว (41.67 เปอร์เซ็นต์ของ) แผลงป่าดิบเขา 6 ตัว (16.67 เปอร์เซ็นต์)

1.1.4 อันดับ Dermaptera

แมลงในอันดับ Dermaptera มีทั้งหมด 78 ตัว พบมากที่สุดใน แผลงชาจิ้น 32 ตัว (41.03 เปอร์เซ็นต์) แผลงสาหลีเอเซีย 26 ตัว (33.33 เปอร์เซ็นต์) แผลงป่าดิบเขา 9 ตัว (11.54 เปอร์เซ็นต์) แผลงสตรอบเออรี่ 5 ตัว (6.41 เปอร์เซ็นต์) แผลงป่าปลุกเมเปิลหอม 4 ตัว (5.13 เปอร์เซ็นต์) และแผลงฝัก 11 ตัว (2.56 เปอร์เซ็นต์)

1.1.5 อันดับ Hemiptera

แมลงในอันดับ Hemiptera มีทั้งหมด 23 ตัว พบมากที่สุดในแผลงสาหลีเอเซีย 19 ตัว (82.61 เปอร์เซ็นต์) แผลงชาจิ้น 3 ตัว (30.43 เปอร์เซ็นต์) และแผลงฝัก 1 ตัว (4.35 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ

1.1.6 อันดับ Coleoptera

แมลงในดินอันดับ Coleoptera พบทั้งหมด 556 ตัว พบมากที่สุดใน แผลงป่าปลุกเมเปิลหอม 130 ตัว (23.38 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา แผลงสาหลีเอเซีย 121 ตัว (21.76 เปอร์เซ็นต์) แผลงฝัก 109 ตัว (19.60 เปอร์เซ็นต์) แผลงชาจิ้น 101 ตัว (18.17 เปอร์เซ็นต์) แผลงป่าดิบเขา 78 ตัว (14.03 เปอร์เซ็นต์) และแผลงสตรอบเออรี่ 17 ตัว (3.06 เปอร์เซ็นต์)

1.1.7 อันดับ Diptera

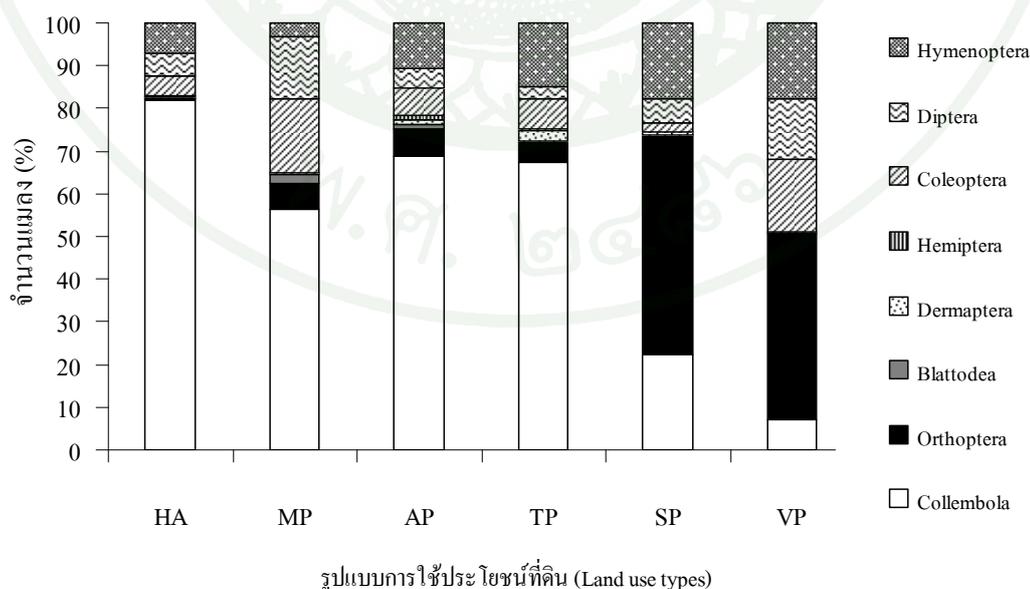
แมลงในดินอันดับ Diptera พบทั้งหมด 469 ตัว พบมากที่สุดในการแปลงป่าปลูกเมเปิลหอม 107 ตัว (22.81 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าดิบเขา 96 ตัว (20.47 เปอร์เซ็นต์) แปลงผัก 91 ตัว (19.40 เปอร์เซ็นต์) แปลงสาละโว้เอเชีย 88 ตัว (18.76 เปอร์เซ็นต์) แปลงสตรอเบอร์รี่ 46 ตัว (9.81 เปอร์เซ็นต์) และแปลงชาจีน 41 ตัว (8.74 เปอร์เซ็นต์)

1.1.8 อันดับ Hymenoptera

แมลงในดินอันดับ Hymenoptera พบทั้งหมด 823 ตัว พบมากที่สุดในการแปลงชาจีน 213 ตัว (25.88 เปอร์เซ็นต์) แปลงสาละโว้เอเชีย 203 ตัว (24.67 เปอร์เซ็นต์) แปลงสตรอเบอร์รี่ 144 ตัว (17.50 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าดิบเขา 125 ตัว (15.19 เปอร์เซ็นต์) แปลงผัก 113 ตัว (13.73 เปอร์เซ็นต์) และแปลงป่าปลูกเมเปิลหอม (MP) 25 ตัว (3.04 เปอร์เซ็นต์)

1.2 จำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ในพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน พบว่าอันดับแมลงและจำนวนแมลงในดินที่เก็บได้จากกับดักในพื้นที่ทั้งหมด มีดังนี้ (ภาพที่ 9) คือ



ภาพที่ 9 จำนวนแมลงทั้งหมดในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแบ่งตามอันดับแมลง

1.2.1 แปลงป่าดิบเขา

แมลงในอันดับ Collembola เป็นอันดับแมลงที่พบจำนวนตัวสูงที่สุด 1,442 ตัว (81.79 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 125 ตัว (7.09 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 96 ตัว (5.45 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 78 ตัว (4.42 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Dermaptera 9 ตัว (0.51 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Orthoptera 7 ตัว (0.40 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Blattodea 6 ตัว (0.34 เปอร์เซ็นต์)

1.2.2 แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม

แมลงในอันดับ Collembola เป็นอันดับแมลงที่พบจำนวนตัวสูงที่สุด 421 ตัว (56.36 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 130 ตัว (17.40 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 107 ตัว (14.32 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Orthoptera 45 ตัว (6.02 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 25 ตัว (3.35 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Blattodea 15 ตัว (2.01) และอันดับ Dermaptera 4 ตัว (0.54 เปอร์เซ็นต์)

1.2.3 แปลงสาละเือเชีย

แมลงในอันดับ Collembola เป็นอันดับแมลงที่พบจำนวนตัวสูงที่สุด 1,305 ตัว (68.68 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 203 ตัว (10.68 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Orthoptera 123 ตัว (6.47 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 121 ตัว (6.37 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Dermaptera 26 ตัว (1.37 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Hemiptera 19 ตัว (1.00 เปอร์เซ็นต์)

1.2.4 แปลงชาจีน

แมลงในอันดับ Collembola เป็นอันดับแมลงที่พบจำนวนตัวสูงที่สุด 965 ตัว (67.53 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 213 ตัว (14.91 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 101 ตัว (7.07 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Orthoptera 74 ตัว (5.18 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Dermaptera 32 ตัว (2.24 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Hemiptera 3 ตัว (0.21 เปอร์เซ็นต์)

1.2.5 แปลงสตรอเบอร์รี่

แมลงในอันดับ Orthoptera เป็นอันดับแมลงที่พบจำนวนตัวสูงที่สุด 415 ตัว (51.30 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Collembola 182 ตัว (22.50 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 144 ตัว (17.80 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 46 ตัว (5.69 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Dermaptera 5 ตัว (0.62 เปอร์เซ็นต์)

1.2.6 แปลงผัก

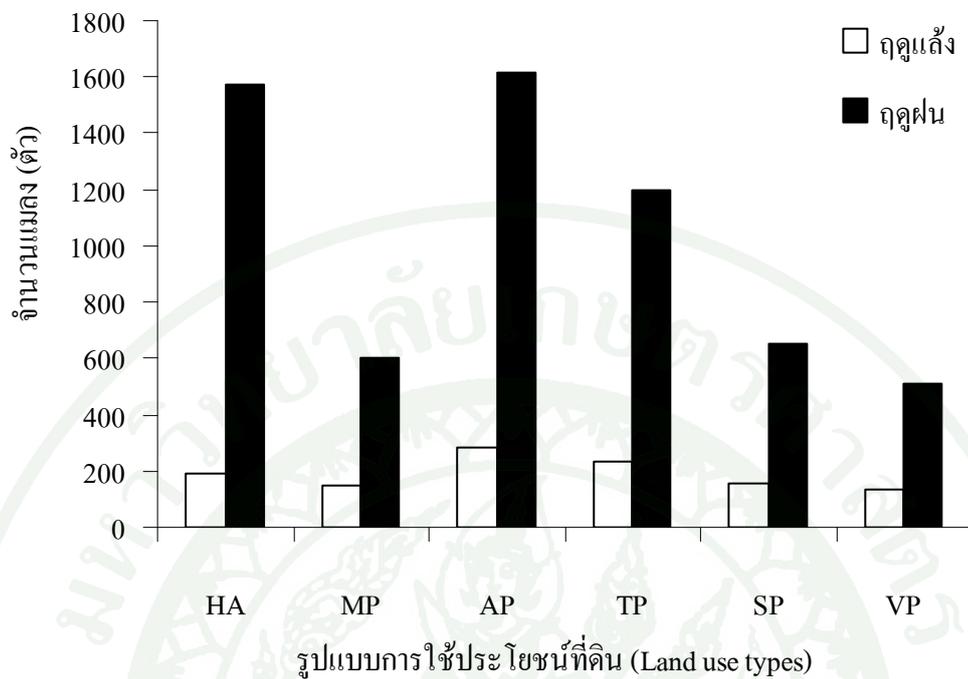
แมลงในอันดับ Orthoptera เป็นอันดับแมลงที่พบจำนวนตัวสูงที่สุด 277 ตัว (43.35 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 113 ตัว (17.68 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 109 ตัว (17.06 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 91 ตัว (14.24 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Collembola 46 ตัว (7.20 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Dermaptera 2 ตัว (0.31 เปอร์เซ็นต์)

2. จำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละฤดูกาล

การเก็บตัวอย่างแมลงในดิน ได้ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมดในสองฤดู คือ ฤดูแล้ง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2552 และฤดูฝน ระหว่างเดือนมิถุนายน 2552 ถึงรวมเป็นจำนวนสี่ครั้งทำการเก็บตัวอย่างแมลงในดิน

จำนวนแมลงในดินในฤดูแล้งที่เก็บได้จากกับดักมีจำนวนทั้งหมด 1,147 ตัว ซึ่งพบว่าแปลงสาธิตเอเซีย มีจำนวนแมลงในดินมากที่สุด คือ 281 ตัว (24.50 เปอร์เซ็นต์) แปลงชาจีน 234 ตัว (20.40 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าดิบเขา 193 ตัว (16.83 เปอร์เซ็นต์) แปลงสตรอเบอร์รี่ 159 ตัว (13.86 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าเมเปิลหอม 148 ตัว (12.90 เปอร์เซ็นต์) และแปลงผัก 132 ตัว (11.51 เปอร์เซ็นต์) (ภาพที่ 10)

จำนวนแมลงที่พบรวมทั้งหมดในฤดูฝน มีจำนวนทั้งหมด 6,140 ตัว พบว่าแปลงสาธิตเอเซีย มีจำนวนแมลงในดินมากที่สุด คือ 1,619 ตัว (26.37 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าดิบเขา 1,570 ตัว (25.57 เปอร์เซ็นต์) แปลงชาจีน 1,195 ตัว (19.46 เปอร์เซ็นต์) แปลงสตรอเบอร์รี่ 650 ตัว (10.59 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าเมเปิลหอม 599 ตัว (9.76 เปอร์เซ็นต์) และแปลงผัก 507 ตัว (8.26 เปอร์เซ็นต์) (ภาพที่ 10)

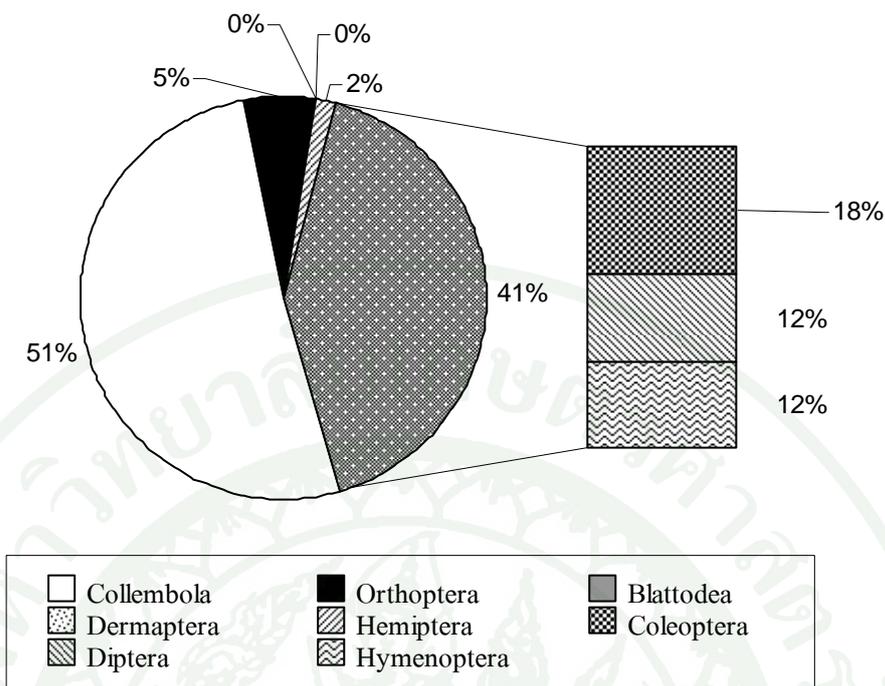


ภาพที่ 10 จำนวนแมลงทั้งหมดในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในฤดูแล้งและฤดูฝน

2.1 จำนวนแมลงในดินตามฤดูกาล

2.1.1 แมลงในดินแบ่งตามอันดับแมลง

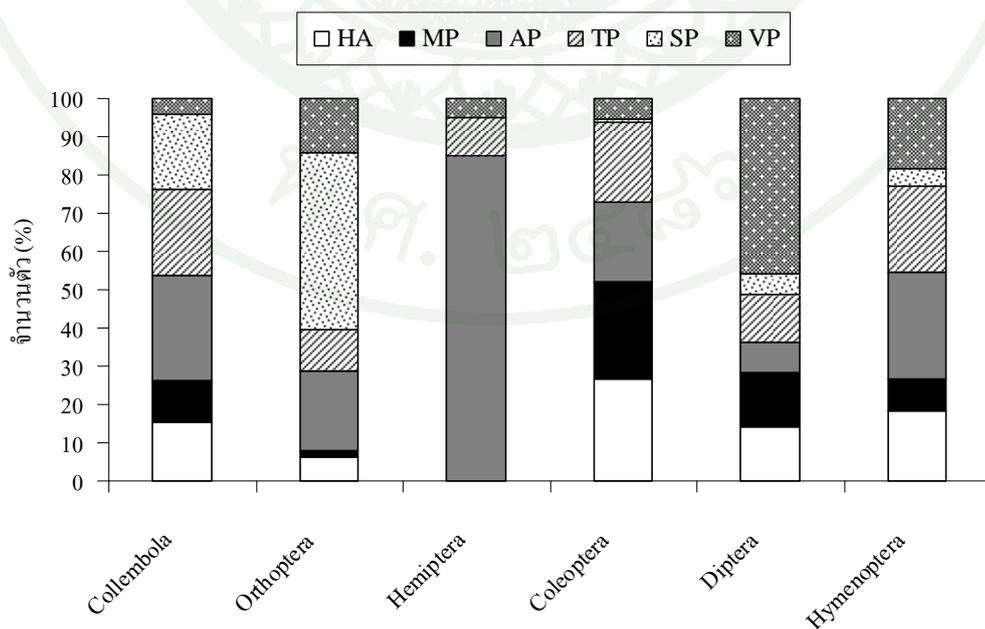
เมื่อจำแนกแมลงในดินตามอันดับของแมลงในฤดูแล้ง จำแนกได้เป็นหกอันดับ ได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ Orthoptera, อันดับ Hemiptera, อันดับ Coleoptera, อันดับ Diptera และ อันดับ Hymenoptera อันดับที่พบจำนวนมากที่สุด คือ อันดับ Collembola 590 ตัว (51.44 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 203 ตัว (17.70 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 136 ตัว (11.86 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 135 ตัว (11.77 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Orthoptera 62 ตัว (5.41 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Hemiptera 20 ตัว (1.74 เปอร์เซ็นต์) (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 จำนวนแมลงแบ่งตามอันดับแมลงในฤดูแล้ง

ก. จำนวนแมลงในดินในฤดูแล้ง

จำนวนแมลงทั้งหมดตามอันดับแมลงที่เก็บรวบรวมได้จากกับดักในฤดูแล้ง (ภาพที่ 12) ได้ผลดังนี้



ภาพที่ 12 จำนวนแมลงแบ่งตามอันดับแมลงแบ่งของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในฤดูแล้ง

1) อันดับ Collembola

แมลงในดินอันดับ Collembola พบทั้งหมดจำนวน 590 ตัว โดยพบมากที่สุดแปลงสาธิตเอเชีย 160 ตัว (27.12 เปอร์เซ็นต์) แปลงชาจิ้น 135 ตัว (22.88 เปอร์เซ็นต์) แปลงสตรอเบอร์รี่ 115 ตัว (19.49 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าดิบเขา 91 ตัว (15.42 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าปลูก 65 ตัว (11.02 เปอร์เซ็นต์) และแปลงผัก 24 ตัว (4.07 เปอร์เซ็นต์)

2) อันดับ Orthoptera

แมลงในดินอันดับ Orthoptera พบทั้งหมดจำนวน 62 ตัว โดยพบมากที่สุด คือ แปลงสตรอเบอร์รี่ 29 ตัว (46.03 เปอร์เซ็นต์) แปลงสาธิตเอเชีย 13 ตัว (20.63 เปอร์เซ็นต์) แปลงผัก 9 ตัว (14.29 เปอร์เซ็นต์) แปลงชาจิ้น 7 ตัว (11.11 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าดิบเขา 3 ตัว (6.35 เปอร์เซ็นต์) และแปลงป่าปลูกเมเปิลหอม 1 ตัว (1.59 เปอร์เซ็นต์)

3) อันดับ Hemiptera

แมลงในดินอันดับ Hemiptera พบทั้งหมดจำนวน 20 ตัว พบมากที่สุด คือ แปลงสาธิตเอเชีย 17 ตัว (85.00 เปอร์เซ็นต์) แปลงชาจิ้น 2 ตัว (10.00 เปอร์เซ็นต์) และแปลงผัก 1 ตัว (5.00 เปอร์เซ็นต์)

4) อันดับ Coleoptera

แมลงในดินอันดับ Coleoptera พบทั้งหมดจำนวน 203 ตัว พบมากที่สุด คือ แปลงป่าดิบเขา 54 ตัว (26.60 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม 52 ตัว (25.62 เปอร์เซ็นต์) แปลงสาธิตเอเชียกับแปลงชาจิ้น พบว่าจำนวนแมลงเท่ากัน จำนวน 42 ตัว (20.69 เปอร์เซ็นต์) แปลงผัก 11 ตัว (5.42 เปอร์เซ็นต์) และแปลงสตรอเบอร์รี่ 2 ตัว (0.99 เปอร์เซ็นต์)

5) อันดับ Diptera

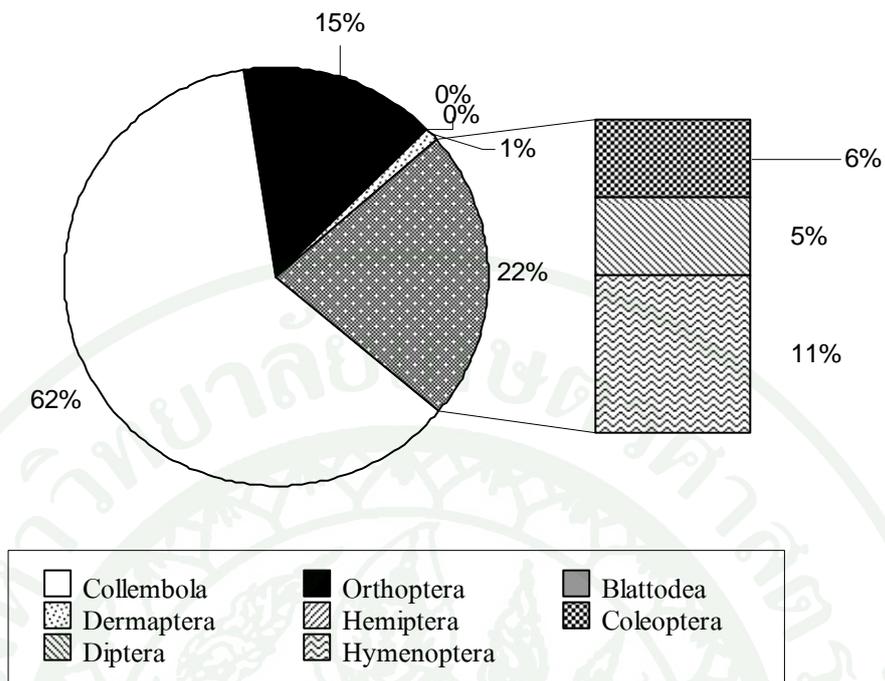
แมลงในดินอันดับ Diptera พบทั้งหมดจำนวน 135 ตัว พบมากที่สุด คือ แผลงฟัก 62 ตัว (45.93 เปอร์เซ็นต์) แผลงป่าคิบเขากับแผลงป่าปลุกเมเปิลหอม พบจำนวนเท่ากัน คือ 19 ตัว (14.07 เปอร์เซ็นต์) แผลงชาจิน 17 ตัว (12.59 เปอร์เซ็นต์) แผลงสาตีเอเซีย 11 ตัว (8.15 เปอร์เซ็นต์) และแผลงสตรอบอรี่ 7 ตัว (5.19 เปอร์เซ็นต์)

6) อันดับ Hymenoptera

แมลงในดินอันดับ Hymenoptera พบทั้งหมดจำนวน 136 ตัว พบมากที่สุด คือ แผลงสาตีเอเซีย 38 ตัว (27.94 เปอร์เซ็นต์) แผลงชาจิน 31 ตัว (22.79 เปอร์เซ็นต์) แผลงป่าคิบเขากับแผลงฟัก จำนวนเท่ากัน คือ 25 ตัว (18.38 เปอร์เซ็นต์) แผลงป่าปลุกเมเปิลหอม 11 ตัว (8.09 เปอร์เซ็นต์) และแผลงสตรอบอรี่ 6 ตัว (4.41 เปอร์เซ็นต์)

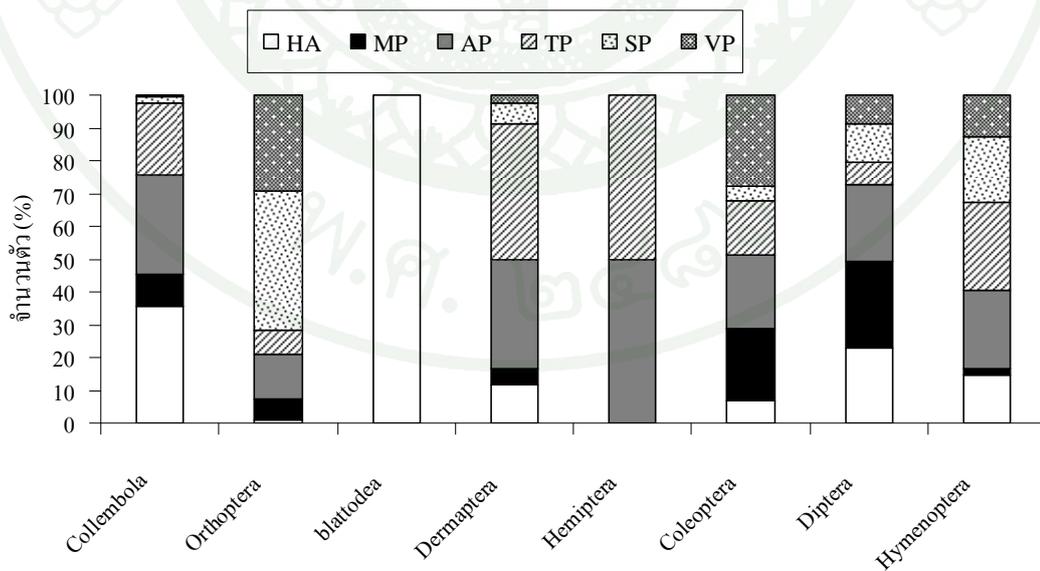
ข. จำนวนแมลงในดินในฤดูฝน

จำนวนแมลงในดินตามอันดับของแมลงในฤดูฝน จำแนกได้เป็นแปดอันดับ ได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ Orthoptera, อันดับ Blattodea, อันดับ Dermaptera, อันดับ Hemiptera, อันดับ Coleoptera, อันดับ Diptera และอันดับ Hymenoptera อันดับที่พบจำนวนมากที่สุด คือ อันดับ Collembola 3,771 ตัว (61.42 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Orthoptera 879 ตัว (14.32 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 687 ตัว (11.19 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 353 ตัว (5.75 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 334 ตัว (5.44 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Dermaptera 78 ตัว (1.27 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Blattodea 35 ตัว (0.57 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Hemiptera 3 ตัว (0.05 เปอร์เซ็นต์) (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 จำนวนแมลงแบ่งตามอันดับแมลงในฤดูฝน

จำนวนแมลงในดินทั้งหมดซึ่งจำแนกตามอันดับแมลงในฤดูฝน ในแต่ละพื้นที่ (ภาพที่ 14) ปรากฏผลดังนี้



ภาพที่ 14 จำนวนแมลงแบ่งตามอันดับแมลงแบ่งของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในฤดูฝน

1) อันดับ Collembola

แมลงในอันดับ Collembola พบทั้งหมดจำนวน 3,771 ตัว พบมากที่สุดคือ แปลงป่าดิบเขา 1,351 ตัว (35.83 เปอร์เซ็นต์) แปลงสาละเอเซีย 1,145 ตัว (30.36 เปอร์เซ็นต์) แปลงชาจีน 830 ตัว (22.01 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าปลูก 356 ตัว (9.44 เปอร์เซ็นต์) แปลงสตรอเบอรี่ 67 ตัว (1.78 เปอร์เซ็นต์) และแปลงผัก 22 ตัว (0.58 เปอร์เซ็นต์)

2) อันดับ Orthoptera

แมลงในดินอันดับ Orthoptera พบทั้งหมดจำนวน 879 ตัว พบมากที่สุดคือ แปลงสตรอเบอรี่ 386 ตัว (42.32 เปอร์เซ็นต์) แปลงผัก 268 ตัว (29.39 เปอร์เซ็นต์) แปลงสาละเอเซีย 110 ตัว (13.71 เปอร์เซ็นต์) แปลงชาจีน 67 ตัว (7.35 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม 44 ตัว (6.47 เปอร์เซ็นต์) และแปลงป่าดิบเขา 4 ตัว (0.77 เปอร์เซ็นต์)

3) อันดับ Blattodea

แมลงในดินอันดับ Blattodea พบทั้งหมดจำนวน 35 ตัว พบมากที่สุดคือ แปลงสาละเอเซียกับป่าปลูกเมเปิลหอมเท่ากัน 15 ตัว (42.86 เปอร์เซ็นต์) และแปลงป่าดิบเขา 5 ตัว (14.29 เปอร์เซ็นต์)

4) อันดับ Dermaptera

แมลงในอันดับ Dermaptera พบทั้งหมดจำนวน 78 ตัว พบมากที่สุดคือ แปลงชาจีน 32 ตัว (41.03 เปอร์เซ็นต์) แปลงสาละเอเซีย 26 ตัว (33.33 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าดิบเขา 9 ตัว (11.54 เปอร์เซ็นต์) แปลงสตรอเบอรี่ 5 ตัว (6.41 เปอร์เซ็นต์) แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม 4 ตัว (5.13 เปอร์เซ็นต์) และแปลงผัก 2 ตัว (2.56 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ

5) อันดับ Hemiptera

แมลงในอันดับ Hemiptera พบทั้งหมดจำนวน 3 ตัว คือ แผลงสาถึเอเซีย 2 ตัว (66.67 เปอร์เซ็นต์ ของ Hemiptera ทั้งหมดในฤดูฝน) และแผลงชาจีน 1 ตัว (33.33 เปอร์เซ็นต์)

6) อันดับ Coleoptera

แมลงในอันดับ Coleoptera พบทั้งหมดจำนวน 353 ตัว พบมากที่สุด คือ แผลงฝัก 98 ตัว (27.76 เปอร์เซ็นต์) แผลงสาถึเอเซีย 79 ตัว (22.38 เปอร์เซ็นต์) แผลงป่าปลุกเมเปิลหอม 78 ตัว (22.10 เปอร์เซ็นต์) แผลงชาจีน 59 ตัว (16.71 เปอร์เซ็นต์) แผลงป่าคิบเขา 24 ตัว (6.80 เปอร์เซ็นต์) และแผลงสตรอเบอรี่ 15 ตัว (4.25 เปอร์เซ็นต์)

7) อันดับ Diptera

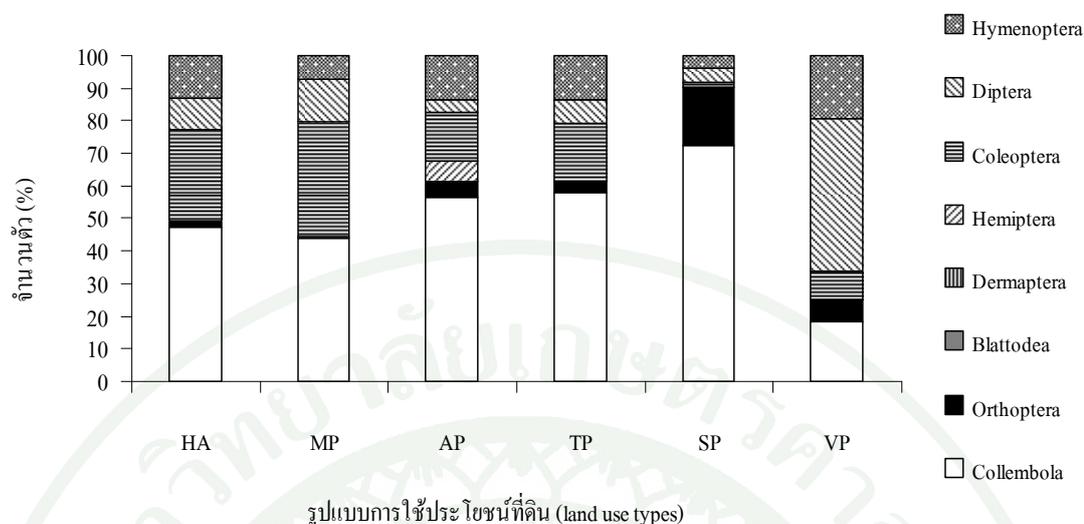
แมลงในอันดับ Diptera พบทั้งหมดจำนวน 334 ตัว พบมากที่สุด คือ แผลงป่าปลุกเมเปิลหอม 88 ตัว (26.35 เปอร์เซ็นต์) แผลงสาถึเอเซียกับแผลงป่าคิบเขา พบจำนวนเท่ากัน คือ 77 ตัว (23.05 เปอร์เซ็นต์) แผลงสตรอเบอรี่ 39 ตัว (11.68 เปอร์เซ็นต์) แผลงฝัก 29 ตัว (8.68 เปอร์เซ็นต์) และแผลงชาจีน 24 ตัว (7.19 เปอร์เซ็นต์)

8) อันดับ Hymenoptera

แมลงในอันดับ Hymenoptera พบทั้งหมดจำนวน 687 ตัว พบมากที่สุด คือ แผลงชาจีน 182 ตัว (26.49 เปอร์เซ็นต์) แผลงสาถึเอเซีย 165 ตัว (24.02 เปอร์เซ็นต์) แผลงสตรอเบอรี่ 138 ตัว (20.09 เปอร์เซ็นต์) แผลงป่าคิบเขา 100 ตัว (14.56 เปอร์เซ็นต์) แผลงฝัก 88 ตัว (12.81 เปอร์เซ็นต์) และแผลงป่าปลุกเมเปิลหอม 14 ตัว (2.04 เปอร์เซ็นต์)

2.1.2 แมลงในดินในพื้นที่ต่างกันในฤดูแล้งและฤดูฝน

ก. จำนวนแมลงในดินในฤดูแล้ง จากการเก็บแมลงในดินจากกับดักในฤดูแล้ง ในพื้นที่หกแห่งพบแมลงในดินแตกต่างกัน (ภาพที่ 15) ดังนี้ คือ



ภาพที่ 15 จำนวนแมลงในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแบ่งตามอันดับแมลงในฤดูแล้ง

1) แปลงป่าดิบเขา

แปลงป่าดิบเขา พบแมลงในอันดับ Collembola สูงที่สุด พบจำนวน 91 ตัว (47.40 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 54 ตัว (28.13 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 25 ตัว (13.02 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 19 ตัว (9.90 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Orthoptera 3 ตัว (1.56 เปอร์เซ็นต์)

2) แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม

แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม พบแมลงในอันดับ Collembola สูงที่สุด พบจำนวน 65 ตัว (43.92 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 52 ตัว (35.14 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 19 ตัว (12.84 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Hymenoptera 11 ตัว (7.43 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Orthoptera 1 ตัว (0.68 เปอร์เซ็นต์)

3) แปลงสาละเือเซีย

แปลงสาละเือเซีย พบแมลงในอันดับ Collembola สูงที่สุด พบจำนวน 160 ตัว (56.74 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 42 ตัว (14.89 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 38

ตัว (13.48 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hemiptera 17 ตัว (6.03 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Orthoptera 13 ตัว (4.61 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 11 ตัว (3.90 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Blattodea 1 ตัว (0.35 เปอร์เซ็นต์)

4) แปลงชาจิ้น

แปลงชาจิ้น พบแมลงในอันดับ Collembola สูงที่สุด พบจำนวน 135 ตัว (57.69 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 42 ตัว (17.95 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 31 ตัว (13.25 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 17 ตัว (7.26 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Orthoptera 7 ตัว (2.99 เปอร์เซ็นต์)

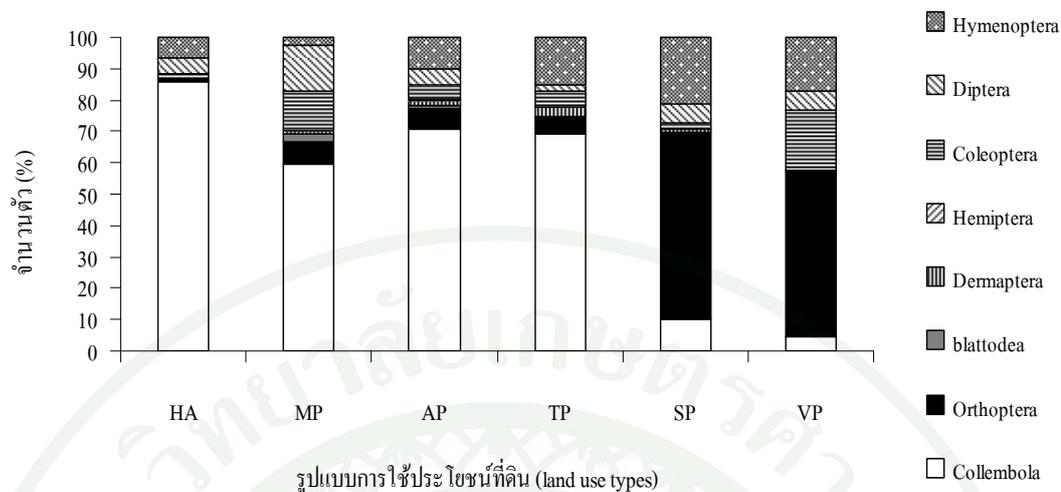
5) แปลงสตรอบเออรี่

แปลงสตรอบเออรี่ พบแมลงในอันดับ Collembola สูงที่สุด พบจำนวน 115 ตัว (72.33 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Orthoptera 29 ตัว (18.24 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 7 ตัว (4.40 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 6 ตัว (3.77 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Coleoptera 2 ตัว (1.26 เปอร์เซ็นต์)

6) แปลงผัก

แปลงผัก พบแมลงในอันดับ Diptera สูงที่สุด พบจำนวน 62 ตัว (46.97 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 25 ตัว (18.94 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Collembola 24 ตัว (18.18 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 11 ตัว (8.33 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Orthoptera 9 ตัว (6.82 เปอร์เซ็นต์)

ข. จำนวนแมลงในดินในฤดูฝน จากการเก็บแมลงในดินจากกับดักในฤดูฝนในพื้นที่หกแห่งพบแมลงในดินแตกต่างกัน (ภาพที่ 16) ดังนี้ คือ



ภาพที่ 16 จำนวนแมลงในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแบ่งตามอันดับแมลงในฤดูฝน

1) แปลงป่าดิบเขา

แปลงป่าดิบเขา พบแมลงในอันดับ Collembola สูงที่สุด พบจำนวน 1,351 ตัว (86.05 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 100 ตัว (6.37 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 77 ตัว (4.90 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 24 ตัว (1.53 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Dermaptera 9 ตัว (0.57 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Blattodea 5 ตัว (0.32 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Orthoptera 4 ตัว (0.25 เปอร์เซ็นต์)

2) แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม

แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม พบแมลงในอันดับ Collembola สูงที่สุด พบจำนวน 356 ตัว (59.43 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 88 ตัว (14.69 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 78 ตัว (13.02 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Orthoptera 44 ตัว (7.35 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Blattodea 15 ตัว (2.50 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 14 ตัว (2.34 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Dermaptera 4 ตัว (0.67 เปอร์เซ็นต์)

3) แปลงสาгіเอเซีย

แปลงสาгіเอเซีย พบแมลงในอันดับ Collembola สูงที่สุด พบจำนวน 1,145 ตัว (70.72 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 165 ตัว (10.19 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Orthoptera

125 ตัว (7.72 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 79 ตัว (4.88 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 77 ตัว (4.76 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Dermaptera 26 ตัว (1.61 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Blattodea 15 ตัว (0.93 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Hemiptera 2 ตัว (0.12 เปอร์เซ็นต์)

4) แปลงชาจิ้น

แปลงชาจิ้น พบแมลงในอันดับ Collembola สูงที่สุด พบจำนวน 830 ตัว (69.40 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 182 ตัว (15.22 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Orthoptera 67ตัว (5.60 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 59 ตัว (4.93 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Dermaptera 32 ตัว (2.68 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 24 ตัว (2.01 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Hemiptera 1 ตัว (0.08 เปอร์เซ็นต์)

5) แปลงสตรอบเออริ

แปลงสตรอบเออริ พบแมลงในอันดับ Orthoptera สูงที่สุด พบจำนวน 386 ตัว (59.38 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 138 ตัว (21.23 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Collembola 67 ตัว (10.31 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 39 ตัว (6.00 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 15 ตัว (2.31 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Dermaptera 5 ตัว (0.77 เปอร์เซ็นต์)

6) แปลงผัก

แปลงผัก พบแมลงในอันดับ Orthoptera สูงที่สุด พบจำนวน 268 ตัว (52.86 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera 98 ตัว (19.33 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera 88 ตัว (17.36 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera 29 ตัว (5.72 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Collembola 22 ตัว (4.34 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Dermaptera 2 ตัว (0.39 เปอร์เซ็นต์)

3. จำนวนแมลงในดินที่เก็บในเดือนต่างๆ

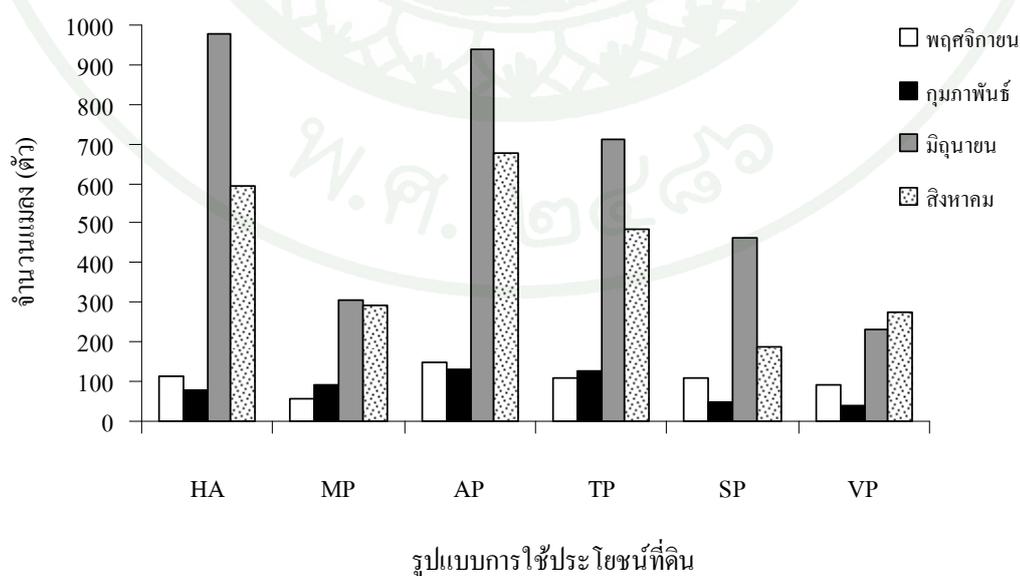
3.1 จำนวนแมลงรวมแต่ละเดือน จำนวนแมลงในดินที่พบในแต่ละเดือนแบ่งเป็นสี่ครั้ง ได้แก่ เดือนพฤศจิกายน 629 ตัว (8.63 เปอร์เซ็นต์) กุมภาพันธ์ 519 ตัว (7.12 เปอร์เซ็นต์) มิถุนายน 3,630 ตัว (49.81 เปอร์เซ็นต์) และสิงหาคม 2,509 ตัว (34.43 เปอร์เซ็นต์) (ภาพที่ 17)



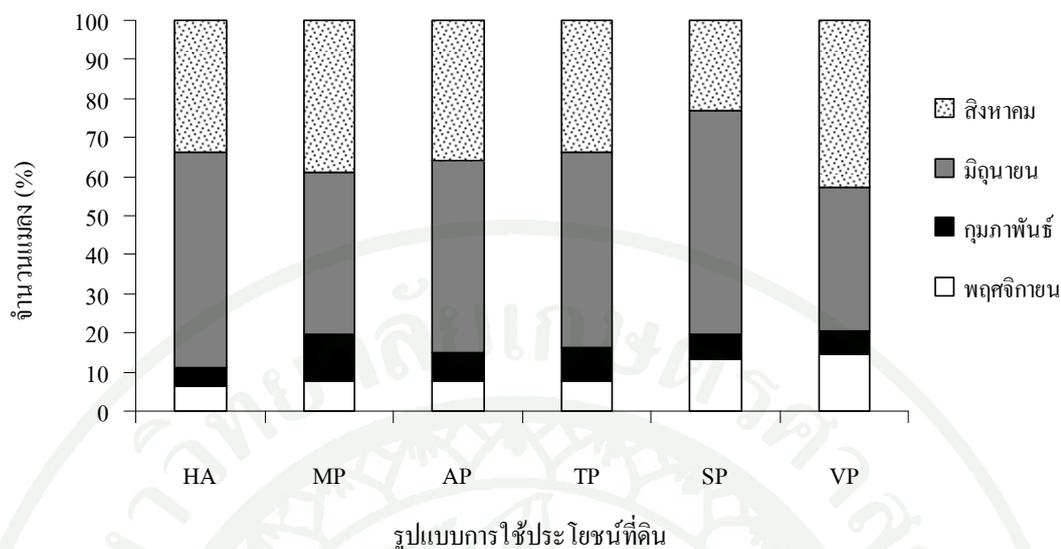
ภาพที่ 17 จำนวนเมลงทั้งหมดในการเก็บตัวอย่างแต่ละเดือน

3.1.1 จำนวนเมลงในดินจากพื้นที่ต่างๆ

จากพื้นที่ต่างๆ (ภาพที่ 18 และภาพที่ 19) นั้นพบว่าส่วนใหญ่จะพบเมลงในดินในเดือนมิถุนายนเป็นปริมาณมากที่สุด โดยมีข้อสรุปเมลงในดิน จากพื้นที่ต่างๆกัน ดังนี้ คือ



ภาพที่ 18 จำนวนเมลงทั้งหมดของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละเดือน



ภาพที่ 19 จำนวนเมล่งทั้งหมดของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละเดือน

1) แปลงป่าดิบเขา

ผลการศึกษาในแปลงป่าดิบเขา พบว่า พบเมล่งในดินสูงสุดใน เดือน มิถุนายน จำนวน 976 ตัว (55.36 เปอร์เซ็นต์) เดือนสิงหาคม 594 ตัว (33.69 เปอร์เซ็นต์) เดือนพฤศจิกายน 115 ตัว (6.52 เปอร์เซ็นต์) และพบเมล่งในดิน ปริมาณต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 78 ตัว (4.42 เปอร์เซ็นต์)

2) แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม

ในแปลงป่าปลูกเมเปิลหอม พบเมล่งในดินสูงสุดใน เดือนมิถุนายนเช่นกัน พบจำนวน 307 ตัว (41.10 เปอร์เซ็นต์) เดือนสิงหาคม 292 ตัว (39.09 เปอร์เซ็นต์) เดือนกุมภาพันธ์ 91 ตัว (12.18 เปอร์เซ็นต์) และเดือนพฤศจิกายน 57 ตัว (7.63 เปอร์เซ็นต์)

3) แปลงสาละเือเซีย

สำหรับแปลงสาละเือเซีย พบจำนวนเมล่งในดินมากที่สุดในเดือนมิถุนายน พบจำนวน 941 ตัว (49.53 เปอร์เซ็นต์) เดือนสิงหาคม 678 ตัว (35.68 เปอร์เซ็นต์) เดือนพฤศจิกายน 149 ตัว (7.84 เปอร์เซ็นต์) และเดือนกุมภาพันธ์ 132 ตัว (6.95 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ

4) แปลงชาจิ้น

ในแปลงชาจิ้นพบแมลงในดินมากสุดในเดือนมิถุนายน พบจำนวน 710 ตัว (49.69 เปอร์เซ็นต์) เดือนสิงหาคม 485 ตัว (33.94 เปอร์เซ็นต์) เดือนกุมภาพันธ์ 127 ตัว (8.89 เปอร์เซ็นต์) และเดือนพฤศจิกายน 107 ตัว (7.49 เปอร์เซ็นต์)

5) แปลงสตรอเบอร์รี่

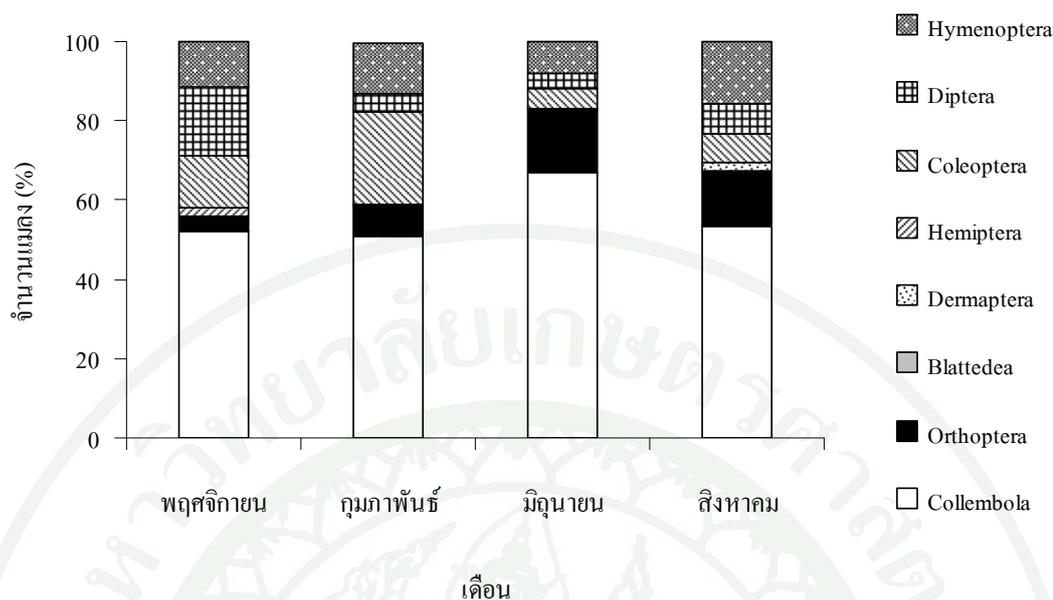
ในแปลงสตรอเบอร์รี่ พบแมลงในดินมากสุดในเดือนมิถุนายน พบจำนวน 467 ตัว (57.51 เปอร์เซ็นต์) เดือนสิงหาคม 186 ตัว (22.91 เปอร์เซ็นต์) เดือนพฤศจิกายน 109 ตัว (13.42 เปอร์เซ็นต์) และเดือนกุมภาพันธ์ 50 ตัว (6.16 เปอร์เซ็นต์)

6) แปลงผัก

ในแปลงผักแตกต่างกับแปลงอื่น คือพบแมลงในดินมากสุดในเดือนสิงหาคม พบจำนวน 274 ตัว (42.88 เปอร์เซ็นต์) เดือนมิถุนายน 233 ตัว (36.46 เปอร์เซ็นต์) เดือนพฤศจิกายน 92 ตัว (14.40 เปอร์เซ็นต์) และเดือนกุมภาพันธ์ 40 ตัว (6.26 เปอร์เซ็นต์)

3.1.2 อันดับแมลงในดินที่พบในแต่ละเดือน

ในอันดับต่างๆ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนสิงหาคม 2552 (ภาพที่ 20) อันดับแมลงในพื้นที่ที่ศึกษาทั้งหมดระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนสิงหาคม 2552 ปรากฏว่าพบแมลงในอันดับ Collembola สูงสุดในทุกครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่าง มีรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 20 อันดับแมลงในการเก็บตัวอย่างแต่ละเดือน

1) เดือนพฤศจิกายน

แมลงในดินที่พบในเดือนพฤศจิกายน จำแนกได้เป็นเจ็ดอันดับ ได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ Orthoptera, อันดับ Hemiptera, อันดับ Coleoptera, อันดับ Diptera และอันดับ Hymenoptera อันดับที่พบจำนวนมากที่สุด คือ อันดับ Collembola พบจำนวน 328 ตัว (52.15 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา อันดับ Diptera พบจำนวน 109 ตัว (17.33 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera พบจำนวน 83 ตัว (13.20 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera พบจำนวน 136 ตัว (11.87 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Orthoptera พบจำนวน 63 ตัว (5.50 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Hemiptera พบจำนวน 14 ตัว (2.23 เปอร์เซ็นต์)

2) เดือนกุมภาพันธ์

แมลงในดินที่พบในเดือนกุมภาพันธ์ จำแนกได้เป็นเจ็ดอันดับ ได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ Orthoptera, อันดับ Hemiptera, อันดับ Coleoptera, อันดับ Diptera และอันดับ Hymenoptera อันดับที่พบจำนวนมากที่สุด คือ อันดับ Collembola พบจำนวน 262 ตัว (50.58 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera พบจำนวน 120 ตัว (23.17 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera พบ 64

ตัว (12.36 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Orthoptera พบจำนวน 40 ตัว (7.72 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera พบจำนวน 26 ตัว (5.02 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Hemiptera พบจำนวน 6 ตัว (1.16 เปอร์เซ็นต์)

3) เดือนมิถุนายน

พบแมลงในดินที่พบ จำแนกได้เป็นเจ็ดอันดับ ได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ Orthoptera, อันดับ Hemiptera, อันดับ Coleoptera, อันดับ Diptera และอันดับ Hymenoptera อันดับที่พบจำนวนมากที่สุด คือ อันดับ Collembola พบจำนวน 2,432 ตัว (66.98 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Orthoptera พบจำนวน 552 ตัว (15.20 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera พบจำนวน 297 ตัว (8.18 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera พบจำนวน 180 ตัว (4.96 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera พบจำนวน 136 ตัว (3.75 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Dermaptera พบจำนวน 22 ตัว (0.61 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Hemiptera พบจำนวน 1 ตัว (0.03 เปอร์เซ็นต์)

4) เดือนสิงหาคม

พบแมลงในดิน แปดอันดับ ได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ Orthoptera, อันดับ Blattodea, อันดับ Hemiptera, อันดับ Coleoptera, อันดับ Diptera และอันดับ Hymenoptera อันดับที่พบจำนวนมากที่สุด คือ อันดับ Collembola 1,339 ตัว (53.37 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Hymenoptera พบจำนวน 390 ตัว (15.54 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Orthoptera พบจำนวน 327 ตัว (13.03 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Diptera พบจำนวน 198 ตัว (7.89 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Coleoptera พบจำนวน 173 ตัว (6.90 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Dermaptera พบจำนวน 56 ตัว (2.23 เปอร์เซ็นต์) อันดับ Blattodea พบจำนวน 24 ตัว (0.96 เปอร์เซ็นต์) และอันดับ Hemiptera พบจำนวน 2 ตัว (0.08 เปอร์เซ็นต์)

2. การเปรียบเทียบความแตกต่างของแมลงในดิน

การเปรียบเทียบความแตกต่างของแมลงในดินระหว่างพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งการวิเคราะห์ความแตกต่างของแมลงในดิน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ทดสอบความมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดและอันดับแมลง (ตารางที่ 1 และตารางที่ 2)

2.1 ความแตกต่างของจำนวนแมลงในดินทั้งหมด

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดมีความแตกต่างกันในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินกับจำนวนแมลงในดินทั้งหมด จำนวนแมลงในดินทั้งหมดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างฤดูกาล จำนวนตัวแมลงทั้งหมดในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างฤดูกาล จำนวนแมลงในดินในแต่ละเดือน และจำนวนแมลงในดินในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยตัวอย่างในแต่ละเดือน ทั้งหมดนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

2.2 ความแตกต่างของอันดับแมลงในดินทั้งหมด

2.2.1 ความแตกต่างของอันดับแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน อันดับแมลงในดินในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ Orthoptera, อันดับ Blattodea, อันดับ Hemiptera, อันดับ Coleoptera และอันดับ Hymenoptera ซึ่งอันดับที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ อันดับ Dermaptera ($P = 0.039$) และอันดับ Diptera ($P = 0.123$)

2.2.2 ความแตกต่างของอันดับแมลงในดินทั้งหมดกับฤดูกาล

จำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละอันดับแมลง เปรียบเทียบกับฤดูกาล พบว่าอันดับที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ Orthoptera, อันดับ Blattodea, อันดับ Dermaptera, อันดับ Coleoptera, อันดับ Diptera และอันดับ Hymenoptera ส่วนอันดับที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ อันดับ Hemiptera ($P = 0.011$)

2.2.3 ความแตกต่างของอันดับแมลงในดินทั้งหมดระหว่างรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ติดกับฤดูกาล

จำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละอันดับแมลง เปรียบเทียบกันระหว่างรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ติดกับฤดูกาล พบว่า อันดับที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ Orthoptera, อันดับ Blattodea, อันดับ Hemiptera, อันดับ Coleoptera, อันดับ Diptera และอันดับ Hymenoptera ส่วนอันดับที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ อันดับ Dermaptera ($P = 0.039$)

2.2.3 ความแตกต่างของอันดับแมลงในดินทั้งหมดแต่ละเดือนที่เก็บ

จำนวนแมลงในดินทั้งหมดแต่ละอันดับแมลงในดินทั้งหมด เปรียบเทียบกันในแต่ละเดือนที่เก็บ พบว่า อันดับที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ Orthoptera, อันดับ Blattodea, อันดับ Dermaptera, อันดับ Hymenoptera, อันดับ Coleoptera, และอันดับ Diptera ส่วนอันดับที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ อันดับ Hemiptera ($P = 0.016$)

2.2.3 ความแตกต่างของอันดับแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละเดือนกับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละอันดับแมลง ในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง เปรียบเทียบกับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า อันดับที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ Orthoptera, อันดับ Blattodea, อันดับ Dermaptera, อันดับ Hemiptera, อันดับ Diptera และอันดับ Hymenoptera ส่วนอันดับที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ อันดับ Coleoptera ($P = 0.012$)

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมด

| ปัจจัย | df | F-ratio |
|---|----|-----------|
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน | 5 | 8.893** |
| ฤดูกาล | 1 | 333.029** |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินกับ ฤดูกาล | 5 | 16.708** |
| แต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง | 3 | 154.373** |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินกับ การเก็บตัวอย่างใน แต่ละเดือน | 15 | 8.952** |

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละอันดับแมลง

| ปัจจัย | df | F-ratio | | | | | | | |
|--------------------------------|----|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|----------|-------------|
| | | Collembola | Orthoptera | Blattodea | Dermaptera | Hemiptera | Coleoptera | Diptera | Hymenoptera |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน | 5 | 36.164** | 12.322** | 4.148** | 2.394 | 7.668** | 4.975** | 1.757 | 7.615** |
| ฤดูกาล | 1 | 173.621** | 55.249** | 14.801** | 14.946** | 6.529 | 11.008** | 15.153** | 82.177** |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับ | 5 | 29.678** | 9.748** | 4.199** | 2.394 | 4.848** | 4.240** | 3.693** | 4.988** |
| ฤดูกาล | | | | | | | | | |
| แต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง | 3 | 106.095** | 40.042** | 7.146** | 7.528** | 3.541 | 4.119** | 8.190** | 41.382** |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับ | 15 | 18.722** | 19.341** | 3.856** | 2.701** | 4.251** | 2.069 | 2.301** | 9.243** |
| แต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง | | | | | | | | | |

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 เปอร์เซ็นต์

วิจารณ์

ผลกระทบและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแมลงในดิน

ผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อแมลงในดิน บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ การใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบที่แตกต่างกัน ได้แก่ พื้นที่แปลงปลูกสาลีเอเชีย แปลงป่าดิบเขา แปลงป่าปลูกเมเปิลหอม แปลงชาจีน แปลงปลูกสตอเบอรี่ และแปลงผัก ทำให้ตัวอย่างของจำนวนประชากรแมลงทั้งหมดมีความแตกต่างกัน ซึ่งในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีความแตกต่างกัน เนื่องจากปัจจัยดังนี้

1. ลักษณะพืชพรรณ

พืชพรรณธรรมชาติที่ปกคลุมผิวดินเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย เป็นแหล่งหลบภัยและแหล่งอาหารของแมลงในดิน (Bland and Grandcolas, 2003) ในแต่ละพื้นที่จำนวนของแมลงในดินมีความแตกต่างกัน พื้นที่ที่มีจำนวนแมลงในดินทั้งหมดมากที่สุด คือ แปลงสาลีเอเชีย หากพิจารณาจากอันดับของแมลงในดินของแปลงนี้ อันดับ Orthoptera เป็นอันดับที่มีจำนวนแมลงมากที่สุดในแปลงนี้ ซึ่งในอันดับ Orthoptera ในแปลงสาลีเอเชียที่พบมากที่สุดจะเป็นแมลงในกลุ่มของจิ้งหรีด (Crickets; Gryllidae) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงสตอเบอรี่และแปลงผักกลุ่มของจิ้งหรีดจะพบจำนวนมากกว่าในแปลงสาลีเอเชีย เนื่องจากแปลงสตอเบอรี่และแปลงผักมีช่วงระยะเวลาในการพักแปลงในเดือนมิถุนายนและสิงหาคม ซึ่งแปลงสตอเบอรี่และแปลงผักมีการปลูกถั่วพุ่มดำในช่วงนี้ ทำให้มีการกระจายตัวของจิ้งหรีดมีมาก ซึ่งจิ้งหรีดเป็นแมลงศัตรูพืชจะกินทั้งใบพืชและรากอ่อนของพืช แต่แมลงในกลุ่มนี้ก็จัดเป็นแมลงที่มีประโยชน์ ช่วยย่อยสลายพืชผักที่เน่าเปื่อยและช่วยกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อการเพาะปลูกพืช ซึ่งจิ้งหรีดจะกินแมลงที่อยู่ในระยะตัวหนอน (Peak *et al*, 1992; Saeed *et al.*, 2000; Ingrisch and Rentz, 2009; Biagio *et al*, 2009) ดังนั้นพื้นที่ที่มีการปลูกพืชผัก และรวมถึงพืชพรรณธรรมชาติที่ปกคลุมหน้าผิวดิน จะทำให้พบแมลงในกลุ่ม Orthoptera มากกว่าพื้นที่อื่น

พืชพรรณธรรมชาติเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการกระจายตัวของแมลงในดิน จากการรบกวนของใบไม้และกิ่งไม้ ทำให้เกิดการทับถมบนพื้นดิน ส่งผลให้แมลงในดินมีการย่อยสลายเกิดขึ้นทำให้เกิดการเน่าเปื่อยพุงทับถมสู่ดิน ซึ่งช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณของซากพืชที่

ทับถมกันบนพื้นดินเกิดเป็นชั้นบนพื้นดิน (litter layer) ที่มีชั้นหนาและมีปริมาณที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความหลากหลายชนิด (species richness) ของแมลงในดินในอันดับ Diptera (Soil dwelling Diptera) มีเพิ่มมากขึ้น (Hagvar, 1982; Paoletti and Bressan, 1996) การพบแมลงในอันดับ Diptera ขึ้นอยู่กับปริมาณของการย่อยสลายของวัตถุ เศษซากพืช กิ่งไม้และใบไม้ (plant material) โดยเฉพาะป่าธรรมชาติที่มีชั้นเรือนยอดปกคลุมอย่างหนาแน่น (Bengtsson *et al.*, 2000; Haneda, 2004) ความหลากหลายของต้นไม้และพืชพรรณในพื้นที่ป่าส่งผลให้แมลงในดินในอันดับ Diptera มีความหลากหลายในพื้นที่ป่าธรรมชาติมากกว่าป่าปลูก (Woodcock *et al.*, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบแมลงในอันดับ Diptera มากที่สุดในแปลงป่าดิบเขา รองลงมาคือ ป่าปลูกเมเปิลหอม นอกจากนี้แมลงในอันดับนี้มีความสำคัญมากในกระบวนการทางชีววิทยาในดิน ทำให้การย่อยสลายพืชและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในดิน ซึ่งในแปลงป่าดิบเขา และแปลงป่าปลูกเมเปิลหอม แมลงในอันดับ Diptera วงศ์ Drosophilidae และ Sciaridae เป็นกลุ่มแมลงที่พบมากที่สุดใ้ในอันดับนี้ ซึ่ง Drosophilidae หรือ กลุ่มของแมลงหวี่ (Pomace flies) โดยทั่วไปกินอาหารพวกพืชที่เน่าเปื่อยและวัตถุที่ผุพัง (phytosaprophagous) (Frouz, 1999; Nielsen and Nielsen, 2004) และ Sciarid หรือ กลุ่มของแมลงหวี่ปีกดำ โดยส่วนใหญ่ทั่วไปจะกินอาหารพวกวัตถุและเศษซากพืชที่ย่อยสลายแล้วไม้ที่ผุพัง เช่นเดียวกัน (Nielsen and Nielsen, 2004, 2007) แมลงในอันดับนี้จึงจัดได้เป็นผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศ

2. การเกษตรกรรม

การเกษตรกรรมเป็นการจัดการพื้นที่เกษตรกรรม โดยมีวิธีจัดการระบบการเพาะปลูก การกำหนดขอบเขต การคัดเลือกพืช การบำรุงและดูแลพืชและดินที่ใช้ในการเพาะปลูก มีการใช้วิธีทางธรรมชาติพึ่งพาธรรมชาติ การเกษตรกรรมในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของแมลงในดิน ดังนี้

2.1 การปลูกพืชหมุนเวียน

สถานีเกษตรหลวงอ่างขางได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรที่ปลูกสตอเบอรี่ ได้ทำการปลูกพืชปุ๋ยสดเพื่อเป็นการบำรุงดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) ในช่วงที่มีการพักแปลง ในเดือนเมษายนถึงมิถุนายน ซึ่งการปลูกพืชปุ๋ยสดนั้นพืชที่ปลูก คือ ถั่วพุ่มดำ (cowpea) (*Vigna unguiculata*, Leguminosae) เป็นการช่วยรักษาและเพิ่มปริมาณการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุให้เร็วขึ้น ช่วยลด

ปัญหาเรื่องวัชพืช แมลงและโรคต่างๆ ได้ (ณรงค์ชัย, 2543) การปลูกถั่วพุ่มดำ ทำให้พบแมลงในอันดับ Orthoptera กลุ่มของจิ้งหรีด (Gryllidae) เป็นจำนวนมากเช่นเดียวกับแปลงผักในช่วงระยะที่ผักแปลง มีการปลูกถั่วพุ่มดำเช่นกัน

2.2 การใช้วัสดุคลุมแปลง

ในแปลงสตรอเบอรี่มีการปลูกบนชั้นบนไคดินในพื้นที่ป่าเปิดใหม่ การใช้วัสดุคลุมแปลงเป็นวิธีการในการดูแลผลผลิตให้มีคุณภาพ ป้องกันไม่ให้ผลสตรอเบอรี่เน่าเสีย จากการสัมผัสกับดินและช่วยให้ผลสด สะอาด รวมถึงเป็นการควบคุมและรักษาความชื้นให้แก่ดิน ช่วยควบคุมวัชพืชในแปลงปลูก และป้องกันการชะล้างของหน้าดิน (ชูพงษ์, 2531; ณรงค์ชัย, 2543; ประสาทพรและคณะ, 2544) ทางสถานีเกษตรหลวงอ่างขางส่งเสริมให้เกษตรกรได้มีการใช้วัสดุคลุมแปลงโดยการใส่ใบตองตึง เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพ และเป็นการช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ซึ่งใบตองตึงนั้นสามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ นอกจากนี้แล้ว แปลงสตรอเบอรี่นั้นเกษตรกรได้มีการปลูกบนชั้นบนไคดิน โดยมีการปลูกหญ้าแฝกตามชั้นบนไค เพื่อลดการชะล้างพังทลายของดิน ทำให้ลดการพัดพาแมลงที่อาศัยอยู่ในดินได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้เกษตรกรได้ใช้หญ้าแฝกที่ปลูกบนชั้นบนไคดินนำมาเป็นวัสดุคลุมแปลงบนสตรอเบอรี่ร่วมกับใบตองตึง จึงเป็นการช่วยรักษาความชื้นในดิน และยังเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด ลดการทำลายสิ่งแวดล้อม (Detsis *et al.*, 2009; Watanasit *et al.*, 2000; Haneda, 2004) จากการใช้วัสดุคลุมแปลง จึงส่งผลให้ในแปลงสตรอเบอรี่พบจำนวนแมลงในอันดับ Collembola หรือ กลุ่มของแมลงหางคืด (Springtails) มากกว่าแปลงผักที่ใช้วัสดุคลุมดินเป็นพลาสติกสีขาวขุ่น แมลงหางคืดมีบทบาทที่สำคัญต่อระบบนิเวศ โดยเป็นผู้ย่อยสลายที่ช่วยทำให้สารอินทรีย์วัตถุกลับสู่สภาพแวดล้อมได้เร็วขึ้น สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดได้ถึงสภาพแวดล้อมที่มีความอุดมสมบูรณ์ในดิน (Rusek, 1998; Detsis *et al.*, 2009; Coleman *et al.*, 2004; Lussenhop and BassiriRad, 2005)

2.3 การใส่ปุ๋ย

สถานีเกษตรหลวงอ่างขางได้มีการจัดการพื้นที่ โดยการใช้ปุ๋ยบำรุงดิน คือ ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในการทำการเกษตรทุกพื้นที่บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง มีการจัดการด้านอินทรีย์วัตถุที่ดี มีการใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก เช่น ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยมูลวัว อย่างสม่ำเสมอ การใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมัก ทำให้ปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดิน และ

สิ่งมีชีวิตในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงในดิน ทำให้โครงสร้างของดินดี ช่วยย่อยสลายดินและส่งผลให้ดินสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ ปุ๋ยคอกช่วยในการปรับปรุงดินให้ดินร่วนซุย และช่วยในการระบายอากาศของดิน (อำนาจ, 2548) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้พบด้วงมูลสัตว์ (Coleoptera, Scarabaeidae) เป็นแมลงที่เด่นและพบมากในแปลงชาจีน แปลงสาธิตเอเซีย แปลงผัก และแปลงสตรอเบอรี่

ด้วงมูลสัตว์นั้นเป็นแมลงที่อยู่อาศัยกับมูลสัตว์ มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ โดยมีบทบาทหลัก คือ เป็นแมลงที่กินซาก (Scavenger) ซึ่งช่วยก่อให้เกิดการหมุนเวียนของแร่ธาตุต่างๆ ที่สำคัญของพืช การแพร่กระจายและฝังเมล็ดพันธุ์พืชที่ปนอยู่กับมูลสัตว์กลับสู่พื้นดิน นอกจากนี้ยังช่วยกำจัดแมลงที่เป็นพาหะของโรคต่างๆ ด้วยการทำลายตัวอ่อนของแมลงพาหะของโรคพืชต่างๆ และยังสามารถใช้เป็นตัวดัชนีบ่งชี้ความสมบูรณ์ของระบบนิเวศของป่าได้อีกด้วย ด้วงมูลสัตว์นั้นกินมูลสัตว์เป็นอาหาร และยังสามารถกินอาหารจำพวก ผลไม้เน่า เศษซากพืชและซากสัตว์ (Boonrotpong *et al.*, 2004) นอกจากการใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักในแปลงชาจีน การใช้ปุ๋ยน้ำหมัก (พด.2) และสารไล่แมลง (พด.7) ส่งผลทำให้ในแปลงนี้ไม่พบแมลงในดินในกลุ่มของเพลี้ย (Hemiptera) ซึ่งจะพบเพียงแคในแปลงสาธิตเอเซียและแปลงผัก

2.4 การไถพรวนดิน

การไถพรวนดินมีความสำคัญมากต่อการกระจายตัวของแมลงในดินในอันดับ Diptera ของระบบนิเวศเกษตร (Delettre and Lagerlöf, 1992; Nielsen *et al.*, 1994) แมลงในอันดับ Diptera ที่อยู่ในระยะตัวหนอนมีจำนวนเพิ่มขึ้น เมื่อไม่มีการไถพรวน (Delettre and Lagerlöf, 1992) เป็นการทำลายแมลงในดินของอันดับ Diptera ในช่วงระยะเป็นตัวหนอน นอกจากนี้การไถพรวนดินทำให้เกิดการลดจำนวนตัวอ่อนของวัชพืช ส่งผลให้พบแมลงในอันดับ Diptera (วงศ์ Tipulidae) ซึ่งแมลงที่กินพืช (phytosaprophagous) (Frouz, 1999) แมลงในวงศ์นี้พบมากในแปลงชาจีน และแปลงผัก ซึ่งเป็นแปลงที่มีการไถพรวนดิน

การไถพรวนดินแบบใช้เครื่องจักรกล ทำให้ความหนาแน่นของดินและช่องว่างในดินเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้เกิดการรบกวนแมลงในดินที่อยู่อาศัยอยู่บริเวณนั้น (Stinner *et al.*, 1988; Dittmer and Schrader, 2000; Larsen *et al.*, 2004) Larsen *et al.* (2004) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการอัดแน่นของดินต่อแมลงหางคืด พบว่า การอัดแน่นของดิน (soil compaction)

และความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความซุกซุ่มของแมลงหางดีดลดจำนวนลง ซึ่งการใช้ที่ดินในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางขณะทำการศึกษา ไม่ได้มีผลกระทบที่ทำให้ดินมีค่าความหนาแน่นรวมเพิ่มขึ้น ค่าความหนาแน่นรวมของดินในบริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขางนั้นมีความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืช ทำให้พบแมลงหางดีดในทุกๆแปลง โดยเป็นผลมาจากมีการจัดการด้านอินทรีย์วัตถุค่อนข้างดี ทำให้ดินมีการเกาะตัวกันเป็นเม็ดดินได้มาก นอกจากนี้ยังพบว่า ในพื้นที่ทำการเกษตรทุกบริเวณ ค่าความหนาแน่นรวมของดินได้ชั้นไถพรวนหรือได้ชั้นดินบนมีค่าใกล้เคียงกับชั้นดินบน ไม่มีปัญหาในเรื่องการอัดตัวแน่นของดินได้ชั้นไถพรวน หรือการเกิดชั้นดานได้ชั้นไถพรวนที่จะจำกัดการซอนไชของรากพืชและเป็นสาเหตุสำคัญที่จะทำให้เกิดการกร่อนดิน เนื่องจากในพื้นที่ไม่มีการใช้เครื่องจักรกลหนักในการไถ และมีการดำเนินการไถพรวนในช่วงเวลาที่เหมาะสม

3. ลักษณะภูมิประเทศ

เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางตั้งอยู่บนพื้นที่ที่มีความสูงมากกว่า 1,000 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง ความลาดชันของพื้นที่มีมากกว่าร้อยละ 20 ทำให้ลักษณะดินมีความแตกต่างกันไปตามวัตถุต้นกำเนิดที่เป็นโครงสร้างของภูเขา และพืชพรรณที่ปกคลุม (นงคราญ, 2549) ส่งผลให้มีแมลงในดินอยู่จำนวนมาก จากผลการศึกษาพบว่า อันดับ Collembola เป็นแมลงในดินที่พบจำนวนมากที่สุด ซึ่งในป่าดิบเขาธรรมชาติพบจำนวนแมลงในอันดับนี้มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เกลน (2543) ที่ได้ศึกษาถึงผลกระทบของรูปแบบการใช้ที่ดิน ได้แก่ ป่าดิบเขา สวนป่ายูคาลิปตัส และสวนสน ที่มีต่ออาร์โทรพอดในดินซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยในบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพฯ ได้รายงานไว้ว่า ผลจากการเก็บตัวอย่างในป่าดิบเขาพบแมลงหางดีด (Collembola) มากกว่ารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น แมลงหางดีดจึงเป็นแมลงในดินที่ช่วยในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุและทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ แมลงหางดีดจึงมีความสำคัญในกระบวนการย่อยสลายเศษซากพืชซากสัตว์และการแปรเปลี่ยนรูปของโครงสร้างของดิน (Rusek, 1998; Coleman *et al.*, 2004; Lussenhop and BassiriRad, 2005) แมลงหางดีดจึงใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อที่อยู่อาศัยและความเหมาะสมของนิเวศวิทยาแมลงและการเปลี่ยนแปลงในระบบสิ่งแวดล้อม (Sukprasert, 2004; Samways, 2005; Monnig and Bradley, 2008) ปัจจัยทางด้านลักษณะทางภูมิศาสตร์ (Cortet and Poinso-Balaguer, 1998; Detsis *et al.*, 2009) ลักษณะทางกายภาพของดิน (Hagvar, 1982) ชนิดของดิน (Curry, 1978) และชนิดของชีวมัส (Ponge, 1993) ปัจจัยเหล่านี้จึงทำให้แมลงหางดีดในแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน

4. ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินชั้นบนของทุกบริเวณมีค่าอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก เป็นผลมาจากการสลายตัวของเศษซากอินทรีย์ที่สะสมอยู่ในดินตามธรรมชาติ โดยเฉพาะดินในบริเวณป่าไม้จะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง ทำให้เกิดกระบวนการตกทับถมของเศษพืช (littering) ทำให้มีการสะสมอินทรีย์วัตถุในดินชั้นบน ในบริเวณที่ทำการเกษตรของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางมีการสะสมอินทรีย์วัตถุในดินชั้นบนเป็นผลมาจากการจัดการด้านอินทรีย์วัตถุ และการมีเศษชิ้นส่วนของพืชที่สลายตัวหลงเหลือจากการทำการเกษตร ทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุก็มีค่าสูงถึงสูงมากเช่นกันซึ่งเป็นผลมาจากมีการจัดการด้านอินทรีย์วัตถุ (นฤมล, 2551) ปริมาณอินทรีย์วัตถุจึงส่งผลทำให้ แปลงทุกแปลงพบแมลงในอันดับ Collembola

แปลงป่าปลูกเมเปิลหอมพบแมลงในกลุ่ม Staphylinidae (Coleoptera) Drosophilinidae (Diptera) และ Sphaeroceridae (Diptera) เป็นแมลงที่เด่นในแปลงนี้เนื่องจาก ดินในบริเวณแปลงป่าปลูกเมเปิลหอม มีการสะสมอินทรีย์วัตถุในดินชั้นบนเพิ่มมากขึ้นจากการตกทับถมของใบเมเปิล ใบไม้อื่น และกิ่งไม้ ขณะที่การปล่อยพื้นที่ให้รกร้าง ทำให้มีทั้งหญ้าและวัชพืชขึ้นปกคลุม ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (นฤมล, 2551) จึงทำให้พบ Staphylinidae Drosophilinidae และ Sphaeroceridae มากกว่าพื้นที่อื่น ซึ่งแมลงเหล่านี้จัดเป็นผู้บริโภคสารอินทรีย์ (Detritivores) ในธรรมชาติ นอกจากนี้แล้วพืชพรรณธรรมชาติที่ปกคลุมผิวดินนั้นก็แหล่งที่อยู่อาศัยของแมลงและยังเป็นแหล่งอาหารของแมลงเหล่านั้นด้วย (Majer and Nichols, 1998)

5. สภาพภูมิอากาศ

พืชพรรณธรรมชาติที่ปกคลุมมีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุณหภูมิกับน้ำฝนเป็นตัวกำหนดของพืชพรรณ (นงคราญ, 2549) องค์ประกอบของภูมิอากาศมีความเกี่ยวข้องกับดิน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณฝนที่ตก รวมทั้งการส่องแสงหรือความเข้มของแสงจากดวงอาทิตย์ สิ่งเหล่านี้จะมีอิทธิพลโดยตรงหรือโดยอ้อมที่ทำให้ดินมีลักษณะแตกต่างกัน นอกจากนั้นยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กันด้วย ได้แก่ พืชพรรณธรรมชาติ และวัตถุดิบกำเนิดดิน ลักษณะดินจึงแตกต่างกันตามสภาพภูมิอากาศ (นงคราญ, 2549)

ไรวินทร์ (2538) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศใกล้ผิวดินในช่วงเวลาต่างๆ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิอากาศ อาทิ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ร่วมกับพื้นที่สวนป่า ซึ่งพบว่า การปลูกสร้างสวนป่าที่ค่ออย่างขางทำให้ปริมาณน้ำฝนรายปีเพิ่มขึ้น ร้อยละ 32.50 และยังพบว่า การปลูกป่าที่อ่าขางข่วยลดอุณหภูมิสูงสุดของอากาศลงได้ร้อยละ 12.07 และข่วยเพิ่มอุณหภูมิต่ำสุดขึ้นมาร้อยละ 27.32 ดังนั้นปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิที่เหมาะสม จะทำให้พืชพรรณธรรมชาติเจริญเติบโตได้ดี และเกิดความหลากหลายของชนิดพืชพรรณธรรมชาติ ที่เป็นผู้ผลิตในระบบนิเวศ ก่อให้เกิดการทับถมของเศษใบไม้ กิ่งไม้ ไม้ผุ และเศษซากพืชต่างๆ ปริมาณเศษซากพืชที่ทับถมกับในดินชั้นบนและดินมีความชื้นสูง ส่งผลทำให้แมลงในดินมีความชุกชุม (Rusek, 1998; Detsis *et al.*, 2009 Coleman *et al.*, 2004; Lussenhop and BassiriRad, 2005) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษา ที่พบจำนวนประชากรแมลงในดินทั้งหมดในฤดูฝนมีมากกว่าฤดูแล้ง จำนวนแมลงที่สุดในฤดูฝนพบมากในแปลงป่าดิบเขา แปลงสาละโว้เอเชีย และแปลงชาจีน เนื่องจากแปลงมีสภาพเนื่องจากสิ่งปกคลุมบนพื้นดินมากกว่าแปลงอื่น รวมถึงเศษซากพืชบนพื้นดิน ทำให้พื้นที่ที่มีความชื้นสูง จึงพบแมลงชุกชุมมากกว่าพื้นที่อื่น (Detsis *et al.*, 2009)

มด (Hymenoptera, Formicidae) เป็นแมลงในดินอีกชนิดหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการทางด้านกายภาพของดิน ช่วยให้ดินมีการถ่ายเทอากาศและน้ำในดิน ส่งผลทำให้ดินมีความร่วนซุยและทำให้พืชสามารถชอนไชหาอาหารได้สะดวก และยังทำให้มีสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่นๆ มาอยู่อาศัยเช่นกัน (Folgarait, 1998; Lobry de Bruyn, 1999; Frouz *et al.*, 1999) ผลจากการศึกษาแมลงในดินจากแปลงสาละโว้เอเชีย และแปลงชาจีน พบว่า จำนวนของมดมีมากในฤดูฝนและแปลงสาละโว้เอเชียมีมากกว่าแปลงชาจีน เพราะความชื้นและสิ่งปกคลุมพื้นดิน เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการสร้างที่อยู่อาศัยของมด มดจะอาศัยอยู่ในพื้นดินที่อ่อนและความชื้นสูง (Seymour and Collett, 2009)

การปลูกป่าบนที่สูง ทางโครงการมีการปลูกไม้ต่างถิ่น เมเปิลหอม เป็นหนึ่งในไม้ต่างถิ่นที่ปลูกบนชั้นบนไคดิน การปลูกป่า ก่อให้เกิดผลประโยชน์นานาประการทั้งในทางตรงและทางอ้อม โดยผลประโยชน์เหล่านี้จะเพิ่มพูนมากขึ้นตามเวลาที่ผ่านไปและตามอายุของต้นไม้ที่เพิ่มขึ้น ผลประโยชน์ทาง ได้แก่ ได้ไม้มาก่อสร้างใช้สอยทั่วไป ทำฟืน เผาถ่าน เพาะเห็ดหอม แกะสลัก ทำเครื่องดนตรี ทำกล่องอัญมณี ได้แก่ ผลประโยชน์ในด้านการป้องกันไฟป่า การฟื้นฟูคุณสมบัติของดิน การอนุรักษ์น้ำ การปรับปรุงคุณภาพของภูมิอากาศใกล้ผิวดิน และการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ การปลูกป่าเมเปิลทำให้ คุณสมบัติทางกายภาพและทางชีวภาพ คือ ปริมาณความชื้นในดินและอัตราการซึมน้ำของดิน ซึ่ง สิริลักษณ์ (2536) พบว่าสวนป่าเมเปิลหอมอายุ 7 ปี มีความชื้นในดิน (18.45

เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าพื้นที่ว่างเปล่า (5.17 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับแมลงในดิน ในแปลงป่าปลูกเมเปิลหอมจึงพบแมลงในอันดับอันดับ Collembola มากที่สุดเมื่อเทียบกับแมลงในอันดับอื่น แมลง ความชื้นของดินสูง จะทำให้มีการกระจายตัวของจำนวนแมลงและชนิดของแมลงในพื้นที่ (Lindberg and Bengtsson, 2005; Detsis *et al.*, 2009)



สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

แมลงในดิน (soil insects) ทั้งหมดที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ณ บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ (the Royal Agricultural Station Angkhang, Chiang Mai, Thailand) มีจำนวนแมลงในดินทั้งหมด 7,287 ตัว จำนวนแมลงจากสูงสุดไปยังต่ำที่สุดเรียงตามลำดับ ดังนี้ แผลงสาถီးเอเชีย แผลงป่าดิบเขา แผลงชาจีน แผลงสตรอเบอรี่ แผลงป่าปลุกเหมเปิดหอม และแผลงผัก แมลงในดินสามารถแบ่งแยกได้เป็น แผลงอันดับ ได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ Orthoptera, อันดับ Blattodea, อันดับ Dermaptera, อันดับ Hemiptera, อันดับ Coleoptera, อันดับ Diptera และอันดับ Hymenoptera แมลงในอันดับ Collembola เป็นอันดับที่มีพบจำนวนแมลงมากที่สุด รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่พบแมลงในอันดับ Collembola จากสูงสุดไปต่ำสุดเรียงตามลำดับดังนี้ แผลงป่าดิบเขา แผลงสาถီးเอเชีย แผลงชาจีน แผลงป่าปลุกเหมเปิดหอม แผลงสตรอเบอรี่ และแผลงผัก

การเปรียบเทียบความแตกต่างของแมลงในดินระหว่างพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน วิเคราะห์ความแตกต่างของแมลงในดิน โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ทดสอบความมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ จำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างฤดูกาล และในการเก็บแต่ละเดือน ทั้งหมดนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

อันดับแมลงในดินทั้งหมด แมลงในดินมีความแตกต่างของอันดับแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน อันดับแมลงที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ Orthoptera, อันดับ Blattodea, อันดับ Hemiptera, อันดับ Coleoptera และอันดับ Hymenoptera อันดับแมลงในดินเปรียบเทียบกับฤดูกาล อันดับที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ Orthoptera, อันดับ Blattodea, อันดับ Dermaptera, อันดับ Coleoptera, อันดับ Diptera และอันดับ Hymenoptera ความแตกต่างของอันดับแมลงในดินทั้งหมดระหว่างรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินกับฤดูกาล อันดับที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ได้แก่ อันดับ Collembola, อันดับ

Orthoptera, อันดับ Blattodea, อันดับ Hemiptera, อันดับ Coleoptera, อันดับ Diptera และอันดับ Hymenoptera

ความแตกต่างของอันดับแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละเดือน อันดับที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ได้แก่ อันดับ Collembola, Orthoptera, Blattodea, Dermaptera, Hymenoptera, Coleoptera และ Diptera ความแตกต่างของอันดับแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละเดือนกับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน อันดับที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ อันดับ Collembola, Orthoptera, Blattodea, Dermaptera, Hemiptera, Diptera และ Hymenoptera

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ทำให้เห็นความแตกต่างในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ดิน ลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในแต่ละพื้นที่ มีองค์ประกอบและปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดความแตกต่างกัน คือ ลักษณะพืชพรรณ การเขตกรรม ได้แก่ การปลูกพืชหมุนเวียน การใช้วัสดุคลุมแปลง การใส่ปุ๋ย และการไถพรวนดิน ลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและสภาพภูมิอากาศ ปัจจัยเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างของจำนวนและชนิดแมลงในแต่ละพื้นที่ ความชุกชุมของแมลงในดินจะอาศัยอยู่ในแหล่งที่เต็มไปด้วยความอุดมสมบูรณ์ ทั้งพืชพรรณตามธรรมชาติ สิ่งปกคลุมผิวดิน โดยเฉพาะถ้าหากมีชั้นของเศษซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยผุพังที่สูง ความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม แมลงในดินก็จะทำหน้าที่ในการย่อยสลายเศษซากพืชและซากสัตว์ ทำให้เกิดการหมุนเวียนแลกเปลี่ยนธาตุอาหารกันในดิน ส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์

ความอุดมสมบูรณ์ของดินทำให้พืชได้รับประโยชน์โดยตรง พืชสามารถนำธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโต กิจกรรมเหล่านี้เป็นการเกี่ยวพันกันในระบบนิเวศ เกิดเป็นวัฏจักรหมุนเวียนกันไปในระบบนิเวศ สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศก็สามารถพึ่งพาอาศัยกันไปได้ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด ร่วมกับวิธีการอนุรักษ์ จะเป็นผลดีต่อทุกสรรพสิ่งในโลกนี้ สามารถเกี่ยวพันกันให้ดำเนินต่อไปไม่มีที่สิ้นสุด

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อแมลงในดิน บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พบแมลงในดินที่มีประโยชน์สิ่งแวดล้อมและบางชนิดที่เป็นศัตรูธรรมชาติ ซึ่งข้อเสนอแนะในการจัดการพื้นที่แปลงเกษตรมีดังนี้

1. ควรมีการสำรวจแมลงในพื้นที่ที่ทำการเกษตรกรรมอย่างต่อเนื่อง เพื่อชนิดและปริมาณของจำนวนประชากรแมลงที่มีประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมและแมลงที่อาจจะเป็นศัตรูพืชที่จะเข้าทำลายผลิตผล เพื่อที่จะสามารถนำไปวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืน เป็นผลให้เกิดผลดีต่อสิ่งแวดล้อม
2. การปลูกผักแซมบริเวณแปลงชาจีน ควรมีการระมัดระวังในการเลือกพืชที่ปลูก เนื่องจากแปลงชาจีน เป็นแปลงเกษตรอินทรีย์ไม่มีการใช้สารเคมีในแปลง ดังนั้นแมลงศัตรูธรรมชาติอาจเกิดการแพร่ระบาดตามพืชผักที่ปลูกแซม อาจส่งผลกระทบต่อแปลงชาจีน
3. การดูแลและการจัดการพื้นที่แปลงสาละโอเซีย การปล่อยให้หญ้าและวัชพืชขึ้นปกคลุมพื้นที่เป็นอย่างมากอาจส่งผลให้จำนวนของแมลงบางชนิดอาจแพร่ระบาด และแพร่กระจายไปยังพื้นที่แปลงอื่นได้ ควรมีการดูแลอย่างสม่ำเสมอ
4. สถานีเกษตรหลวงอ่างขางเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายของทรัพยากรธรรมชาติ และมีการเปลี่ยนรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างหลากหลาย การอนุรักษ์และจัดการดิน ในพื้นที่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น การทำขั้นบันไดดินในการเพาะปลูกพืช มีความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ การใช้ใบตองตึงเป็นวัสดุในการคลุมแปลง ร่วมกับการใช้หญ้าแฝกคลุมบนแปลงสตรอเบอรี่ นอกจากการรักษาความชื้นในดิน เป็นการช่วยลดการชะล้างพังทลายของดิน ทำให้แมลงในดินที่เป็นประโยชน์แก่สิ่งแวดล้อม มีการเคลื่อนย้ายหรือกระจายตัวได้ลดลง นอกจากนี้ควรมีการปลูกต้นไม้ใหญ่เสริมในพื้นที่การเกษตรกรรม โดยเฉพาะพืชยืนต้นรากลึก เพื่อป้องกันการพังทลายของดิน ที่จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2547. รายงานการสำรวจ จำแนกและวางแผนการใช้ที่ดิน พื้นที่ศูนย์พัฒนา
โครงการหลวงอ่างขาง ตำบลม่อนปิ่น ตำบลแม่งอน อำเภอฝางจังหวัดเชียงใหม่.
กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. พีชตระกูลถั่วเพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวง
เกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เกลน โอราทิง โซพโซพ. 2543. ผลของรูปแบบการใช้ที่ดินที่มีต่ออาร์โทรพอดในดินบริเวณ
อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เกษม จันทร์แก้ว. 2544. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชูพงษ์ สุขุมลนันทน์. 2531. สตรอเบอร์รี่. โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

ณรงค์ชัย พิพัฒน์ชนวงศ์. 2543. สตรอเบอร์รี่:พืชเศรษฐกิจใหม่. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นงคราญ กาญจนประเสริฐ. 2549. ทรัพยากรดิน. สำนักพิมพ์แม่เฒ่า, กรุงเทพฯ

นงคราญ วงศ์ตะวัน. 2549. ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ-สังคมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้
ประโยชน์ที่ดิน: กรณีศึกษาหมู่บ้านรอบผืนป่าดงพญาเย็น-เขาใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญา
โท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นฤมล หวะสุวรรณ. 2551. อิทธิพลของการใช้ที่ดินต่อสมบัติของดินในพื้นที่อ่างขาง จังหวัด
เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- นิวัติ เรืองพานิช. 2534. **นิเวศวิทยาทรัพยากรธรรมชาติ โครงการตำราชุดการจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เล่มที่ 2.** คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นิวัติ เรืองพานิช. 2542. **การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์ริ้วเขียว, กรุงเทพฯ.
- ประสาทร สมิตะมานและคณะ บุษยเกียรติ. 2544. **สตรอเบอรี่.** ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- ไรวินทร์ รัตนผาดิพงศ์. 2538. **ผลของการพัฒนาที่ส่งผลต่อลักษณะอากาศและอากาศใกล้ผิวพื้นบริเวณดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เล็ก มอญเจริญ. 2550. **สิ่งมีชีวิตและความหลากหลายทางชีวภาพในดิน.** วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ 23(1): 9-15.
- สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2524. **หลักการใช้ที่ดิน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2550. **ความหลากหลายทางชีวภาพในดินและกระบวนการต่าง ๆ ของระบบนิเวศ.** วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ 23(1): 17-25.
- สถานีตรวจวัดอากาศสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง. 2552. **ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่.** กรมอุตุนิยมวิทยา. แหล่งที่มา:
<http://203.113.120.189/webapp/rpmet2/Report/>. 30 พฤศจิกายน 2552
- สถิตย์ วัชรกิตติ. 2525. **การสำรวจทรัพยากรป่าไม้.** ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริลักษณ์ ภาคอรธร. 2536. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการของดินภายหลังการเผา ณ
ท้องที่ตอย่างาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2548. ปฏิกิริยาการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Alford, D. V. 1999. **A Textbook of Agricultural Entomology**. Blackwell Science, Oxford.

Bengtsson, J., S.G. Nilsson, A. Franc and P. Menozzi. 2000. Biodiversity, disturbances,
ecosystem function and management of European forests. **Forest Ecol. Manage.**
132(2): 39-50.

Bengtsson, J., J. Ahnstrom and A. Weibull. 2005. The effects of organic agriculture on
biodiversity and abundance: A meta- analysis. **J. Appl. Ecol.** 42(2): 261-269.

Biagio, F.P., F.K. Tamaki, W.R. Terra and A.F. Ribeiro. 2009. Digestive morphophysiology of
Grylloides sigillatus (Orthoptera: Gryllidae). *J. Insect. Physiol.* 55(12): 1125-1133.

Bland, R.G. and L.D. Grandcolas. 2003. An annotated list of Orthoptera from St Eustatius and
Saba, Dutch West Indies, with descriptions of two new cricket species (Trigonidiidae,
Mogoplistidae). **J. Orthopt. Res.** 12(2): 115-126.

Booij, C.H., J. Noorlander, 1992. Farming systems and insect predators. **Agric. Ecosyst.**
Environ. 40(1-4): 125-135.

Boonrotpong, S., S. Sotthibandha and Pholpunthin C. 2004. Species composition of dung beetles
in the primary and secondary forests at Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary.
ScienceAsia. 30: 59-65.

- Coleman, C.D., D.A. Crossley and P.F. Hendrix. 2004. **Fundamentals of Soil Ecology**. Academic Press, Amsterdam.
- Cortet, J. and N. Poinso-Balaguer, 1998. Collembola populations under Sclerophyllous coppices in Provence (France): Comparison between two types vegetation, *Quercus ilex* L. and *Quercus coccifera* L. **Acta Oecol.** 19(5): 413-424.
- Curry, J.P. 1978. Relationship between microarthropod communities and soil and vegetation types. **Sci. Proc. Roy. Dub. Soc.** 6: 131-141.
- Dajoz, R. 2000. **Insects and Forests: The role and diversity of insects in the forest environment**. Intercept Ltd., London.
- Delettre, Y.R. and J. Lagerlöf. 1992. Abundance and life history of terrestrial Chironomidae (Diptera) in 4 Swedish agricultural cropping systems. **Pedobiologia.** 36(2): 69-78.
- Detsis, V. 2009. Relationships of some environmental variable to the aggregation pattern of soil microarthropod populations in forests. **Eur. J. Soil Biol.** 45(5-6): 409-416.
- Dittmer, S. and S. Schrader. 2000. Longterm effects of soil compaction and tillage on Collembola and straw decomposition in arable soil. **Pedobiologia.** 44(3-4): 527-538.
- Dohlen, C.D. and N.A. Moran. 1995. Molecular phylogeny of the Homoptera: A Paraphyletic Taxon. **J. Mol. Evol.** 41(2): 211-223.
- Ek-Amnuay, P. 2008. **Beetles of Thailand**. Amarin Printing and Publishing Public, Bangkok.
- Folgarait, P.J. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: A review. **Biodiversity Conserv.** 7(9): 1221-1244.

- Frouz, J. 1999. Use of soil dwelling Diptera (Insecta, Diptera) as bioindicators: a review of ecological requirements and response to disturbance. **Agr. Ecosyst. Environ.** 74(1-3): 167-186.
- Hadjicharalambous, E., K.L. Kalburtj and A.P. Mamolos. 2001. Soil arthropod diversity in relation to weed diversity in organic and conventional agroecosystems, pp. 1022-1023. *In* W.J. Horst, M.K. Schenk, A. Bürkert, N. Claassen, H. Flessa, W. B. Frommer, H. Goldbach, H.W. Olf, V. Römheld, B. Sattelmacher, U. Schmidhalter, S. Schubert, N. von Wirén and L. Wittenmayer, eds. **Plant Nutrition – Food Security and Sustainability of Agro-ecosystems**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Hagvar, S. 1982. Collembola in Norwegian coniferous forest soils - relations to plant communities and soil fertility. **Pedobiologia**. 24: 255-296.
- Hance, T. 2002. Impact of cultivation and crop husbandry practices, pp. 231-250. *In* J.M. Holland, ed. **The Agroecology of Carabid Beetles**. Intercept Ltd., Andover.
- Haneda, N.F. 2004. **Insect communities in the three different forest habitats of Sngai Lalang Forest Reserve with emphasis on selected orders of insects**. Doctor of Philosophy, Putra university of Malasia.
- Holland, J.M., J. Christina and M. Reynolds. 2003. The impact of soil cultivation on arthropod (Coleoptera and Araneae) emergence on arable land. **Pedobiologia**. 47(2): 181-191.
- Holland, J. M. and M.L. Luff. 2003. The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. **Integr. Pest Manag. Rev.** 5(2): 109-129.
- Ingrisch, S. and D.C.F. Rentz. 2009. Orthoptera: Grasshoppers, Locusts, Katydid, Crickets, pp.732-743. *In* Vincent H. Resh and Ring T. Cardé, eds. **Encyclopedia of Insects**. 2nd ed. Academic press, London.

- Inward, D., G. Beccaloni and P. Eggleton. 2007. Death of an order: a comprehensive molecular phylogenetic study confirms that termites are eusocial cockroaches. *Biol. Lett.* 3(3): 331-335.
- Larsen, T., P. Schjønning and J. Axelsen. 2004. The impact of soil compaction on euedaphic Collembola. *Appl. Soil Ecol.* 26(3): 273-281.
- Lussenhop, J. and H. BassiriRad. 2005. Collembola effects on plant mass and nitrogen acquisition by ash seedlings (*Fraxinus pennsylvanica*). *Soil. Biol. Biochem.* 37(4): 645-650.
- Kromp, B. 1999. Carabid beetles in sustainable agriculture: A review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agr. Ecosyst. Environ.* 74 (1-3): 187–228.
- Larsen, T., P. Schjønning and J. Axelsen. 2004. The impact of soil compaction on euedaphic Collembola. *Appl. Soil Ecol.* 26(3): 273-281.
- Lin, Y. H., H. Liu, S.Q. Zhang and F.D. Zhang. 2008. The community abundance and diversity of arable soil insect community following different fertilizer treatments in Xinjiang, China. *Agricultural Sciences in China.* 7(2): 210-216.
- Lindberg, N. and J. Bengtsson. 2005. Population responses of oribatid mites and collembolans after drought. *Appl. Soil Ecol.* 28(2): 163-174.
- Lobry de Bruyn, L.A. 1999. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agr. Ecosyst. Environ.* 74(1-3): 425-441.
- Lussenhop, J. and H. BassiriRad. 2005. Collembola effects on plant mass and nitrogen acquisition by ash seedlings (*Fraxinus pennsylvanica*). *Soil Biol. Biochem.* 37(4): 645–650.

- Majer, J.D. and O.G. Nichols. 1998. Long term recolonization pattern of ants in Western Australia rehabilitated bauxite mines with reference to their use as indicators of restoration success. **J. Appl. Ecol.** 35(1): 161-182.
- Melnychuk, N.A., O. Olfert, B. Youngs and C. Gillott. 2003. Abundance and diversity of Carabidae (Coleoptera) in different farming systems. **Agr. Ecosyst. Environ.** 95(1): 69-72.
- Monnig, N. and K.W. Bradley. 2008. Impact of fall and early spring herbicide applications on insect populations and soil conditions in no-till soybean. **Crop Prot.** 27(2): 143-150.
- Moormann F.R. and S. Rojanasoonthon. 1972. **Morphology and Genesis of Gray Podzolic Soils in Thailand.** Ph D. thesis, Oregon State University.
- Nielsen, B.O., B.L. Nielsen, J. Axelsen and N. Elmgaard. 1994. Winter abundance of soil Diptera larvae in arable soil. **Pedobiologia.** 38: 208-221.
- Nielsen, B.O. and L.B. Nielsen. 2004. Seasonal aspects of sciarid emergence in arable land (Diptera: Sciaridae). **Pedobiologia.** 48(3): 231-244.
- Nielsen, B.O. and L.B. Nielsen. 2007. Soil Diptera of a beech stand and an arable field: A comparison of dipteran emergence in neighbouring sites. **Pedobiologia.** 51(1): 33-43.
- Paoletti, M.G. and M. Bresson. 1996. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. **CRC Cr. Rev. Plant Sci.** 15(1): 21-62.
- Peak, S.B., T.J. Walker and J.L. Capinera. 1992. Distributional review of the orthoptera of Florida. Florida Orthoptera Review, Fla. **Entomol.** 75(3): 329-342.

- Ponge, J.F. 1993. Biocoenoses of Collembola in Atlantic temperate grass-woodland ecosystems. **Pedobiologia.** 37(4): 223-244.
- Rusek, J. 1998. Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. **Biodivers. Conserv.** 7(9): 1207–1219.
- Saeed, A., M. Saeed and M. Yousuf. 2000. New Species and Records of some Crickets (Gryllinae: Gryllidae: Orthoptera) from Pakistan. **Int. J. Agr. Biol.** 2(3): 175-182.
- Samways, J.M. 2005. **Insect Diversity Conservation.** Cambridge University Press, Cambridge.
- Seymour, B. and N.G. Collett. 2009. Effects of fire retardant application on heathland surface-dwelling ant species (Order Hymenoptera; Family Formicidae) in Victoria, Australia. **Forest Ecol. Manage.** 257(4): 1261-1270.
- Silveira, M.L., N.B. Comerford, K.R. Reddy, J. Prenger and W.F. Debusk. 2009. Soil properties as indicators of disturbance in forest ecosystems of Georgia, USA. **Ecological indicators.** 9(4): 740-747.
- Sukprasert, S. 2004. **Soil microarthropod diversity in natural and disturbed forests.** Master degree thesis, Mahidol University.
- Stinner, B.R., D.A. McCartney and D.M. Vandoren. 1988. Soil and foliage arthropod communities in conventional, reduced and no-tillage corn (maize, *Zea mays* L.) system: a comparison after 20 years of continuous cropping. **Soil Tillage. Res.** 11(2): 147-158.
- Systat Software. 2002. **Systat Software 12.0 (Computer Program).** Systat Software, Inc. Richmond.

- Triplehorn, C.A and N.F. Johnson. 2005. **Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects.** Thompson Brook/Cole, California.
- Ulead Software. 2003. **Ulead Software 7.0 (Computer Program).** System Software, Inc. .
- Watanasit, S., C. Phaphunnn and S. Permkam. 2000. Diversity of Ants (Hymenoptera: Formicidae) from Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary, Songkhla, Thailand. **ScienceAsia.** 26: 187-194.
- Woodcock, B.A., A.D. Watt and S.R. Leather. 2003. Influence of management type on Diptera communities of coniferous plantations and deciduous woodlands. **Ecosyst. Environ.** 95(2-3): 443-452.



ตารางผนวกที่ 1 อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

| ปี พ.ศ. | เดือน | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | | ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) | | | ปริมาณ น้ำฝน (มิลลิเมตร) |
|------------|------------|----------------------------|--------|--------|-----------------------------------|--------|--------|--------------------------------|
| | | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | |
| 2551 | พฤศจิกายน | 23.26 | 0.00 | 11.63 | 100.00 | 29.84 | 64.92 | 74.50 |
| 2551 | ธันวาคม | 22.21 | 1.23 | 11.72 | 100.00 | 40.18 | 70.09 | 3.00 |
| 2552 | มกราคม | 23.59 | 1.47 | 12.53 | 100.00 | 33.98 | 66.99 | 2.00 |
| 2552 | กุมภาพันธ์ | 28.01 | 3.61 | 15.81 | 99.70 | 18.30 | 59.00 | 0.50 |
| 2552 | มีนาคม | 28.00 | 5.79 | 16.90 | 99.28 | 17.13 | 58.21 | 25.50 |
| 2552 | เมษายน | 29.79 | 10.20 | 20.00 | 99.42 | 29.83 | 64.63 | 49.50 |
| 2552 | พฤษภาคม | 29.03 | 12.77 | 20.90 | 100.00 | 39.68 | 69.84 | 366.00 |
| 2552 | มิถุนายน | 26.07 | 15.41 | 20.74 | 100.00 | 65.88 | 82.94 | 110.50 |
| 2552 | กรกฎาคม | 27.91 | 16.07 | 21.99 | 100.00 | 67.23 | 83.62 | 203.00 |
| 2552 | สิงหาคม | 27.63 | 15.36 | 21.50 | 100.00 | 61.42 | 80.71 | 363.00 |
| 2552 | กันยายน | 26.35 | 12.25 | 19.30 | 100.00 | 55.87 | 77.94 | 273.50 |
| 2552 | ตุลาคม | 25.68 | 12.32 | 19.00 | 100.00 | 54.85 | 77.43 | 177.60 |
| | รวม | 317.53 | 106.48 | 212.02 | 1198.40 | 514.19 | 856.32 | 1648.60 |
| | เฉลี่ย | 26.46 | 8.87 | 17.67 | 99.87 | 42.85 | 71.36 | 137.38 |

ที่มา: สถานีตรวจวัดอากาศสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (2552)

ตารางผนวกที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

| จุด ที่ | สัญลักษณ์ | การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land uses) | พิกัดภูมิศาสตร์ (Coordination) | ตำแหน่ง ที่ตั้ง (Location) |
|------------|-----------|---|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | HA | พื้นที่แปลงป่าดิบเขา (Hill evergreen forest area) | 47Q0504591E, 2203250N | บ้านอ่างขวาง |
| 2 | MP | พื้นที่ป่าปลูกเมเปิลหอม (Fragrant Maple Plantation plot) | 47Q0504812E, 2201582N | บ้านขอบด้ง |
| 3 | AP | แปลงสาถิ่ (Asian pear plot) | 47Q0504246E, 2201451N | บ้านอ่างขวาง |
| 4 | TP | แปลงชาจีน (Chinese tea plot) | 47Q0504260E, 2203648N | บ้านอ่างขวาง |
| 5 | SP | แปลงปลูกสตรอเบอรี่ (Strawberry plot) | 47Q0503587E, 2203603N | บ้านนอแล |
| 6 | VP | แปลงผัก (Vegetable plot) | 47Q0504335E, 220120N | บ้านปางม้า |

ตารางผนวกที่ 3 สภาพภูมิอากาศ ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนพฤศจิกายน 2551

| วันที่ | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | | ความชื้น (%) | | | ปริมาณ น้ำฝน (มม./วัน) |
|--------|-------------------------|--------|--------|--------------|--------|--------|------------------------------|
| | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | |
| 1 | 20.00 | 18.00 | 19.00 | 98.00 | 91.00 | 94.50 | 35.20 |
| 2 | 19.50 | 17.50 | 18.50 | 95.50 | 83.00 | 89.30 | 8.40 |
| 3 | 24.00 | 17.00 | 20.50 | 95.50 | 76.00 | 85.80 | 0.50 |
| 4 | 22.50 | 12.00 | 17.30 | 100.00 | 80.30 | 90.10 | 0.00 |
| 5 | 20.50 | 12.00 | 16.30 | 95.50 | 90.00 | 92.50 | 0.00 |
| 6 | 21.00 | 13.00 | 17.00 | 100.00 | 87.00 | 93.50 | 16.60 |
| 7 | 20.00 | 15.00 | 17.50 | 95.00 | 87.00 | 91.00 | 0.00 |
| 8 | 20.00 | 15.00 | 17.50 | 95.00 | 82.00 | 88.50 | 0.00 |
| 9 | 18.00 | 12.00 | 16.00 | 95.00 | 91.00 | 93.00 | 0.00 |
| 10 | 19.00 | 10.50 | 14.30 | 96.00 | 60.00 | 78.00 | 0.00 |
| 11 | 19.00 | 6.00 | 12.50 | 92.00 | 56.00 | 74.00 | 0.00 |
| 12 | 18.00 | 6.00 | 12.50 | 93.00 | 71.00 | 82.00 | 0.00 |
| 13 | 16.00 | 6.00 | 12.00 | 100.00 | 64.00 | 82.00 | 0.00 |
| 14 | 17.00 | 7.50 | 11.80 | 93.00 | 79.00 | 86.00 | 0.00 |
| 15 | 20.50 | 4.50 | 10.80 | 100.00 | 71.00 | 85.50 | 0.00 |
| 16 | 21.50 | 6.50 | 13.50 | 100.00 | 71.00 | 85.50 | 0.00 |
| 17 | 20.00 | 9.00 | 15.30 | 100.00 | 83.00 | 91.50 | 0.00 |
| 18 | 18.50 | 10.50 | 15.30 | 100.00 | 77.00 | 88.50 | 0.00 |
| 19 | 19.00 | 12.50 | 15.50 | 95.00 | 83.00 | 89.00 | 0.00 |
| 20 | 18.00 | 15.00 | 17.00 | 100.00 | 86.00 | 93.00 | 0.00 |
| 21 | 22.00 | 13.00 | 15.50 | 100.00 | 90.00 | 95.00 | 0.00 |
| 22 | 18.50 | 15.00 | 18.50 | 100.00 | 75.00 | 87.50 | 0.00 |
| 23 | 18.50 | 11.50 | 15.00 | 94.00 | 87.00 | 90.50 | 0.00 |
| 24 | 18.50 | 9.50 | 14.00 | 96.00 | 87.00 | 91.50 | 0.00 |

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

| วันที่ | อุณหภูมิ (°C) | | | ความชื้น (%) | | | ปริมาณ น้ำฝน (มม./วัน) |
|-----------|---------------|--------|--------|--------------|---------|---------|------------------------------|
| | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | |
| 25 | 18.50 | 13.00 | 15.80 | 97.00 | 83.00 | 90.00 | 0.00 |
| 26 | 18.00 | 9.50 | 13.80 | 100.00 | 71.00 | 85.50 | 0.00 |
| 27 | 16.00 | 10.00 | 13.00 | 82.00 | 77.00 | 79.50 | 0.00 |
| 28 | 15.00 | 8.50 | 11.80 | 89.00 | 86.00 | 87.50 | 0.00 |
| 29 | 14.00 | 5.50 | 9.80 | 94.00 | 76.00 | 85.00 | 0.00 |
| 30 | 16.00 | 4.00 | 10.00 | 75.00 | 60.00 | 67.50 | 0.00 |
| รวม | 567.00 | 325.00 | 447.30 | 2865.50 | 2360.30 | 2612.70 | 60.70 |
| ค่าเฉลี่ย | 19.00 | 10.80 | 14.90 | 95.50 | 78.70 | 87.10 | 2.00 |
| สูงสุด | 24.00 | 18.00 | 20.50 | 100.00 | 91.00 | 95.00 | 35.20 |
| ต่ำสุด | 14.00 | 4.00 | 9.80 | 75.00 | 56.00 | 67.50 | 0.00 |

ที่มา: สถานีตรวจวัดอากาศสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (2552)

ตารางผนวกที่ 4 สภาพภูมิอากาศ ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนกุมภาพันธ์ 2552

| วันที่ | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | | ความชื้น (%) | | | ปริมาณ น้ำฝน (มม./วัน) |
|--------|-------------------------|--------|--------|--------------|--------|--------|------------------------------|
| | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | |
| 1 | 17.50 | 5.00 | 11.30 | 72.00 | 92.00 | 82.00 | 0.00 |
| 2 | 23.00 | 6.00 | 14.50 | 38.00 | 92.00 | 65.00 | 0.00 |
| 3 | 21.00 | 6.50 | 13.80 | 57.00 | 93.00 | 75.00 | 0.00 |
| 4 | 23.50 | 5.00 | 14.30 | 58.00 | 92.00 | 75.00 | 0.00 |
| 5 | 18.50 | 4.50 | 11.50 | 63.00 | 100.00 | 81.50 | 0.00 |
| 6 | 21.50 | 6.00 | 13.80 | 57.00 | 92.00 | 74.50 | 0.00 |
| 7 | 19.00 | 6.00 | 12.50 | 68.00 | 86.00 | 77.00 | 0.00 |
| 8 | 18.00 | 6.50 | 12.30 | 63.00 | 93.00 | 78.00 | 0.00 |
| 9 | 19.50 | 5.50 | 12.50 | 53.00 | 92.00 | 72.50 | 0.00 |
| 10 | 18.50 | 5.00 | 11.80 | 68.00 | 92.00 | 80.00 | 0.00 |
| 11 | 17.50 | 8.00 | 12.80 | 80.00 | 93.00 | 86.50 | 0.00 |
| 12 | 22.50 | 7.00 | 14.80 | 34.00 | 100.00 | 67.00 | 0.00 |
| 13 | 19.00 | 6.00 | 12.50 | 44.00 | 93.00 | 68.50 | 0.00 |
| 14 | 24.00 | 6.00 | 15.00 | 29.00 | 93.00 | 61.00 | 0.00 |
| 15 | 20.50 | 4.50 | 12.50 | 41.00 | 100.00 | 70.50 | 0.00 |
| 16 | 24.00 | 5.50 | 14.80 | 50.00 | 92.00 | 71.00 | 0.00 |
| 17 | 22.00 | 6.50 | 14.30 | 59.00 | 93.00 | 76.00 | 0.00 |
| 18 | 23.50 | 6.00 | 14.80 | 60.00 | 93.00 | 76.50 | 0.00 |
| 19 | 22.00 | 7.50 | 14.80 | 63.00 | 93.00 | 78.00 | 0.00 |
| 20 | 24.50 | 7.50 | 16.00 | 44.00 | 93.00 | 68.50 | 0.00 |
| 21 | 25.00 | 8.50 | 16.80 | 32.00 | 93.00 | 62.50 | 0.00 |
| 22 | 23.50 | 15.50 | 19.50 | 37.00 | 54.00 | 45.50 | 0.00 |
| 23 | 24.00 | 10.50 | 17.30 | 37.00 | 75.00 | 56.00 | 0.00 |
| 24 | 18.00 | 7.00 | 12.50 | 58.00 | 65.00 | 61.50 | 0.00 |

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

| วันที่ | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | | ความชื้น (%) | | | ปริมาณ น้ำฝน (มม./วัน) |
|-----------|-------------------------|--------|--------|--------------|---------|---------|------------------------------|
| | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | |
| 25 | 26.00 | 7.00 | 16.50 | 30.00 | 95.00 | 62.50 | 0.00 |
| 26 | 22.00 | 10.50 | 16.30 | 44.00 | 87.00 | 65.50 | 0.00 |
| 27 | 24.50 | 7.00 | 15.80 | 26.00 | 93.00 | 59.50 | 0.00 |
| 28 | 22.50 | 7.00 | 14.80 | 50.00 | 93.00 | 71.50 | 0.00 |
| รวม | 605.00 | 193.50 | 400.10 | 1415.00 | 2522.00 | 1968.50 | 0.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 21.60 | 6.90 | 14.30 | 50.50 | 90.10 | 70.30 | 0.00 |
| สูงสุด | 26.00 | 15.50 | 19.50 | 80.00 | 100.00 | 86.50 | 0.00 |
| ต่ำสุด | 17.50 | 4.50 | 11.30 | 26.00 | 54.00 | 45.50 | 0.00 |

ที่มา: สถานีตรวจวัดอากาศสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (2552)

ตารางผนวกที่ 5 สภาพภูมิอากาศ ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมิถุนายน 2552

| วันที่ | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | | ความชื้น (%) | | | ปริมาณ น้ำฝน (มม./วัน) |
|--------|-------------------------|--------|--------|--------------|--------|--------|------------------------------|
| | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | |
| 1 | 23.12 | 17.44 | 20.28 | 99.33 | 79.65 | 89.49 | 1.00 |
| 2 | 24.47 | 17.91 | 21.19 | 96.75 | 69.75 | 83.25 | 0.00 |
| 3 | 25.54 | 17.30 | 21.42 | 98.94 | 65.88 | 82.41 | 5.50 |
| 4 | 24.26 | 17.75 | 21.01 | 99.47 | 79.67 | 89.57 | 1.00 |
| 5 | 22.58 | 17.52 | 20.05 | 99.29 | 80.47 | 89.88 | 9.00 |
| 6 | 21.57 | 17.91 | 19.74 | 98.53 | 81.30 | 89.92 | 6.50 |
| 7 | 22.19 | 17.78 | 19.99 | 96.89 | 82.25 | 89.57 | 2.00 |
| 8 | 23.03 | 18.45 | 20.74 | 98.07 | 78.95 | 88.51 | 1.00 |
| 9 | 24.96 | 15.84 | 20.40 | 98.79 | 66.93 | 82.86 | 10.50 |
| 10 | 24.93 | 16.14 | 20.54 | 99.10 | 67.33 | 83.22 | 3.50 |
| 11 | 24.84 | 15.73 | 20.29 | 99.29 | 66.02 | 82.66 | 0.50 |
| 12 | 24.29 | 15.41 | 19.85 | 99.37 | 72.54 | 85.96 | 0.00 |
| 13 | 23.82 | 16.20 | 20.01 | 99.20 | 80.29 | 89.75 | 11.00 |
| 14 | 24.53 | 16.00 | 20.27 | 99.80 | 75.57 | 87.69 | 0.00 |
| 15 | 26.07 | 15.64 | 20.86 | 99.60 | 66.04 | 82.82 | 0.00 |
| 16 | 25.22 | 17.98 | 21.60 | 99.31 | 76.77 | 88.04 | 9.50 |
| 17 | 23.14 | 16.55 | 19.85 | 99.68 | 81.45 | 90.57 | 0.00 |
| 18 | 22.02 | 18.32 | 20.17 | 99.34 | 88.22 | 93.78 | 7.00 |
| 19 | 23.03 | 17.18 | 20.11 | 99.44 | 76.44 | 87.94 | 11.50 |
| 20 | 24.18 | 17.25 | 20.72 | 98.60 | 73.93 | 86.27 | 0.00 |
| 21 | 23.34 | 16.86 | 20.10 | 98.37 | 78.26 | 88.32 | 0.50 |
| 22 | 22.64 | 16.19 | 19.42 | 99.14 | 79.16 | 89.15 | 0.00 |
| 23 | 23.02 | 16.16 | 19.59 | 99.47 | 77.86 | 88.67 | 1.00 |
| 24 | 23.10 | 17.02 | 20.06 | 99.63 | 81.61 | 90.62 | 25.50 |

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

| วันที่ | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | | ความชื้น (%) | | | ปริมาณ น้ำฝน (มม./วัน) |
|-----------|-------------------------|--------|--------|--------------|---------|--------|------------------------------|
| | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | |
| 25 | 23.93 | 17.21 | 20.57 | 98.85 | 72.61 | 85.73 | 0.00 |
| 26 | 22.41 | 18.00 | 20.21 | 100.00 | 81.13 | 90.57 | 3.00 |
| 27 | 24.09 | 18.34 | 21.22 | 94.39 | 71.40 | 82.90 | 0.00 |
| 28 | 22.82 | 18.91 | 20.87 | 96.41 | 78.42 | 87.42 | 0.00 |
| 29 | 22.80 | 18.50 | 20.65 | 93.92 | 80.39 | 87.16 | 0.50 |
| 30 | 22.64 | 18.82 | 20.73 | 97.20 | 80.91 | 89.06 | 0.50 |
| รวม | 708.58 | 516.31 | 20.41 | 2956.17 | 2291.20 | 87.46 | 110.50 |
| ค่าเฉลี่ย | 21.60 | 6.90 | 14.30 | 50.50 | 90.10 | 70.30 | 7.88 |
| สูงสุด | 26.00 | 15.50 | 19.50 | 80.00 | 100.00 | 86.50 | 25.50 |
| ต่ำสุด | 17.50 | 4.50 | 11.30 | 26.00 | 54.00 | 45.50 | 0.00 |

ที่มา: สถานีตรวจวัดอากาศสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (2552)

ตารางผนวกที่ 6 สภาพภูมิอากาศ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ประจำเดือนสิงหาคม 2552

| วันที่ | อุณหภูมิ (ซ) | | | ความชื้น (%) | | | ปริมาณ น้ำฝน (มม./วัน) |
|--------|--------------|--------|--------|--------------|--------|--------|------------------------------|
| | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | |
| 1 | 24.28 | 18.80 | 21.54 | 98.99 | 74.70 | 86.85 | 7.50 |
| 2 | 22.16 | 17.91 | 20.04 | 99.65 | 88.01 | 93.83 | 37.00 |
| 3 | 24.84 | 17.95 | 21.40 | 99.89 | 78.33 | 89.11 | 1.50 |
| 4 | 23.78 | 18.55 | 21.17 | 97.81 | 76.78 | 87.30 | 0.00 |
| 5 | 23.71 | 19.02 | 21.37 | 97.23 | 83.90 | 90.57 | 2.50 |
| 6 | 22.84 | 18.64 | 20.74 | 99.23 | 84.81 | 92.02 | 4.00 |
| 7 | 22.37 | 18.64 | 20.51 | 99.27 | 86.22 | 92.75 | 71.50 |
| 8 | 22.78 | 17.59 | 20.19 | 99.57 | 85.61 | 92.59 | 9.50 |
| 9 | 25.99 | 17.91 | 21.95 | 99.37 | 73.08 | 86.23 | 1.00 |
| 10 | 25.43 | 17.16 | 21.30 | 99.46 | 74.62 | 87.04 | 1.00 |
| 11 | 25.09 | 17.94 | 21.52 | 99.90 | 79.90 | 89.90 | 17.00 |
| 12 | 23.80 | 17.39 | 20.60 | 100.00 | 81.28 | 90.64 | 2.50 |
| 13 | 23.10 | 18.45 | 20.78 | 99.62 | 83.77 | 91.70 | 20.50 |
| 14 | 22.73 | 18.34 | 20.54 | 99.49 | 85.42 | 92.46 | 10.50 |
| 15 | 21.10 | 17.86 | 19.48 | 99.42 | 86.65 | 93.04 | 5.50 |
| 16 | 20.80 | 16.94 | 18.87 | 99.49 | 88.95 | 94.22 | 10.50 |
| 17 | 21.19 | 16.86 | 19.03 | 100.00 | 88.46 | 94.23 | 2.00 |
| 18 | 23.12 | 16.86 | 19.99 | 99.48 | 81.83 | 90.66 | 7.50 |
| 19 | 25.29 | 17.50 | 21.40 | 100.00 | 67.11 | 83.56 | 8.50 |
| 20 | 24.08 | 16.27 | 20.18 | 99.25 | 68.91 | 84.08 | 0.00 |
| 21 | 22.80 | 16.07 | 19.44 | 99.23 | 79.12 | 89.18 | 9.00 |
| 22 | 21.46 | 17.41 | 19.44 | 99.34 | 86.05 | 92.70 | 17.00 |
| 23 | 21.16 | 17.36 | 19.26 | 99.79 | 89.25 | 94.52 | 31.50 |
| 24 | 21.51 | 17.59 | 19.55 | 100.00 | 87.86 | 93.93 | 11.50 |

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

| วันที่ | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | | ความชื้น (%) | | | ปริมาณ น้ำฝน (มม./วัน) |
|-----------|-------------------------|--------|--------|--------------|---------|---------|------------------------------|
| | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | |
| 25 | 23.71 | 16.41 | 20.06 | 99.81 | 76.87 | 88.34 | 5.00 |
| 26 | 27.63 | 15.66 | 21.65 | 100.00 | 61.42 | 80.71 | 0.50 |
| 27 | 26.05 | 16.05 | 21.05 | 100.00 | 65.21 | 82.61 | 14.50 |
| 28 | 24.62 | 16.57 | 20.60 | 100.00 | 76.60 | 88.30 | 1.50 |
| 29 | 25.03 | 15.62 | 20.33 | 100.00 | 79.01 | 89.51 | 2.50 |
| 30 | 23.96 | 15.36 | 19.66 | 100.00 | 79.41 | 89.71 | 0.00 |
| 31 | 22.98 | 16.87 | 19.93 | 99.76 | 81.10 | 90.43 | 50.00 |
| รวม | 729.39 | 537.55 | 633.47 | 3085.05 | 2480.24 | 2782.65 | 363.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 23.53 | 17.34 | 20.43 | 99.52 | 80.01 | 89.76 | 22.69 |
| สูงสุด | 27.63 | 19.02 | 21.95 | 100.00 | 88.95 | 94.23 | 71.50 |
| ต่ำสุด | 20.80 | 15.36 | 19.03 | 97.23 | 61.42 | 80.71 | 0.00 |

ที่มา: สถานีตรวจวัดอากาศสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (2552)

ตารางผนวกที่ 7 สภาพภูมิอากาศ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ประจำปี 2551

| เดือน | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | | ความชื้น (%) | | | ปริมาณ น้ำฝน (มม./วัน) |
|------------|-------------------------|--------|--------|--------------|--------|--------|------------------------------|
| | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | |
| มกราคม | 23.50 | 0.90 | 12.20 | 99.60 | 25.80 | 62.70 | 157.50 |
| กุมภาพันธ์ | 25.50 | 1.70 | 13.60 | 99.30 | 21.00 | 60.15 | 4.50 |
| มีนาคม | 28.10 | 6.70 | 17.40 | 99.80 | 19.80 | 59.80 | 21.50 |
| เมษายน | 30.60 | 11.10 | 20.85 | 99.60 | 29.80 | 64.70 | 87.00 |
| พฤษภาคม | 27.35 | 14.61 | 20.98 | 99.80 | 47.84 | 73.82 | 11.00 |
| มิถุนายน | 27.21 | 15.64 | 21.43 | 100.00 | 58.32 | 79.16 | 74.00 |
| กรกฎาคม | 25.25 | 17.02 | 21.14 | 99.83 | 65.65 | 82.74 | 306.50 |
| สิงหาคม | 24.41 | 0.00 | 12.21 | 100.00 | 0.00 | 50.00 | 436.00 |
| กันยายน | 24.86 | 2.62 | 13.74 | 100.00 | 0.00 | 50.00 | 307.00 |
| ตุลาคม | 25.97 | 0.00 | 12.99 | 100.00 | 0.00 | 50.00 | 318.50 |
| พฤศจิกายน | 23.26 | 0.00 | 11.63 | 100.00 | 29.84 | 64.92 | 74.50 |
| ธันวาคม | 22.21 | 1.23 | 11.72 | 100.00 | 40.18 | 70.09 | 3.00 |
| รวม | 308.22 | 71.52 | 189.87 | 1197.93 | 338.23 | 768.08 | 1801.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 25.69 | 5.96 | 15.82 | 99.83 | 28.19 | 64.01 | 150.08 |
| สูงสุด | 28.10 | 17.02 | 21.43 | 100.00 | 65.65 | 82.74 | 436.00 |
| ต่ำสุด | 22.21 | 0.00 | 11.63 | 99.30 | 0.00 | 50.00 | 3.00 |

ตารางผนวกที่ 8 สภาพภูมิอากาศ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ประจำปี 2552

| เดือน | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | | ความชื้น (%) | | | ปริมาณ น้ำฝน (มม./วัน) |
|------------|-------------------------|--------|--------|--------------|--------|--------|------------------------------|
| | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | สูงสุด | ต่ำสุด | เฉลี่ย | |
| มกราคม | 23.59 | 1.47 | 12.53 | 100.00 | 33.98 | 66.99 | 2.00 |
| กุมภาพันธ์ | 28.01 | 3.61 | 15.81 | 99.70 | 18.30 | 59.00 | 0.50 |
| มีนาคม | 28.00 | 5.79 | 16.90 | 99.28 | 17.13 | 58.21 | 25.50 |
| เมษายน | 29.79 | 10.20 | 20.00 | 99.42 | 29.83 | 64.63 | 49.50 |
| พฤษภาคม | 29.03 | 12.77 | 20.90 | 100.00 | 39.68 | 69.84 | 366.00 |
| มิถุนายน | 26.07 | 15.41 | 20.74 | 100.00 | 65.88 | 82.94 | 110.50 |
| กรกฎาคม | 27.91 | 16.07 | 21.99 | 100.00 | 67.23 | 83.62 | 203.00 |
| สิงหาคม | 27.63 | 15.36 | 21.50 | 100.00 | 61.42 | 80.71 | 363.00 |
| กันยายน | 26.35 | 12.25 | 19.30 | 100.00 | 55.87 | 77.94 | 273.50 |
| ตุลาคม | 25.68 | 12.32 | 19.00 | 100.00 | 54.85 | 77.43 | 177.60 |
| พฤศจิกายน | 26.57 | 4.84 | 15.71 | 98.51 | 48.07 | 73.29 | 9.90 |
| ธันวาคม | 22.91 | 1.23 | 12.07 | 98.74 | 23.52 | 61.13 | 11.55 |
| รวม | 321.54 | 111.32 | 216.43 | 1195.65 | 515.76 | 855.71 | 1592.55 |
| ค่าเฉลี่ย | 26.80 | 9.28 | 18.04 | 99.64 | 42.98 | 71.31 | 132.71 |
| สูงสุด | 29.79 | 16.07 | 21.99 | 100.00 | 67.23 | 83.62 | 366.00 |
| ต่ำสุด | 22.91 | 1.23 | 12.07 | 98.51 | 17.13 | 58.21 | 0.50 |

ที่มา: สถานีตรวจวัดอากาศสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (2552)

ตารางผนวกที่ 9 จำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

| รูปแบบการใช้ ประโยชน์ที่ดิน (Land use types) | พฤศจิกายน (ตัว) | กุมภาพันธ์ (ตัว) | มิถุนายน (ตัว) | สิงหาคม (ตัว) | จำนวน ทั้งหมด (ตัว) |
|--|--------------------|---------------------|-------------------|------------------|---------------------------|
| แปลงป่าดิบเขา (HA) | 115 | 78 | 976 | 594 | 1,763 |
| แปลงเมเปิลหอม (MP) | 57 | 91 | 307 | 292 | 747 |
| แปลงสาละเอเซีย (AP) | 149 | 129 | 941 | 678 | 1,900 |
| แปลงชาจีน (TP) | 107 | 130 | 710 | 485 | 1,429 |
| แปลงสตรอเบอร์รี่ (SP) | 109 | 50 | 464 | 186 | 809 |
| แปลงผัก (VP) | 92 | 40 | 233 | 274 | 639 |
| รวมทั้งหมด (ตัว) | 629 | 518 | 3631 | 2509 | 7,287 |

ตารางผนวกที่ 10 จำนวนแมลงในดินทั้งหมดแบ่งตามอันดับแมลง

| อันดับแมลง (orders) | รูปแบบการใช้ ประโยชน์ที่ดิน | พ.ย. | ก.พ. | มิ.ย. | ส.ค. | จำนวนทั้งหมด (ตัว) |
|------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------|
| | | 2551 (ตัว) | 2552 (ตัว) | 2552 (ตัว) | 2552 (ตัว) | |
| Collembola | แปลงป่าดิบเขา | 67 | 24 | 892 | 459 | 1442 |
| | แปลงเมเปิลหอม | 32 | 33 | 201 | 155 | 421 |
| | แปลงสาละเอนเซีย | 65 | 95 | 781 | 364 | 1305 |
| | แปลงชาจีน | 57 | 78 | 493 | 337 | 965 |
| | แปลงสตรอเบอร์รี่ | 98 | 17 | 55 | 12 | 182 |
| | แปลงผัก | 9 | 15 | 10 | 12 | 46 |
| รวม | | 328 | 262 | 2432 | 1339 | 4361 |
| Orthoptera | แปลงป่าดิบเขา | 2 | 2 | 2 | 5 | 11 |
| | แปลงเมเปิลหอม | 0 | 1 | 26 | 33 | 60 |
| | แปลงสาละเอนเซีย | 8 | 5 | 58 | 67 | 138 |
| | แปลงชาจีน | 2 | 5 | 50 | 17 | 74 |
| | แปลงสตรอเบอร์รี่ | 4 | 25 | 350 | 36 | 415 |
| | แปลงผัก | 7 | 2 | 75 | 193 | 277 |
| รวม | | 22 | 40 | 552 | 327 | 941 |
| Blattodea | แปลงป่าดิบเขา | 1 | 0 | 3 | 2 | 2 |
| | แปลงเมเปิลหอม | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 |
| | แปลงสาละเอนเซีย | 0 | 0 | 8 | 7 | 0 |
| | แปลงชาจีน | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | แปลงสตรอเบอร์รี่ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | แปลงผัก | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| รวม | | 1 | 0 | 11 | 24 | 36 |

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

| อันดับแมลง (orders) | รูปแบบการใช้ ประโยชน์ที่ดิน | พ.ย. | ก.พ. | มิ.ย. | ส.ค. | จำนวน |
|------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|
| | | 2551 (ตัว) | 2552 (ตัว) | 2552 (ตัว) | 2552 (ตัว) | ทั้งหมด (ตัว) |
| Dermaptera | แปลงป่าดิบเขา | 0 | 0 | 6 | 3 | 9 |
| | แปลงเมเปิลหอม | 0 | 0 | 2 | 2 | 4 |
| | แปลงสาละเอเซีย | 0 | 0 | 12 | 14 | 26 |
| | แปลงชาจีน | 0 | 0 | 0 | 32 | 32 |
| | แปลงสตรอเบอร์รี่ | 0 | 0 | 2 | 3 | 5 |
| | แปลงผัก | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| รวม | | 0 | 0 | 22 | 56 | 78 |
| Hemiptera | แปลงป่าดิบเขา | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | แปลงเมเปิลหอม | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | แปลงสาละเอเซีย | 14 | 3 | 0 | 2 | 19 |
| | แปลงชาจีน | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 |
| | แปลงสตรอเบอร์รี่ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | แปลงผัก | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| รวม | | 14 | 4 | 1 | 3 | 23 |
| Coleoptera | แปลงป่าดิบเขา | 21 | 33 | 9 | 15 | 78 |
| | แปลงเมเปิลหอม | 13 | 39 | 33 | 45 | 130 |
| | แปลงสาละเอเซีย | 20 | 22 | 35 | 44 | 121 |
| | แปลงชาจีน | 25 | 17 | 36 | 23 | 101 |
| | แปลงสตรอเบอร์รี่ | 1 | 1 | 6 | 9 | 17 |
| | แปลงผัก | 3 | 8 | 61 | 37 | 109 |
| รวม | | 83 | 120 | 180 | 173 | 556 |

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

| อันดับแมลง (orders) | รูปแบบการใช้ ประโยชน์ที่ดิน | พ.ย. | ก.พ. | มี.ย. | ส.ค. | จำนวน ทั้งหมด (ตัว) |
|------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------------|
| | | 2551 (ตัว) | 2552 (ตัว) | 2552 (ตัว) | 2552 (ตัว) | |
| Diptera | แปลงป่าดิบเขา | 15 | 4 | 24 | 53 | 96 |
| | แปลงเมเปิลหอม | 10 | 9 | 39 | 49 | 107 |
| | แปลงสาละเอเซีย | 10 | 1 | 32 | 45 | 88 |
| | แปลงชาจีน | 9 | 8 | 12 | 12 | 41 |
| | แปลงสตรอเบอร์รี่ | 6 | 1 | 10 | 29 | 46 |
| | แปลงผัก | 59 | 3 | 19 | 10 | 91 |
| รวม | | 109 | 26 | 136 | 198 | 469 |
| Hymenoptera | แปลงป่าดิบเขา | 10 | 15 | 41 | 59 | 125 |
| | แปลงเมเปิลหอม | 2 | 9 | 6 | 8 | 25 |
| | แปลงสาละเอเซีย | 32 | 6 | 23 | 142 | 316 |
| | แปลงชาจีน | 14 | 17 | 118 | 64 | 213 |
| | แปลงสตรอเบอร์รี่ | 0 | 6 | 41 | 97 | 144 |
| | แปลงผัก | 14 | 11 | 68 | 20 | 113 |
| รวม | | 72 | 64 | 297 | 390 | 823 |
| รวมทั้งหมด | | 629 | 518 | 3631 | 2509 | 7287 |

ตารางผนวกที่ 11 จำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

| อันดับแมลง (orders) | รูปแบบการใช้ ประโยชน์ที่ดิน | พ.ย. 2551 (ตัว) | ก.พ. 2552 (ตัว) | มิ.ย. 2552 (ตัว) | ส.ค. 2552 (ตัว) | จำนวน ทั้งหมด (ตัว) |
|------------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| แปลงป่าดิบเขา | Collembola | 67 | 24 | 892 | 459 | 1442 |
| | Orthoptera | 1 | 2 | 1 | 3 | 7 |
| | Blattodea | 1 | 0 | 3 | 2 | 6 |
| | Dermapter | 0 | 0 | 6 | 3 | 9 |
| | Hemiptera | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Coleoptera | 21 | 33 | 9 | 15 | 78 |
| | Diptera | 15 | 4 | 24 | 53 | 96 |
| | Hymenoptera | 10 | 15 | 41 | 59 | 125 |
| รวม | | 115 | 78 | 976 | 594 | 1763 |
| แปลงเมเปิลหอม | Collembola | 32 | 33 | 201 | 155 | 421 |
| | Orthoptera | 0 | 1 | 26 | 33 | 60 |
| | Blattodea | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Dermapter | 0 | 0 | 2 | 2 | 4 |
| | Hemiptera | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Coleoptera | 13 | 39 | 33 | 45 | 130 |
| | Diptera | 10 | 9 | 39 | 49 | 107 |
| | Hymenoptera | 2 | 9 | 6 | 8 | 25 |
| รวม | | 57 | 91 | 307 | 292 | 747 |

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

| อันดับแมลง (orders) | รูปแบบการใช้ ประโยชน์ที่ดิน | พ.ย. 2551 (ตัว) | ก.พ. 2552 (ตัว) | มี.ย. 2552 (ตัว) | ส.ค. 2552 (ตัว) | จำนวน ทั้งหมด (ตัว) |
|------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| แปลงสาธิตเอเชีย | Collembola | 65 | 95 | 781 | 364 | 1305 |
| | Orthoptera | 8 | 5 | 50 | 60 | 123 |
| | Blattodea | 0 | 0 | 8 | 7 | 15 |
| | Dermapter | 0 | 0 | 12 | 14 | 26 |
| | Hemiptera | 14 | 3 | 0 | 2 | 19 |
| | Coleoptera | 20 | 22 | 35 | 44 | 121 |
| | Diptera | 10 | 1 | 32 | 45 | 88 |
| | Hymenoptera | 32 | 6 | 23 | 142 | 203 |
| รวม | | 149 | 132 | 941 | 678 | 1900 |
| แปลงชาจีน | Collembola | 57 | 78 | 493 | 337 | 965 |
| | Orthoptera | 2 | 5 | 50 | 17 | 74 |
| | Blattodea | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Dermapter | 0 | 0 | 0 | 32 | 32 |
| | Hemiptera | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 |
| | Coleoptera | 25 | 17 | 36 | 23 | 101 |
| | Diptera | 9 | 8 | 12 | 12 | 41 |
| | Hymenoptera | 14 | 17 | 118 | 64 | 213 |
| รวม | | 107 | 127 | 710 | 485 | 1429 |

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

| อันดับแมลง (orders) | รูปแบบการใช้ ประโยชน์ที่ดิน | พ.ย. 2551 (ตัว) | ก.พ. 2552 (ตัว) | มี.ย. 2552 (ตัว) | ศ.ค. 2552 (ตัว) | จำนวนทั้งหมด (ตัว) |
|------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| แปลงสตรอเบอรี่ | Collembola | 98 | 17 | 55 | 12 | 182 |
| | Orthoptera | 4 | 25 | 350 | 36 | 415 |
| | Blattodea | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Dermapter | 0 | 0 | 2 | 3 | 5 |
| | Hemiptera | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Coleoptera | 1 | 1 | 6 | 9 | 17 |
| | Diptera | 6 | 1 | 10 | 29 | 46 |
| | Hymenoptera | 0 | 6 | 41 | 97 | 144 |
| รวม | | 109 | 50 | 464 | 186 | 809 |
| แปลงผัก | Collembola | 9 | 15 | 10 | 12 | 46 |
| | Orthoptera | 7 | 2 | 75 | 193 | 277 |
| | Blattodea | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Dermapter | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| | Hemiptera | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | Coleoptera | 3 | 8 | 61 | 37 | 109 |
| | Diptera | 59 | 3 | 19 | 10 | 91 |
| | Hymenoptera | 14 | 11 | 68 | 20 | 113 |
| รวม | | 92 | 40 | 233 | 274 | 639 |
| ผลรวมทั้งหมด | | 629 | 518 | 3631 | 2509 | 7287 |

ตารางผนวกที่ 12 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินฤดูแล้งและฤดูฝน

| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน | ฤดูแล้ง | | | | ฤดูฝน | | | |
|----------------------------|------------|------------|----------------------|------------------------------|-------------|------------|----------------------|--------------------------|
| | พ.ย. 51 | ก.พ. 52 | ค่าเฉลี่ย (Means) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) | มิ.ย. 52 | ส.ค. 52 | ค่าเฉลี่ย (Means) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(SD) |
| แปลงสาธิตเอเชีย | 149 | 132 | 140.50 | 12.02 | 941 | 678 | 809.50 | 185.97 |
| แปลงป่าดิบเขา | 115 | 78 | 96.50 | 26.16 | 976 | 594 | 785.00 | 270.11 |
| แปลงเมเปิลหอม | 57 | 91 | 74.00 | 24.04 | 307 | 292 | 299.50 | 10.61 |
| แปลงสตรอเบอร์รี่ | 109 | 50 | 79.50 | 41.72 | 464 | 186 | 325.00 | 196.58 |
| แปลงชาจีน | 107 | 127 | 117.00 | 14.14 | 710 | 485 | 597.50 | 159.10 |
| แปลงผัก | 92 | 40 | 66.00 | 36.77 | 233 | 274 | 253.50 | 28.99 |
| รวม | 629 | 518 | 573.50 | 159.10 | 3631 | 2509 | 3070.00 | 851.36 |

ตารางผนวกที่ 13 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมด

| Source | df | Mean Squares | F-ratio | p-value |
|---|----|--------------|---------|---------|
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน | 5 | 7,640.758 | 8.893 | 0.000 |
| ฤดูกาล | 1 | 103,875.204 | 333.029 | 0.000 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับ ฤดูกาล | 5 | 5,211.364 | 16.708 | 0.000 |
| การสุ่มตัวอย่างในแต่ละเดือน | 3 | 38,156.193 | 154.373 | 0.000 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับ การสุ่มตัวอย่างในแต่ละ เดือน | 15 | 2,212.720 | 8.952 | 0.000 |

ตารางผนวกที่ 14 ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในอันดับ Collembola

| Source | df | Mean Squares | F-ratio | p-value |
|---|----|--------------|---------|---------|
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน | 5 | 8,781.874 | 36.164 | 0.000 |
| ฤดูกาล | 1 | 42,161.504 | 173.621 | 0.000 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับ ฤดูกาล | 5 | 7,206.894 | 29.678 | 0.000 |
| การสุ่มตัวอย่างในแต่ละเดือน | 3 | 17,384.404 | 106.095 | 0.000 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับ การสุ่มตัวอย่างในแต่ละ เดือน | 15 | 3,067.754 | 18.722 | 0.000 |

ตารางผนวกที่ 15 ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในอันดับ Orthoptera

| Source | df | Mean Squares | F-ratio | p-value |
|---|----|--------------|---------|---------|
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน | 5 | 620.264 | 12.322 | 0.000 |
| ฤดูกาล | 1 | 2,781.204 | 55.249 | 0.000 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับ ฤดูกาล | 5 | 490.704 | 9.748 | 0.000 |
| การสุ่มตัวอย่างในแต่ละเดือน | 3 | 1,068.593 | 40.042 | 0.000 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับ การสุ่มตัวอย่างในแต่ละ เดือน | 15 | 516.140 | 19.341 | 0.000 |

ตารางผนวกที่ 16 ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในอันดับ Blattodea

| Source | df | Mean Squares | F-ratio | p-value |
|---|----|--------------|---------|---------|
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน | 5 | 1.350 | 4.148 | 0.001 |
| ฤดูกาล | 1 | 4.817 | 14.801 | 0.000 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับ ฤดูกาล | 5 | 1.367 | 4.199 | 0.001 |
| การสุ่มตัวอย่างในแต่ละเดือน | 3 | 2.078 | 7.146 | 0.000 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับ การสุ่มตัวอย่างในแต่ละ เดือน | 15 | 1.121 | 3.856 | 0.000 |

ตารางผนวกที่ 17 ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในอันดับ Dermaptera

| Source | df | Mean Squares | F-ratio | p-value |
|---|----|--------------|---------|---------|
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน | 5 | 4.060 | 2.394 | 0.039 |
| ฤดูกาล | 1 | 25.350 | 14.946 | 0.000 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับ ฤดูกาล | 5 | 4.060 | 2.394 | 0.039 |
| การสุ่มตัวอย่างในแต่ละเดือน | 3 | 11.661 | 7.528 | 0.000 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับ การสุ่มตัวอย่างในแต่ละ เดือน | 15 | 4.184 | 2.701 | 0.001 |

ตารางผนวกที่ 18 ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในอันดับ Hemiptera

| Source | df | Mean Squares | F-ratio | p-value |
|---|----|--------------|---------|---------|
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน | 5 | 1.414 | 7.668 | 0.000 |
| ฤดูกาล | 1 | 1.204 | 6.529 | 0.011 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับ ฤดูกาล | 5 | 0.894 | 4.848 | 0.000 |
| การสุ่มตัวอย่างในแต่ละเดือน | 3 | 0.582 | 3.541 | 0.016 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับ การสุ่มตัวอย่างในแต่ละ เดือน | 15 | 0.699 | 4.251 | 0.001 |

ตารางผนวกที่ 19 ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในอันดับ Coleoptera

| Source | df | Mean Squares | F-ratio | p-value |
|--|----|--------------|---------|---------|
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน | 5 | 42.367 | 4.975 | 0.000 |
| ฤดูกาล | 1 | 93.750 | 11.008 | 0.001 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินกับ ฤดูกาล | 5 | 36.110 | 4.240 | 0.001 |
| การสุ่มตัวอย่างในแต่ละเดือน | 3 | 35.189 | 4.119 | 0.007 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินกับ การสุ่มตัวอย่างในแต่ละเดือน | 15 | 17.676 | 2.069 | 0.012 |

ตารางผนวกที่ 20 ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในอันดับ Diptera

| Source | df | Mean Squares | F-ratio | p-value |
|--|----|--------------|---------|---------|
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน | 5 | 19.134 | 1.757 | 0.123 |
| ฤดูกาล | 1 | 165.004 | 15.153 | 0.000 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินกับ ฤดูกาล | 5 | 40.214 | 3.693 | 0.003 |
| การสุ่มตัวอย่างในแต่ละเดือน | 3 | 84.815 | 8.190 | 0.000 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินกับ การสุ่มตัวอย่างในแต่ละเดือน | 15 | 23.832 | 2.301 | 0.005 |

ตารางผนวกที่ 21 ความแปรปรวนของจำนวนแมลงในดินทั้งหมดในอันดับ Hymenoptera

| Source | df | Mean Squares | F-ratio | p-value |
|-------------------------------|----|--------------|---------|---------|
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน | 5 | 117.224 | 7.615 | 0.000 |
| ฤดูกาล | 1 | 1,265.004 | 82.177 | 0.000 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินกับ | 5 | 76.784 | 4.988 | 0.000 |
| ฤดูกาล | | | | |
| การสุ่มตัวอย่างในแต่ละเดือน | 3 | 445.871 | 41.382 | 0.000 |
| รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินกับ | 15 | 99.584 | 9.243 | 0.000 |
| การสุ่มตัวอย่างในแต่ละเดือน | | | | |



ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะสภาพพื้นที่แปลงสาธิตเอเซีย



ภาพผนวกที่ 2 ลักษณะสภาพพื้นที่แปลงป่าดิบเขา



ภาพผนวกที่ 3 ลักษณะสภาพพื้นที่แปลงป่าปลูกเมเปิ้ลหอม



ภาพผนวกที่ 4 ลักษณะสภาพพื้นที่แปลงสตอเบอรี่



ภาพผนวกที่ 5 ลักษณะสภาพพื้นที่แปลงชาจีน



ภาพผนวกที่ 6 ลักษณะสภาพพื้นที่แปลงผัก

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

| | |
|--------------------------------|---|
| ชื่อ –นามสกุล | นางสาวณัฐกานต์ วิชัยคำ |
| วัน เดือน ปี ที่เกิด | 12 เมษายน 2528 |
| สถานที่เกิด | จังหวัดเชียงราย |
| ประวัติการศึกษา | ศึกษาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรและสิ่งแวดล้อมศึกษา) เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน | - |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | - |
| ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ | - |
| ทุนการศึกษาที่ได้รับ | - |