การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประเภทแสงฟ้าและแสงม่วง ในการดึงดูดแมลงและแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัย ในอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ

สรารัตน์ สอนสุกอง

การศึกษาอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาชีววิทยา

กันยายน 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

คณะกรรมการสอบการศึกษาอิสระ อาจารย์ที่ปรึกษา และคณบดีคณะวิทยาศาสตร์ได้พิจารณาการศึกษาเรื่อง “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประเภทแสงฟ้าและแสงม่วง ในการดึงดูดแมลงและแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัย ในอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา ของมหาวิทยาลัยพะเยา

.....

(ผศ.ดร.จตุพร ตั้งจิตรวิทยากูล)

ประธานกรรมการ

.....

(ดร.อาทิตย์ นันทขว้าง)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ดร.ประลองยุทธ ศรีปาลวิทย์)

กรรมการ

.....

(รองศาสตราจารย์ปรียานันท์ แสนโภชน์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

กันยายน 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อาทิตย์ นันทขว้าง อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาอิสระเป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และคำปรึกษาในการทำงานวิจัย เสนอแนวทางการทำงาน ตรวจทานเอกสารงานวิจัย ตลอดจนคอยช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจจนงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ประลองยุทธ ศรีปาลวิทย์ และ ผศ.ดร.จตุพร ตั้งจิตรวิทยากูล ที่กรุณาสละเวลาเป็นกรรมการสอบการศึกษาอิสระในครั้งนี้ ตลอดจนช่วยให้คำแนะนำ ข้อชี้แนะ และการตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการชีววิทยา มหาวิทยาลัยพะเยา ทุกคนในการให้คำปรึกษา และให้การช่วยเหลือจนงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา รวมทั้งผู้เป็นเจ้าของงานวิจัยที่ข้าพเจ้าได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัย จนดำเนินการวิจัยได้สำเร็จเป็นอย่างดี

สรารัตน์ สอนสุกอง

ชื่อเรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทแสงฟ้าและแสงม่วงในการดึงดูดแมลงและแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัย ในอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ

ผู้ศึกษาค้นคว้า นางสาวสรารัตน์ สอนสุกอง

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.อาทิตย์ นันทขว้าง

วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยพะเยา, 2561

คำสำคัญ กับดักแสงไฟ แมลงหนอนปลอกน้ำ หลอดฟลูออเรสเซนต์

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาโดยการใช้กับดักแสงไฟดักจับแมลง ในช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2561 โดยแบ่งเป็น 4 จุดเก็บตัวอย่าง ได้แก่ บริเวณริมฝั่งของอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ 2 จุด และบริเวณจุดปล่อยน้ำใกล้ทางเข้าอ่างเก็บน้ำ 2 จุด โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทแสงฟ้าและแสงม่วงที่มีความยาวคลื่นแสงต่างกันต่อการดักจับแมลง ศึกษาความหลากหลายของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัย เปรียบเทียบประเภทของลำธารที่ส่งผลต่อความหลากหลายของตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำที่ถูกดักจับโดยกับดักแสงไฟ วิเคราะห์หาความคล้ายคลึง (Similarity index) ดัชนีความหลากหลายของแชนนอนวีเนอร์ (Shannon – Wiener diversity) และดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness index) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดึงดูดของหลอดแสงฟ้าและแสงม่วง พบว่า กับดักแสงไฟประเภทแสงม่วงสามารถดักจับแมลงได้จำนวนมากกว่ากับดักแสงไฟประเภทแสงฟ้า แสงม่วงสามารถดึงดูดแมลงในอันดับ Hymenoptera ได้ดีกว่าแสงฟ้า และแสงฟ้าสามารถดึงดูดแมลงในอันดับ Coleoptera และ Hemiptera ได้ดีกว่าแสงม่วง การศึกษาความหลากหลายของแมลงหนอนปลอกน้ำ พบแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยเพศผู้ทั้งหมด 9 วงศ์ 48 ชนิด 2,534 ตัว ชนิดที่พบมากที่สุด คือ *Ecnomus puro* พบ 1,120 ตัว โดยค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงหนอนปลอกน้ำมากที่สุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าเท่ากับ 2.10 ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแมลงหนอนปลอกน้ำมากที่สุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.62 ดัชนีความคล้ายคลึง พบว่า จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 4 มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 67.92 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมเหมือนกัน และพื้นท้องน้ำเป็นคอนกรีตที่เททับลำห้วยธรรมชาติเช่นเดียวกัน

Title The comparison of blue light and purple light on the insects and caddisflies (adult) attraction in Mae Tam Reservoir

Author Miss Sararat Sonsugong

Advisor Dr.Arthit Nuntakwang

Bachelor of Science Program in Biology University of Phayao, 2018

Keywords Light trapping, Caddis flies, Fluorescent tube

Abstract

This study was conducted using the light trap to collect the insects at Mae Tam Reservoir during January to April 2018. The sampling sites were divided into 4 sites. Two sites are located at the reservoir's shore and the others are located at the reservoir's outlet. The aims of the study are to compare the efficiency on insects attraction between blue and purple light of the fluorescent bulb, which have a different wavelengths. To compare the diversity of caddisfly in the different stream habitat using a Similarity index, Shannon–Wiener index and Evenness index. The result showed that the purple light can attract insects better than blue light. Hymenoptera were attracted by purple light. Coleoptera and Hemiptera were attracted by blue light. The study on diversity of Caddisflies adult showed that the 2,534 individual of 9 family 48 species were collected. *Ecnomus puro* were the most abundant species (1,120 individual). The highest Shannon–Wiener diversity index was sampling sites 4 (2.10). The highest Evenness index was sampling sites 4 (0.62). Similarity index show that sampling sites 3 and 4 have the highest value (67.92%) because they have the same substratum type which was adapted from a natural creek to a concrete bed.

สารบัญ

หน้า

อนุมัติ..... ก
กิตติกรรมประกาศ..... ข
บทคัดย่อภาษาไทย..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง
สารบัญ..... จ
สารบัญตาราง..... ซ
สารบัญภาพ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์..... 3
1.3. สมมติฐานของการวิจัย..... 3
1.4 ขอบเขตของการศึกษา..... 4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ..... 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 5
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 15

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี..... 17
3.2 สถานที่ศึกษาและเก็บตัวอย่าง..... 18
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 19

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ผลการตรวจสอบคลื่นแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์
ประเภทแสงม่วง และแสงฟ้า..... 23

4.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหลอดฟลูออเรสเซนต์
ประเภทแสงม่วง และแสงฟ้าในการดักจับแมลง..... 25

4.3 ผลการเปรียบเทียบประเภทของแหล่งน้ำ
ที่ทำการดักจับแมลง..... 28

4.4 ผลการเปรียบเทียบตำแหน่งที่วางกับดักแสงไฟ..... 29

4.5 ดัชนีความคล้ายคลึง (Similarity index)..... 42

4.6 ดัชนีความหลากหลาย (Shannon–Wiener Diversity index)..... 43

4.7 ดัชนีความสม่ำเสมอของชนิด (Evenness index)..... 43

บทที่ 5 บทสรุป

5.1 ผลการตรวจสอบคลื่นแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์
ประเภทแสงม่วง และแสงฟ้า..... 44

5.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหลอดฟลูออเรสเซนต์
ประเภทแสงม่วง และแสงฟ้า ในการดักจับแมลง..... 45

5.3 ผลการเปรียบเทียบประเภทของแหล่งน้ำที่ทำการ
ดักจับแมลง..... 45

5.4 ผลการเปรียบเทียบตำแหน่งที่วางกับดักแสงไฟ..... 46

5.5 ดัชนีชีวภาพของแมลงหนอนปลอกน้ำ..... 48

บรรณานุกรม..... 50

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก จำนวนตัวของแมลงแต่ละอันดับที่สามารถดักจับได้..... 55

ภาคผนวก ข ภาพอวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ แต่ละชนิดที่ได้จากการดักจับ..... 56

ภาคผนวก ค ลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่าง และตำแหน่งที่วางกับดักแสงไฟแต่ละจุด..... 80

ประวัติผู้วิจัย..... 84

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

1 ค่าความยาวคลื่นแสงของหลอดแบล็กไลท์บลู และหลอดแบล็กไลท์ ซึ่งวัดโดยเครื่องสเปกโตรสโคป แบบตั้งโต๊ะ และอ่านค่าได้โดยตรง ที่ความยาวคลื่นแสงระหว่าง 400–800 nm 24

2 จำนวนแมลงแต่ละอันดับที่ถูกดักจับโดยใช้หลอดไฟประเภท แสงม่วง และแสงฟ้า ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1, 2, 3 และ 4..... 27

3 แมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยที่ดักจับได้ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1..... 31

4 แมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยที่ดักจับได้ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2..... 32

5 แมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยที่ดักจับได้ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3..... 32

6 แมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยที่ดักจับได้ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4..... 34

7 แมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยซึ่งดักจับโดยใช้กับดักแสงไฟ ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 – เดือนเมษายน พ.ศ. 2561..... 35

8 จำนวนของแมลงหนอนปลอกน้ำที่ได้จากการดักจับในแต่ละครั้ง ของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1..... 37

9 จำนวนของแมลงหนอนปลอกน้ำที่ได้จากการดักจับในแต่ละครั้ง ของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2..... 38

10 จำนวนของแมลงหนอนปลอกน้ำที่ได้จากการดักจับในแต่ละครั้ง ของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3..... 39

11 จำนวนของแมลงหนอนปลอกน้ำที่ได้จากการดักจับในแต่ละครั้ง ของจุดเก็บตัวอย่างที่ 4..... 40

12 ค่าดัชนีความคล้ายคลึง (ร้อยละ) เปรียบเทียบในแต่ละ จุดเก็บตัวอย่าง..... 42

13 ค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงหนอนปลอกน้ำ..... 43

14 ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแมลงหนอนปลอกน้ำ..... 43

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง **หน้า**

15 จำนวนของแมลงแต่ละอันดับ ซึ่งดักจับโดยใช้กับดักแสงไฟ ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 – เดือนเมษายน พ.ศ. 2561..... 55

สารบัญภาพ

ภาพ **หน้า**

1 จุดเก็บตัวอย่าง (จุดที่ 1, 2, 3 และ 4) 18
2 แถบสีที่ได้จากการวัดความยาวคลื่นแสงของหลอดไฟ
ประเภทแสงฟ้า 24
3 แผนภูมิเปรียบเทียบจำนวนแมลงแต่ละอันดับ ที่ถูกดักจับโดยใช้หลอดไฟ
ประเภทแสงม่วงและแสงฟ้า..... 28
4 แผนภูมิแสดงจำนวนแมลงแต่ละอันดับ ที่ถูกดักจับในบริเวณแหล่งน้ำไหล
และน้ำนิ่ง..... 29
5 แผนภูมิแสดงจำนวนแมลงที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง..... 30
6 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Cheumatopsyche lucida*..... 56
7 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Cheumatopsyche globosa*..... 56
8 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Cheumatopsyche dhanikari*..... 57
9 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Cheumatopsyche chwendingeri*..... 57

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ **หน้า**

10 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Cheumatopsyche copia*..... 58
11 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Amphipsyche meridiana*..... 58
12 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Potamyia alleni*..... 59
13 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Potamyia phaidra*..... 59
14 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Potamyia euadne*..... 60
15 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Ecnomus puro*..... 60
16 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Ecnomus obtusus*..... 61
17 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Ecnomus mammus*..... 61
18 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Ecnomus cincibilus*..... 62
19 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Ecnomus jojachin*..... 62
20 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Ecnomus atevalus*..... 63
21 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Ecnomus singkarakensis*..... 63
22 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Ecnomus alkmene*..... 64

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ **หน้า**

23 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Ecnomus alkaios*..... 64
24 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Oecetis tripunctata*..... 65
25 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Oecetis empusa*..... 65
26 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Oecetis bengalica*..... 66
27 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Oecetis scutulata*..... 66
28 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Oecetis biramosa*..... 67
29 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Oecetis meghadouta*..... 67
30 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Oecetis kodros*..... 68
31 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Setodes argentiguttatus*..... 68
32 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Setodes sarapis*..... 69
33 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Setodes tejasvin*..... 69
34 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Setodes okyrrhoe*..... 70

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ **หน้า**

35 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Leptocerus dirghachuka*..... 70
36 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Leptocerus posticus*..... 71
37 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Psychomyia kalais*..... 71
38 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Paduniella sampati*..... 72
39 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Psychomyia lak*..... 72
40 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Hydroptila thuna*..... 73
41 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Hydroptila sabit*..... 73
42 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Hydroptila gaya*..... 74
43 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Orthotrichia indica*..... 74
44 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Oxyethira bogambara*..... 75
45 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Ugandatrichia honga*..... 75
46 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Nyctiophylax maath*..... 76
47 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Chimarra chiangmaiensis*..... 76

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ **หน้า**

48 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Chimarra akkaorum*..... 77

49 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Chimarra toga*..... 77

50 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Chimarra monorum*..... 78

51 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Chimarra terramater*..... 78

52 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Marilia sumatrana*..... 79

53 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้
ชนิด *Abaria guatila*..... 79

54 จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณริมฝั่งของอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ (น้ำนิ่ง) พิกัดเหนือ
19°0’28’’ ออก 99°57’27’’ ยกระดับ 470 เมตร..... 80

55 จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณริมฝั่งของอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ (น้ำนิ่ง) พิกัด เหนือ
19°0’22’’ ออก 99°57’18’’ ยกระดับ 450 เมตร..... 81

56 จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณจุดปล่อยน้ำใกล้ทางเข้าอ่างเก็บน้ำ (น้ำไหล)
พิกัด เหนือ 19°0’18’’ ออก 99°56’33’’ ยกระดับ 440 เมตร..... 82

57 จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณจุดปล่อยน้ำใกล้ทางเข้าอ่างเก็บน้ำซึ่ง
อยู่ถัดจากจุดที่ 3 ไป 300 เมตร (น้ำไหล) พิกัด เหนือ 19°0’24’’ ออก
99°56’33’’ ยกระดับ 440 เมตร..... 83

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แสงเป็นปัจจัยทางนิเวศวิทยาที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการทางชีวภาพของแมลง ถึงแม้ว่าจะมีผลต่อแมลงไม่รุนแรงเท่ากับความร้อนหรือความชื้น แต่มีผลต่อพฤติกรรมการเคลื่อนที่และการอพยพของแมลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณแสงและช่วงเวลาที่ได้รับแสงนั้นเป็นสำคัญ คุณสมบัติต่าง ๆ ของแสงที่มีอิทธิพลต่อแมลง ได้แก่ ความสว่างของแสง (illuminance) ช่วงเวลาของแสง (photoperiod) ความยาวของคลื่นแสง (wave-length) ทิศทาง และมุมการเบี่ยงเบนของแสง (direction and degree of polarization) เป็นต้น (วีรเทพ, 2548)

เมื่อมีการใช้แสงไฟในตอนกลางคืนเราจะพบเห็นแมลงจำนวนมาก ซึ่งถูกดึงดูดเข้ามาโดยแสงไฟนั้น ๆ พฤติกรรมบินเข้าหาแสง เป็นพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด (Inherited behavior) คือ พฤติกรรมที่สิ่งมีชีวิตแสดงออกมาได้โดยไม่ต้องผ่านการเรียนรู้หรือฝึกฝนมาก่อน เป็นพฤติกรรมที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ ถูกกำหนดด้วยหน่วยพันธุกรรมหรือยีน (gene) ให้มีแบบแผนของการตอบสนองที่คงที่แน่นอน (stereotyped) ในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ซึ่งพฤติกรรมการเข้าหาแสงของแมลงที่แสดงออกมานั้นก็เพื่อประโยชน์ของตัวมันเอง เช่น การใช้แสงจันทร์นำทางในการอพยพของผีเสื้อกลางคืน การกระพริบไฟของหิ่งห้อยเพื่อเรียกคู่ผสมพันธุ์ และแสงยังเป็นหนึ่งสัญญาณที่บ่งบอกว่าบริเวณนั้นหรือตำแหน่งนั้นสามารถผ่านไปได้ หรือเป็นทางเปิดโล่ง ไม่มีอุปสรรคขวางกั้น การเดินทางไปยังจุดกำเนิดแสงจึงเป็นการการันตีว่าจะไม่ชนเข้ากับสิ่งของต้นไม้ หรือสิ่งปลูกสร้างใด ๆ แมลงจึงมั่นใจได้ว่าการบินเข้าหาแสงนั้นปลอดภัย ดังนั้นแสงจึงมีแนวโน้มที่จะล่อแมลงได้เป็นจำนวนมากในช่วงเวลากลางคืน แต่แสงจากหลอดไฟแต่ละชนิดดึงดูดแมลงได้ไม่เหมือนกัน เนื่องจากความยาวคลื่นและสีของแสงมีผลต่อการดึงดูดแมลง

แมลงที่มีการเคลื่อนไหวช้า ไม่ค่อยบินหรือชอบเกาะนิ่งอยู่กับที่ เช่น ด้วงปีกแข็ง อาจจะจับใส่ขวดฆ่าแมลงได้ง่าย แต่แมลงหลายชนิดต้องอาศัยเครื่องมือพิเศษช่วยในการจับ โดยเฉพาะแมลงที่มีขนาดเล็กและเคลื่อนไหวได้รวดเร็ว เช่น ยุง แม้จะใช้สวิงจับก็มักจะไม่ค่อยได้ผล ต้องอาศัยเครื่องมือพิเศษซึ่งประดิษฐ์ขึ้นมาสำหรับช่วยในการจับ เครื่องมือพิเศษเหล่านั้นยกตัวอย่างเช่น

- เครื่องดูด (aspirator) ใช้สำหรับจับแมลงขนาดเล็ก เช่น ยุง แมลงหวี่ เพลี้ยอ่อน มอดข้าวสาร

- เครื่องร่อน (sifter) มีประโยชน์เป็นอย่างมากในการใช้จับแมลงโดยเฉพาะแมลงศัตรูในโรงเก็บที่อาศัยปนอยู่กับเมล็ดข้าว ข้าวโพด แป้ง รำ นอกจากนั้นอาจใช้ร่อนหาแมลงตัวเล็ก ๆ ที่อาศัยอยู่ตามดิน ทราย
- กับดัก (traps) กับดักแมลงมีหลายแบบแต่ที่นิยมกัน คือ กับดักประเภทใช้แสง (light tarps) และกับดักประเภทใช้เหยื่อล่อ (bait traps) ซึ่งอาศัยหลักการเดียวกันคือ ใช้แสงหรือเหยื่อเป็นตัวล่อให้แมลงบินเข้ามาติดกับดัก

กับดักแสงไฟได้ถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น เพื่อตรวจสอบแมลงที่มีประโยชน์ทางการเกษตร ใช้ดักจับแมลงกลุ่มเป้าหมายที่ออกหากินตอนกลางคืน และเพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืช เป็นต้น กับดักแสงไฟใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพสูง กับดักแสงไฟจึงถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการเกษตร เนื่องจากไม่เป็นภัยต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อเทียบกับสารเคมีฆ่าแมลง ลักษณะสำคัญของกับดักแสงไฟคือ มีจุดที่ตั้งของแสงอยู่ที่ศูนย์กลาง แสงจะล่อให้แมลงบินเข้ามาหาและกระทบตกลงไปในถาดรองที่ใส่น้ำอยู่ กับดักจะมีรูปร่างหรือสีที่แตกต่างกัน แล้วแต่ผู้ออกแบบที่จะประดิษฐ์ให้ตรงกับความมุ่งหมายที่จะใช้กับแมลง ตลอดจนเพื่อความสะดวกแก่การลำเลียงหรือต่อเติมเครื่องมือบางชนิดลงไปกับดักเพื่อให้กับดักนั้นมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น (ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542)

การมองเห็นของแมลงแตกต่างกับมนุษย์ แสงสีไฟในคลื่นแสงต่าง ๆ มีผลต่อการดึงดูดแมลงได้แตกต่างกัน ตาของแมลงจะตอบสนองต่อช่วงแสงที่ความยาวคลื่นระหว่าง 253 – 700 nm นอกจากนี้ยังพบว่าแสงไฟที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ กันสามารถดึงดูดแมลงมากกว่า 1,000 ชนิด ที่ออกหากินในเวลากลางคืน (Dethier, 1963) ผีเสื้อกลางคืนและแมลงบางกลุ่มจะมีพฤติกรรมเข้าหาแสงไฟ โดยเฉพาะไฟที่มีช่วงของคลื่นแสงสั้น คือคลื่นแสงที่มีความยาวของคลื่นน้อยกว่า 400 nm จะเป็นช่วงคลื่นแสงที่เป็นรังสี Ultraviolet ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า การที่เรารู้ว่าแสงชนิดไหนมีการดึงดูดมากที่สุดนั้นสามารถช่วยให้วิศวกรออกแบบอุปกรณ์ดักจับแมลงด้วยไฟฟ้าได้ดียิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น แมลงวันชอบแสงสว่าง จึงชอบบินเข้าหาที่ที่มีแสงสว่างเสมอ มนุษย์จึงคิดค้นประดิษฐ์ ทำกับดักแมลงวัน โดยใช้แสงหรือสารที่สว่างเพื่อล่อให้แมลงวันบินเข้ามาตอมที่เหยื่อล่อ แล้วติดอยู่ในกับดัก แมลงวันบางชนิดนอกจากจะชอบแสงสว่างแบบธรรมชาติ ยังชอบแสงอัลตร้าไวโอเลต (UV light) โดยเฉพาะแมลงวันหัวเขียว จึงมีการกำจัดแมลงวัน โดยใช้ตะเกียงแสงอัลตร้าไวโอเลต ล่อให้แมลงวันมาเล่นกับแสงไฟ แล้วถูกไฟช็อตตาย หรือติดอยู่ในกับดักไฟฟ้า

อุปกรณ์ที่ปล่อยแสงสีม่วงและมีตาข่ายไฟฟ้าซึ่งถูกขายเพื่อใช้ในการกำจัดแมลงวันและยุง แต่มีการศึกษาที่ให้ผลว่า มากกว่า 97 เปอร์เซ็นต์ของแมลงถูกฆ่าโดยเครื่องดักจับแมลง

ไม่ได้มาจากกลุ่มเหล่านั้นเลย ในความจริงแล้ว แมลงหลาย ๆ ชนิดที่ถูกล่อเข้าไปในเครื่องดักจับแมลงนั้นเป็นสายพันธุ์ที่ช่วยชาวสวนด้วยการกินศัตรูพืช (Sid Perkins, 2016)

แมลงหนอนปลอกน้ำ (caddisflies) เป็นแมลงที่มีขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ลักษณะโดยทั่วไปคล้ายผีเสื้อกลางคืน ตัวเต็มวัยมีตารวมใหญ่ ปากแบบกัดกิน หนวดแบบเส้นด้ายยาวเท่าหรือยาวกว่าลำตัว มีปีก 2 คู่ ปีกคู่หลังกว้างกว่าแต่สั้นกว่าปีกคู่หน้า เนื้อปีกเป็นแบบ membrane มักมีขนปกคลุม เมื่อเกาะนิ่งจะพับปีกเป็นรูปหลังคาคลุมส่วนท้อง ตัวเมียวางไข่ในน้ำเป็นสายโดยมีเมือกคล้ายวุ้นห่อหุ้มหรือวางติดกับวัตถุบริเวณชายน้ำ บางชนิดไม่กินอาหาร ตอนกลางวันจะเกาะพักตามที่ร่มเย็นใกล้แหล่งน้ำ ตามกอหญ้าและต้นไม้ จะออกบินตอนค่ำและถูกดึงดูดได้ด้วยแสงไฟ แต่ความสามารถในการบินต่ำ แมลงหนอนปลอกน้ำมีการค้นพบแล้วประมาณ 4,900 ชนิด (ทิพย์วรรณ, 2559) มีการใช้ประโยชน์ของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำในการบอกคุณภาพน้ำ เนื่องจากตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำชอบอาศัยอยู่ในน้ำที่สะอาด มีออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำสูง ดังนั้นจึงมักจะพบตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่สะอาด และมีคุณภาพดี ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำยังเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญในสายใยอาหารของระบบนิเวศตามลำธาร คลอง ที่ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำอาศัย คือเป็นทั้งผู้ล่าและในขณะเดียวกันก็เป็นเหยื่อของสัตว์น้ำอื่นที่อยู่ในน้ำ เช่น ปลา ตัวอ่อนของแมลงปอ ตัวอ่อนของแมลงน้ำต่าง ๆ ส่วนตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำที่อาศัยอยู่ตามริมฝั่งน้ำ ก็เป็นเหยื่อของสัตว์อื่น เช่น นก ค้างคาว กิ้งก่า แมลงปอ และสัตว์กินแมลงต่าง ๆ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ประเภทแสงฟ้าและแสงม่วงที่มีความยาวคลื่นแสงต่างกัน ต่อการดักจับแมลง

2. เพื่อศึกษาความหลากหลายของแมลงหนอนปลอกน้ำ บริเวณอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ

3. เพื่อเปรียบเทียบประเภทของแหล่งน้ำที่ส่งผลต่อความหลากหลายของตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำที่ถูกดักจับโดยกับดักแสงไฟ บริเวณอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1. กับดักแสงไฟที่มีความยาวคลื่นแสงต่างกัน สามารถดักจับแมลง ได้แตกต่างกัน

2. ประเภทของแหล่งน้ำ มีผลต่อการกระจายตัวของตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำ

1.4 ขอบเขตของการศึกษาอิสระ

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษาการดักจับแมลงโดยใช้กับดักแสงไฟที่มีความยาวคลื่นแสงต่างกันในพื้นที่อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ

1.4.2 จำแนกและระบุชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำ

1.4.3 ระยะเวลาดำเนินการ ตั้งแต่เดือนมกราคม – เมษายน 2561

1.4.4 ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1.1 ประเภทของหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์ต่างกัน ดังนี้

1.1.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทแสงฟ้า

1.1.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทแสงม่วง

1.2 ประเภทของแหล่งน้ำ

1.2.1 แหล่งน้ำนิ่ง

1.2.2 แหล่งน้ำไหล

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ชนิดและจำนวนแมลงที่ถูกดักจับ

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 กับดักแสงไฟ หมายถึง อุปกรณ์ในการดักจับแมลงที่อาศัยความสามารถในการเปล่งแสงของหลอดไฟฟ้าเพื่อล่อแมลงให้เข้าหา

1.5.2 แมลงหนอนปลอกน้ำ หมายถึง แมลงที่มีวงจรชีวิตสมบูรณ์ ประกอบด้วยไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ตัวอ่อนมีลักษณะคล้ายตัวหนอนอาศัยอยู่ในน้ำ สร้างปลอกเพื่อพรางตัวและป้องกันอันตรายจากผู้ล่า โดยปลอกสร้างจากวัสดุที่แตกต่างกันไปแต่ละชนิด เช่น ก้อนหิน เศษใบไม้ เศษอินทรียวัตถุ กิ่งไม้ขนาดเล็ก ตัวเต็มวัยมีปีก อาศัยอยู่บนบก ตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำจะมีลักษณะคล้ายผีเสื้อกลางคืน คือ ขณะเกาะพักปีกจะพับเป็นรูปสามเหลี่ยมอยู่เหนือลำตัว แต่ปากไม่เป็นท่อยาว พบอยู่ตามพืชริมฝั่งใกล้ ๆ แหล่งน้ำ โดยส่วนใหญ่จะออกบินในตอนกลางคืน

1.5.3 หลอดฟลูออเรสเซนต์ หมายถึง อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ติดตั้งในกับดักแสงไฟ เพื่อใช้เป็นตัวล่อแมลงให้มาติดกับดัก

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประเภทแสงฟ้าและแสงม่วง ในการดึงดูดตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำ ในอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ ซึ่งผู้วิจัยได้ค้นคว้า รวบรวมเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการดำเนินการวิจัย ดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. แมลงและการจัดจำแนกแมลง

แมลงจัดเป็นสัตว์กลุ่มใหญ่ที่มีความหลากหลายด้านชนิด (species diversity) มากที่สุด ปัจจุบันมีรายงานจำนวนชนิดไว้แล้วมากกว่าล้านชนิด ซึ่งแมลงมีความสำคัญต่อมนุษย์ในหลายด้าน เช่น ด้านการเกษตรกรรม ด้านอุตสาหกรรม แมลงหลายชนิดสามารถสร้างสารเคมี หรือผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าในภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมทั้งการใช้ประโยชน์จากแมลงในด้านการควบคุมโดยชีววิธี (biological control) ของแมลงตัวห้ำ (predator) และตัวเบียน (parasites หรือ parasitoids)

การจัดจำแนกและอันดับของแมลง (classification and order of insects) อาศัยการจัดหมวดหมู่ของแมลงจากลักษณะโครงสร้างภายนอกร่างกายเป็นหลัก แมลงที่มีโครงสร้างบางอย่างเหมือนกันจะถูกจัดจำแนกไว้ในกลุ่มเดียวกัน ลักษณะของแมลงที่เห็นเด่นชัด เช่น การแบ่งส่วนลำตัว ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง ซึ่งในแต่ละส่วนจะมีโครงสร้างและเป็นที่ตั้งของอวัยวะที่มีความสำคัญต่อการจัดจำแนก เช่น ส่วนหัวมีหนวด 1 คู่ มีส่วนปาก ส่วนอกมีโครงสร้างในการเคลื่อนที่ ได้แก่ ขา 3 คู่ และปีก 2 คู่ ส่วนท้องมีอวัยวะสืบพันธุ์ ซึ่งมีลักษณะสำคัญ (key characters) ที่เฉพาะในกลุ่มแมลงแต่ละอันดับ

อันดับ Collembola แมลงในอันดับนี้ ได้แก่ แมลงหางดีด (springtails) เป็นแมลงขนาดเล็กยาว 0.25–6 มิลลิเมตร สีของลำตัวแตกต่างกัน เช่น สีขาว เทา เหลือง ส้มเหลือบเขียว หรือเหลือบเหลือง ฯลฯ ส่วนปากบางชนิดเป็นแบบกัด โดยมีแมนดิเบิล (mandible) ที่มีส่วนกัดเป็นแผ่นเจริญดี ใช้กัดกินพืชหรือสัตว์ หนวดมี 4 ปล้อง ตาประกอบลดรูปเหลือข้างละ 8 โอมมาติเดีย (omatidia) บางชนิดลดรูปมีจำนวนน้อยกว่านี้ บางชนิดไม่มีตาเลย แมลงกลุ่มนี้บางชนิดมีอวัยวะที่ต้องใช้ในการกระโดดได้ ได้แก่ โครงสร้าง furcula เป็นอวัยวะใช้ในการกระโดด อยู่ที่ส่วนปล้องท้องปล้องที่ 4 หรือ 5 และโครงสร้าง retinaculum ใช้สำหรับเป็นตะขอ

ในการเกี่ยวกับโครงสร้าง furcula ไว้ที่ปล้องท้องปล้องที่ 3 และโครงสร้างอวัยวะบนส่วนท้องของแมลงนี้เองจึงเรียกว่า แมลงหางดีด

อันดับ Ephemeroptera แมลงในอันดับนี้ ได้แก่ แมลงชีปะขาว (mayfly) ลักษณะเป็นแมลงขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ลำตัวอ่อน สีของลำตัวไม่เข้มอาจมีความแววววาว ส่วนปากของตัวเต็มวัยลดรูปไปเหลือเล็ก จึงไม่สามารถใช้กินอาหาร ปีกหน้ามีขนาดใหญ่เป็นรูปคล้ายสามเหลี่ยม มีเส้นปีกมากมาย ส่วนปีกหลังมักมีขนาดเล็กกว่ามาก หรือไม่มี เมื่อไม่ใช้ปีกจะพับปีกตั้งฉากกับลำตัวไม่สามารถพับลงคลุมส่วนท้องได้ หนวดสั้นมากเป็นแบบเส้นขน (setaceous type) เซอไซ (cerci) มีหนึ่งคู่ยาวมาก อาจมีเส้นกลาง (mediun caudal filament) หนึ่งเส้นหรือไม่มี ตัวเต็มวัยของแมลงชีปะขาวมักจะออกมาพร้อมกันจำนวนมาก ตัวเต็มวัยมีอายุ 1–2 วัน หลังจากที่ตัวเมียได้รับการผสมพันธุ์แล้วจะวางไข่บนผิวน้ำหรือตามใบพืชหรือหิน

อันดับ Odonata แมลงในอันดับนี้ ได้แก่ แมลงปอ (dragonflies) แมลงปอเข็ม (damselflies) แมลงขนาดค่อนข้างใหญ่ ความยาวของลำตัว 2.0–12.5 เซนติเมตร สีของลำตัวสวยงาม ตาประกอบขนาดใหญ่มากคลุมพื้นที่ส่วนหัวเกือบทั้งหมด ส่วนปากเป็นแบบกัด (chewing type) หนวดเล็กเป็นแบบเส้นขน (setaceous type) ส่วนอกค่อนข้างเล็กกะทัดรัดและมีประสิทธิภาพดี ส่วนท้องเรียวยาว มีเซอไซสั้น มีปล้องเดียวและมีหน้าที่เป็นอวัยวะจับยึดตัวเมียของตัวผู้ ตัวเต็มวัยส่วนมากออกหากินในเวลากลางวัน โดยกินเมล็ดพืชเล็ก ๆ หลายชนิด ใช้ขาทั้ง 6 ซึ่งอยู่ในลักษณะคล้ายตะกร้า จับเหยื่อขณะบินแล้วลงเกาะ (aerial perdater) เพื่อกัดกินเหยื่อ หรืออาจกินขณะกำลังบิน เหยื่อของแมลงปอที่ถูกกินอาจจะกำลังเคลื่อนไหวอยู่ ได้แก่ พวกยุง ริ้น ผีเสื้อ หรือแมลงปอตัวอื่น ๆ

อันดับ Orthoptera แมลงในอันดับนี้ ได้แก่ ตั๊กแตน (grasshoppers) จิ้งหรีด (crickets) แมลงกระชอน (mole crickets) เป็นแมลงที่ขนาดใหญ่มีหลากหลายชนิด ส่วนมากปากเป็นแบบกัด (chewing type) ปีกอาจไม่มี หรือถ้ามีมักมี 4 ปีก ปีกหน้ายาว แคบ มีเส้นปีกมากมายคล้ายแผ่นหนัง เรียก เทกมินา (tegmina) หรือ เลเธอรี (leathery) อาจมีสีเขียว สีน้ำตาล หรือสีดำ วงศ์เททจิดี้ (Tetrigidae) มีปีกหน้าลดรูปไปเป็นแผ่นเล็ก คลุมลำตัว ปีกหลังเป็นแผ่นบางกว้าง มีเส้นปีกมากมาย เมื่อพักเกาะ ปีกพับเข้าหากันคล้ายพัดอยู่ใต้ปีกหน้า เซอไซเจริญดี หลายชนิดมีอวัยวะวางไข่ (ovipositor) เจริญดี อาจยาวกว่าลำตัว แมลงพวกนี้ทำเสียงได้ดี การทำเสียงในแมลงพวกตั๊กแตนและจิ้งหรีดโดยมากเกิดจากการใช้โครงสร้างสองอย่างถูกัน ส่วนอวัยวะรับเสียงเจริญดีเช่นกัน

อันดับ Isoptera แมลงในอันดับนี้ ได้แก่ ปลวกหรือแมลงเม่า (temites) แมลงมีขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ยกเว้น ปลวกแม่รังหรือนางพญา (queen) หนวดเป็นแบบลูกปัด (moniliform)

หรือเส้นด้าย (filiform) มีจำนวน 9–30 ปล้อง ตาประกอบมี 1 คู่ในปลวกที่มีปีกทุกวรรณะ ตาเดี่ยวอาจมี 2 ตา หรือไม่มีตาเดี่ยว ปากแบบกัด (chewing type) ขามีทาร์ไซ 4 ปล้อง เซอไซมี 1–8 ปล้อง ส่วนท้องที่ติดกับอกมีขนาดกว้างเท่าส่วนอก ไม่คอดกิ่วแบบแมลงพวกมด เป็นแมลงที่ไม่มีปีก ยกเว้นในแมลงเม่าซึ่งเป็นวรรณะสืบพันธุ์ ปีกของแมลงเม่าเป็นแบบเยื่อแบนบาง (membranous) ทั้ง 2 คู่ มีลักษณะและขนาดคล้ายคลึงกัน ปีกพับซ้อนกันเมื่อไม่ได้ใช้งาน และสามารถสลัดปีกทิ้งไป ลำตัวมีลักษณะอ่อนนุ่ม มีสีขาวหรือสีน้ำตาลอ่อน ไม่ชอบแสงสว่าง แต่ในระยะแมลงเม่ามักชอบบินเข้าหาแสง ปลวกจัดว่าเป็นแมลงสังคมที่แท้จริง (Eusocial insect) ที่แตกต่างจากแมลงสังคมอื่น ๆ คือ มีจำนวนเพศผู้และเพศเมียเกือบเท่ากัน ในปลวกที่มีวิวัฒนาการสูงแบ่งออกเป็น 4 วรรณะ ได้แก่ วรรณะสืบพันธุ์ วรรณะรองสืบพันธุ์ วรรณะทหาร วรรณะทำงาน

อันดับ Hemiptera แมลงในอันดับนี้ ได้แก่ มวน (bugs) ซึ่งปัจจุบันพบมากกว่า 56,000 ชนิด มวนเป็นแมลงที่มีขนาดตั้งแต่เล็กถึงใหญ่มาก ตาประกอบค่อนข้างเจริญดี แต่ตาเดี่ยวอาจมีหรือไม่มีก็ได้ ส่วนปากเป็นแบบแทงดูด (piercing sucking type) ประกบเป็นท่อยาว ตามปกติแล้วส่วนปากเกิดจากส่วนหน้าของหัว โดยโผล่ออกมาจากส่วนปลายของหัว และมักพับเก็บไว้ด้านล่างลำตัว ซึ่งความยาวของปากจะยาวไปถึงฐานของขาหลัง หนวดของมวนที่อยู่บนบกมักยาว ส่วนมากมี 4–5 ปล้อง หนวดของพวกที่อยู่ในน้ำสั้นแทบมองไม่เห็น ปีกมวนมี 2 คู่ ปีกคู่หน้าที่มีลักษณะยาวแคบและไม่มีเส้นปีกเหมือนแมลงอันดับอื่น ๆ แต่จะมีลักษณะแข็งบริเวณส่วนโคนปีก เรียกว่า corium ส่วนปลายปีกมีลักษณะเป็นแผ่นบาง เรียกว่า membrane ซึ่งจะพบเส้นปีกที่ส่วนนี้ลักษณะของปีกเช่นนี้เรียกว่าปีกกึ่งแข็ง (hemelytron) ปีกคู่หลังเป็นแผ่นบางตลอดปีก (membranous) มีขนาดสั้นกว่าปีกคู่หน้าแต่กว้างใหญ่กว่า ขณะพับปีกจะแบบราบตามสันหลัง โดยแนบกับส่วนปลายปีกแบบบางซ้อนกันอยู่ ที่โคนของปีกทั้ง 2 คู่นี้จะแยกออกจากกันโดยแผ่นสามเหลี่ยมสคูเทลลัม (scutellum) ที่อกมีขนาดค่อนข้างใหญ่เห็นได้ชัดเจนที่ส่วนของอก

อันดับ Homoptera แมลงในอันดับนี้ ได้แก่ จักกั่นและเพลี้ยจักจั่น (cicadas) เพลี้ยกระโดด (leafhoppers) เพลี้ยไก่ฟ้า (psyllids) แมลงหวี่ขาว (whiteflies) เพลี้ยอ่อน (aphids) เพลี้ยหอย (scale insects) แมลงกลุ่มนี้จะมีขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ ตาประกอบเจริญดี อาจไม่มีตาเดี่ยว มีก็พบ 2–3 ตา หนวดบางชนิดสั้นมากเป็นแบบเส้นขน (setaceous) แต่บางชนิดก็ยาว ปกติเป็นแบบเส้นด้าย (filiform) ส่วนปากเป็นแบบแทงดูด (piercing–sucking type) คล้ายพวกมวน ประกอบด้วย เส้นเรียว 2 คู่ มีแมนดิเบิล (mandible) และแมกซิลา (maxilla) ส่วนลาเบียม (labium) เป็นปากมักเกิดจากส่วนท้ายของหัว บางกรณีคล้ายกับว่าเกิดระหว่างขาส่วนคอกซา (coxa) คู่หน้า ตัวเต็มวัยเพศผู้บางชนิดมีส่วนปากลดรูปไปมากหรือไม่มี แมลงอันดับนี้ บางชนิด

ไม่มีปีก แต่ถ้ามีปีกจะพบ 2 คู่ คู่หน้ามีเนื้อปีกสม่ำเสมอตลอดเป็นแบบแผ่นบาง (membranous) หรือ เทกมินาหรือแผ่นหนัง (tegmina หรือ leathery) คู่หลังเนื้อปีกเป็นแบบแผ่นบาง (membranous) ตามปกติเมื่อพับปีกจะเป็นการลดรูปคล้ายหลังคาอยู่บนส่วนท้อง ในเพลี้ยหอยตัวผู้มีปีกคู่เดียวจากอกปล้องกลาง

อันดับ Coleoptera แมลงในอันดับนี้ ได้แก่ ด้วง (beetle) แมลงเหล่านี้มีขนาดตั้งแต่เล็กมากถึงใหญ่ ความยาวลำตัวไม่เกิน 1.0–7.5 มิลลิเมตร ส่วนหัวเห็นได้ชัด หนวดเห็นได้ชัดมีไม่เกิน 11 ปล้อง มีความหลากหลายของหนวด โดยส่วนมากเป็นแบบเส้นด้าย (filiform) และแบบลูกตุ้ม (moniliform) แบบกระบอง (clavate) แบบใบไม้ (labellate) ฯลฯ มักไม่มีตาเดี่ยว ส่วนปากเป็นแบบกัด (chewing type) มีแมนดิเบิลเรียวยาวและคม ด้วงงวง (weevil) มีงวง (snout) ยื่นยาวออกไปไม่มากก็น้อยโดยมีส่วนปากอยู่ที่ปลาย อกปล้องแรกเห็นได้ชัดส่วนปล้องที่เหลือถูกปีกคลุมไว้ ปีกส่วนมากมี 2 คู่ ปีกคู่หน้าหนา เหนียวหรือแข็งเปราะ ตามปกติเมื่อไม่บิน ปีกหน้าทั้งสองชิดติดกันเป็นเส้นตรงกลางส่วนหลังหรือด้านบนของส่วนท้องและคลุมปีกหลังไว้ ปีกหน้าของพวกด้วงเรียกว่าอีลีทรา (elytra) ซึ่งตามปกติเป็นเพียงเกราะป้องกันตัว ปีกหลังเป็นแผ่นบางยาวกว่าปีกหน้า เมื่อไม่ใช้จะพับเก็บอยู่ใต้ปีกหน้าพอดี ปีกหลังช่วยในการบิน ด้วงบางชนิดไม่มีปีกทั้ง 2 คู่ ขามักคล้ายกันทั้ง 3 คู่ โดยมีทาไซ 4–5 ปล้อง ปลายส่วนท้องไม่มีเซอไซ (cerci)

อันดับ Diptera แมลงในอันดับนี้ ได้แก่ แมลงวัน (flies) ยุง (mosquitoes) ขนาดค่อนข้างเล็กถึงเล็กมาก ลำตัวอ่อน หนวดมีหลายแบบ ตาประกอบเจริญดี ส่วนปากเป็นแบบดูดแต่มีความแปรผันไปตามชนิด อาจเป็นแบบแทงดูดหรือซับดูด อกปล้องที่สองเจริญมากที่สุด และมีปีกหนึ่งคู่เป็นแผ่นบางเส้นปีกน้อย ฮาลเทอริส (halteres) เป็นอวัยวะช่วยในการทรงตัว โครงสร้างเป็นก้านมีตุ่มที่ปลาย โครงสร้างนี้เป็นปีกหลังที่ลดรูป บางชนิดไม่มีปีก

อันดับ Lepidoptera แมลงในอันดับนี้ ได้แก่ ผีเสื้อกลางวัน (butterflies) ผีเสื้อกลางคืน (moth) ตัวเต็มวัยพบเห็นอยู่ทั่วไป ขนาดมีตั้งแต่เล็กถึงใหญ่ ตาประกอบค่อนข้างใหญ่ มีฟาเซท (facets) จำนวนมาก ผีเสื้อกลางคืนส่วนมากมีตาเดี่ยวประชิดกับตาประกอบ หนวดของผีเสื้อกลางวันเป็นแบบลูกตุ้ม ส่วนผีเสื้อกลางคืนเป็นแบบเส้นด้าย เส้นขนหรือฟันหวี ส่วนปากเป็นแบบดูด บางชนิดส่วนปากลดรูปและไม่กินอาหาร ลาบรัม (labrum) ขนาดเล็กเป็นขอบแคบตามขวางเหนือส่วนโคนปาก แมนดิเบิล(mandible) มักไม่สม่ำเสมอ โพบอสซิสเป็นส่วนแกเรีย (galeae) ของแมกซิลลี ซึ่งเป็นร่องมาประกบกันสองอัน เป็นท่อยาวและม้วนเก็บอยู่ใต้ส่วนหัวได้ ไม่มีพัลของแมกซิลลี (maxillary palp) พัลของลาเบียม (labial palp) เจริญดีและยื่นไปข้างหน้า ปีกเป็นแผ่นบางขนาดใหญ่มี 4 ปีก มีเกล็ดคลุมจึงดูทึบหนา เกล็ดมีสีและลวดลายแตกต่างกัน

สวยงามแก่ธรรมชาติ ผีเสื้อไม่มีปีกจะพบน้อยชนิดและมีรายงานในประเทศอย่างน้อยหนึ่งชนิด ขาของผีเสื้อบางชนิดมีการลดรูป ลำตัวมีเกล็ดและขนคลุม

อันดับ Trichoptera แมลงในอันดับนี้ ได้แก่ แมลงหนอนปลอกน้ำ (caddisflies) เป็นแมลงขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ความยาวประมาณ 1.5 – 40 มิลลิเมตร ลักษณะโดยทั่วไปคล้ายผีเสื้อกลางคืน ตัวเต็มวัยมีตารวมใหญ่ ปากแบบกัดกิน หนวดแบบเส้นด้ายยาวเท่าหรือยาวกว่าลำตัว ขายาว มี tarsi 5 ปล้อง มีปีก 2 คู่ ปีกคู่หลังกว้างกว่าแต่สั้นกว่าปีกคู่หน้า เนื้อปีกเป็นแบบ membrane มักมีขนปกคลุม เมื่อเกาะนิ่งจะพับปีกเป็นรูปหลังคาคลุมส่วนท้อง มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบ complete metamorphosis ตัวเมียวางไข่ในน้ำเป็นสายโดยมีเมือกคล้ายวุ้นห่อหุ้มหรือวางติดกับวัตถุบริเวณชายน้ำ ตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำ มีปากแบบกัดกิน มี abdominal gills สำหรับใช้ในการหายใจ ที่ปลายส่วนท้องมักมีอวัยวะคล้ายตะขอสำหรับใช้เกาะยึดกับโขดหินหรือปลอกหุ้ม ตัวหนอนที่โตเต็มที่จะยึดปลอกติดกับวัตถุอื่นใต้ท้องน้ำ ปิดปากรังและเข้าดักแด้ภายในปลอก เมื่อเจริญเต็มที่พร้อมจะเป็นตัวเต็มวัยจะใช้แมนดิเบิล (mandible) ที่แข็งกัดเจาะปลอกรังออกมาแล้วคลานหรือว่ายน้ำไปยังฝั่ง และลอกคราบครั้งสุดท้ายเป็นตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยมักมีสีน้ำตาลแก่ บางชนิดไม่กินอาหารตอนกลางวันจะเกาะพักตามที่ร่มเย็นใกล้แหล่งน้ำ ตามกอหญ้าและต้นไม้ จะออกบินตอนค่ำและถูกดึงดูดได้ด้วยแสงไฟ

อันดับ Hymenoptera แมลงในอันดับนี้ ได้แก่ ต่อสนภูเขา (pine sawflies) แตนเบียน (parasitoids) มด (ants) ต่อ (hornets) แตน (wasps) ผึ้ง (bees) แมลงมีขนาดแตกต่างกัน ลักษณะของแมลงในอันดับนี้ตาประกอบเจริญดี มักมีตาเดี่ยว หนวดโดยทั่วไปค่อนข้างยาว ตามปกติมี 10 ปล้อง หรือมากกว่า ส่วนปากโดยมากเป็นแบบกัด แต่ในกลุ่มที่มีวิวัฒนาการมาก โดยเฉพาะพวกผึ้งมีลาเบียมและแมกซิลลี ที่ยาวยื่นยาวเป็นทางเข้าของของเหลว ปีกเป็นแผ่นบางมีสองคู่ คู่หลังเล็กกว่าคู่หน้า และระหว่างปีกทั้งสองคู่มีตะขอเล็ก ๆ แถวหนึ่งใช้ในการยึดเกาะให้ปีกติดกัน เส้นปีกมีน้อย บางกลุ่มแทบไม่มีเส้นปีกเลย ขามีทาไซ 5 ปล้อง ตามปกติอวัยวะวางไข่เจริญดีในพวกที่มีวิวัฒนาการมาก มีการดัดแปลงไปเป็นเหล็กในใช้ต่อย เป็นอวัยวะที่มีประสิทธิภาพมากในการป้องกันและต่อสู้ (ทิพย์วรรณ, 2559)

2. การเก็บและดักจับแมลง

2.1 อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ

โครงการอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ โครงการชลประทานพะเยา สำนักชลประทานที่ 2 กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นอ่างเก็บน้ำที่มีสันอ่างยาวที่สุดใน ภาคเหนือ คือประมาณ 1,800 เมตร บรรจุน้ำได้ 37 ล้านลูกบาตรเมตร ตั้งอยู่ หมู่ที่ 2 บ้านห้วยเคียน ต.แม่กา อ.เมือง จ.พะเยา ห่างจากสำนักงานเทศบาลตำบลแม่กา ประมาณ 12 กิโลเมตร

2.2 กับดักแมลง

ศานิต (2547) ได้นำเสนอเกี่ยวกับกับดักแมลงไว้หลายประเภท ซึ่งแมลงหลายชนิดจำเป็นต้องอาศัยกับดักแมลงที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อดักจับ ซึ่งแบ่งออกได้หลายประเภท คือ

1. กับดักแบบกระจกใส (windowpane trap) ประกอบด้วยกระจกใสวางตัวในแนวดิ่งสูงจากพื้นดินราว 30 เซนติเมตร อยู่บนกรอบที่เป็นขาตั้งซึ่งมีกระบะโลหะใส่น้ำที่มีสบู่เหลวผสม วางรองอยู่ทางด้านล่างของแผ่นกระจกเหมาะสำหรับดักจับแมลง จำพวกด้วงปีกแข็งที่บินมาชนกระจกทั้งสองด้านและตกลงภายในกระบะกับดักนี้ยังใช้ช่วยกำหนดหาทิศทางในการบินและการแพร่กระจายของแมลงได้ด้วย

2. กับดักกระโจม (malaise trap) ประกอบด้วยกระโจมที่ทำด้วยผ้ามุ้งไนล่อนหรือมุ้งลวดมีประตูเปิดไว้ด้านหนึ่งเพื่อให้แมลงคลานหรือบินเข้าภายในกระโจม กระโจมนี้มักยึดโยงด้วยเชือกไนล่อนที่ตรึงอยู่กับแท่งโลหะทั้ง 4 มุมที่ฝังลึกลงในพื้นดิน แมลงที่อยู่ภายในกระโจมมักไต่ตามผนังกระโจม ขึ้นไปยังส่วนยอดกระโจมซึ่งมีขวดฆ่าแมลงช่วยดักจับแมลงไว้ กับดักประเภทนี้เหมาะสำหรับดักจับแมลงจำพวก แมลงวัน ยุง เหลือบ ริ้น ผึ้ง ต่อ แตน และผีเสื้อชนิดต่าง ๆ

3. กับดักหลุมพราง (pitfall trap) ลักษณะคล้ายถังทรงกระบอก ฝังก้นถังลึกลงในผิวดินให้ขอบปากถังเสมอกับผิวดิน ด้านบนของปากถังปิดทับอยู่ให้ส่วนปลายแคบของกรวยสอดอยู่ภายในถัง ใช้ป้องกันไม่ให้แมลงท่อยู่ภายในถัง คืบคลานหรือไต่หนีออกจากถังได้สะดวก กับดักแบบนี้เหมาะสำหรับใช้จับแมลงที่มักเดินเคลื่อนไหวไปมา ตามพื้นดิน รวมทั้งด้วง แมลงหางดีดและแมงมุมชนิดต่าง ๆ ด้วย และหากใช้ควบคู่ไป กับอาหารเฉพาะอย่างที่ใช้เป็นเหยื่อล่อจะสามารถดึงดูดแมลงจากแหล่งที่อยู่ห่างไกลออกไปให้เข้ามาติดกับได้กับดักประเภทนี้จะใช้เหยื่อล่อ เช่น อาหารที่ผสมสารล่อ ซากสัตว์ ผลไม้ พืชบางชนิดรวมทั้งน้ำตาลที่เริ่มบูด เบียร์ ไวน์ และน้ำผลไม้ชนิดต่าง ๆ ใส่ลงในจานหรือถ้วยที่วางอยู่ใต้กรวยคว่ำที่ส่วนปลายกรวยสอดอยู่

ภายในกรงมุ้งลวดทรงกระบอก ที่ด้านบนมีประตูเปิดเพื่อใช้ถ่ายเทแมลงออกจากกรง ซึ่งอาหารหรือเหยื่อล่อแต่ละชนิด จะดึงดูดแมลงได้อย่างเฉพาะเจาะจงแตกต่างกันไป

4. กับดักฟีโรโมน (pheromone trap) เป็นกับดักที่อาจทำด้วยกระดาษหนา เคลือบมันที่ไม่เปียกน้ำหรือทำด้วยพลาสติกซึ่งภายในบรรจุฟีโรโมนกลิ่นเพศ (sex pheromone) หรือสารเคมีล่อเพศ (chemical sex attractants) เพื่อใช้ดักจับแมลงชนิดเดียวกันที่มีเพศตรงข้ามกัน โดยปกติมักใช้ควบคู่ไปกับกาวเหนียวเพื่อการสำรวจปริมาณแมลงต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลา

5. กับดักแสงไฟฟ้า (light traps) กับดักประเภทนี้อาจใช้หลอดไฟบ้านหรือ หลอดเรืองแสง ที่มีสี ขนาด และความเข้มของแสงต่าง ๆ กัน เช่น หลอดไฟเรืองแสง (fluorescent light) หลอดไฟแสงจันทร์ (mercury vapor light) และหลอดแสงยูวี (ultraviolet or black light) เป็นต้น ใช้สำหรับดึงดูดแมลงที่ออกหากินตอนกลางคืน (nocturnal insects) ชนิดต่าง ๆ ให้มาติดกับดักนี้ ส่วนบนของกับดักอาจมีแผ่นโลหะแบนทำเป็นรูปหลังคาใช้สำหรับกันฝน และอาจใส่ตะแกรงมุ้งลวดตาถี่ที่ส่วนก้นของกรวยโลหะเพื่อป้องกันด้วงขนาดใหญ่ที่อาจหลุดเข้าไปทำความเสียหายให้กับแมลงที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ในขวดฆ่าแมลง นอกจากนี้อาจมีรูปแบบที่หลากหลาย ทั้งที่เก็บตัวอย่างแมลง เช่น หากต้องการเก็บแมลงกินได้ อาจใช้ภาชนะบรรจุน้ำรองใต้แสงไฟเพื่อเก็บแมลงแทนได้ เป็นต้น

2.3 ตาและการมองเห็นของแมลง

อุษณีย์ และคณะ (2547) กล่าวถึง โครงสร้างและการมองเห็นของแมลงว่า แมลงโดยทั่วไป จะมีอวัยวะรับภาพและแสง คือ ตาประกอบ (compound eye) 2 ตา บนส่วนหัว และตาเดี่ยว (ocelli) ประมาณ 3 – 5 ตา บนส่วนบนหรือบริเวณหน้าผากของส่วนหัว ซึ่งตาประกอบนั้นจะประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่าออมมาติเดีย (ommatidia) มากมายโดยแต่ละอันจะมีลักษณะเป็นรูปหกเหลี่ยมและมีเลนส์ปิดอยู่ด้านบน เพื่อรับภาพแล้วแปลเป็นสัญญาณและส่งต่อไปยังเซลล์ประสาท ซึ่งสัญญาณนี้ จะรวมกันในเซลล์ประสาทเข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลางบริเวณสมองส่วนหน้า (protocerebrum) เพื่อแปลเป็นสัญญาณภาพและรับรู้ภาพที่ได้รับจากแสงสะท้อนของวัตถุเข้าสู่ตาประกอบทั้งหมด ดังนั้นภาพที่แมลงเห็นหรือได้รับในระบบสมองส่วนหน้าจึงเป็นภาพย่อย ๆ ที่นำมาต่อเข้าด้วยกัน การที่แต่ละออมมาติเดียสามารถรับภาพสะท้อนหรือรับ แสงสะท้อนจากวัตถุแล้วแปลเป็นสัญญาณได้นั้น ก็เนื่องจากประกอบด้วยรงควัตถุ 2 ประเภท อยู่ในบริเวณคอเนีย (conea) คือ รงควัตถุมีสี (colour pigment) ซึ่งรงควัตถุประเภทนี้นั้นพบว่าแมลงที่มีความว่องไวต่อการเคลื่อนที่จะมีความหลากหลายของรงควัตถุกลุ่มนี้อยู่มากมาย เช่น ในตาประกอบของตั๊กแตน หรือแมลงวันเป็นต้น นั่นหมายความว่าแมลงเหล่านี้สามารถรับแสงสะท้อนจากวัตถุและจำแนกความถี่ของคลื่นแสงสะท้อนให้ละเอียด

นั่นเอง หรืออีกนัยหนึ่งก็คือแมลงเหล่านี้สามารถจำแนกสีของภาพที่ได้รับได้นั่นเอง รงควัตถุอีกชนิดหนึ่งก็คือ รงควัตถุมืด (dark pigment) ซึ่งรงควัตถุประเภทนี้นั้นนอกจากจะพบในตาประกอบของแมลงแล้วยังจะพบเป็นรงควัตถุชนิดเดียวที่มีอยู่ในตาเดี่ยว ของแมลงอีกด้วย รงควัตถุมืดนี้จะเป็นรงควัตถุที่รับความเข้มของแสง (light intensity) ที่ระดับความเข้มต่าง ๆ กันของแสงสีต่าง ๆ ที่ได้สะท้อนเข้ามาในตาประกอบนั่นเอง

2.4 การตอบสนองต่อกับดักแสงไฟ

Dethier (1963) รายงานว่า ตาของแมลงจะตอบสนองต่อช่วงแสงที่ความยาวคลื่นระหว่าง 253 – 700 nm นอกจากนี้แล้ว มีแมลงมากกว่า 1,000 ชนิด ที่ออกหากินในเวลากลางคืน และสามารถดึงดูดแมลงเหล่านั้นได้ด้วยแสงไฟที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ กันเช่น ผีเสื้อเจาะลำต้นข้าวโพด (*Ostrinia furnacalis*) สามารถดึงดูดผีเสื้อเต็มวัยในเวลากลางคืนได้ด้วยแสงไฟที่มีความยาวคลื่นของแสงที่ 350 – 510 nm และดึงดูดได้สูงสุดที่ความยาวคลื่น 365 nm ด้วงงวงข้าวสาร (*Sitophillus oryzae*) จะชอบความยาวคลื่นแสงที่ 334 nm ขณะที่มอดแป้ง (*Tenebrio monitor*) ชอบความยาวคลื่นแสงที่ 334 และ 365 nm และผีเสื้อหนอนสมอเจาะฝ้าย (*Heliothis armigera*) ชอบแสงที่ความยาวคลื่น 515 และ 365 nm จึงจะเห็นได้ว่าช่วงความยาวคลื่นของแสงเหนือม่วง (ultraviolet) ความยาวคลื่น 300 – 380 nm จะมีแมลงหลายชนิดถูกดึงดูดหรือแมลง โดยส่วนมากจะชอบแสงที่ให้สีเหนือม่วง นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงผลการใช้กับดัก แสงไฟในการควบคุมประชากรแมลงในเวลากลางคืนหลายชนิดพบว่าการใช้กับดักแสงไฟนั้นสามารถช่วยลดปริมาณการวางไข่ของผีเสื้อกลางคืนที่เป็นศัตรูพืชที่สำคัญ เช่น หนอนเจาะสมอฝ้ายสีชมพู หนอนกระทู้ผัก และหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด อย่างไรก็ดีผลของการรายงานครั้งนั้นก่อให้เกิดความตื่นตัวในการศึกษาค้นคว้าในเรื่องกับดักแสงไฟขึ้นมากมาย ตั้งแต่การใช้หลอดอาร์กอนไส้ทังสเตน หลอดอินฟลูเรสเซนต์ จนกระทั่งหลอด Black light 15 W (15 W BL) ในการพัฒนารูปแบบของกับดักจากเดิมที่ใช้ถาดหล่อน้ำให้แมลงตกลงไป มีการพัฒนาเพิ่มเติมโดยการใช้กาวเหนียวทาบนแผ่นฉาก ใช้พัดลมดูดจับแมลง กระทั่งการใช้ลวดเดินกระแสไฟฟ้าเพื่อทำลายแมลงประกอบเข้าเป็นกับดัก ซึ่งมีชื่อเรียกว่า “electri – grid light trap” ซึ่งมีการนำไปใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชในเรือนกระจก และสวนครัว สำหรับการนำไปใช้ในพื้นที่เพาะปลูกนั้นพบว่ามีอุปสรรค คือจะมีแมลงหลายชนิด และมีแมลงจำนวนมากเข้ามาหากับดักทำให้แมลงติดคาในสายลวดก่อให้เกิดกระแสไฟลัดวงจรและเกิดการเผาไหม้เครื่องชำรุดได้ง่าย จึงเป็นข้อจำกัดของการพัฒนาการใช้กับดักแสงไฟแบบนี้นั่นเอง

2.5 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำและมีผลต่อการดำรงชีวิตของแมลง

1. การถ่ายเทอากาศของน้ำ แมลงที่อาศัยอยู่ในน้ำต้องการก๊าซออกซิเจนในปริมาณที่พอเพียง ถ้าการแพร่ของก๊าซออกซิเจนจากบรรยากาศลงสู่น้ำ และการแพร่ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากน้ำสู่บรรยากาศได้อยากเหมาะสม แมลงจะได้รับประโยชน์จากการอยู่ในน้ำได้มากที่สุด ปกติปริมาณออกซิเจนในน้ำมีความแตกต่างกัน หรือแปรผันอยู่ตลอดเวลา ซึ่งพบว่า

– น้ำเย็นมีปริมาณออกซิเจนมากกว่าน้ำอุ่นหรือน้ำร้อน

– ในตอนกลางวันน้ำมีปริมาณออกซิเจนมากกว่าในตอนกลางคืน เพราะตอนกลางวันพืชมีการสังเคราะห์แสง

– ออกซิเจนมีมากตามบริเวณผิวน้ำ บริเวณที่อยู่ลึกลงไปในน้ำยิ่งมีออกซิเจนลดลงเรื่อย ๆ และออกซิเจนจากอากาศจะแพร่ลงสู่น้ำเสมอ

– น้ำที่เคลื่อนไหวมีปริมาณออกซิเจนเพิ่มมากขึ้นมากกว่าน้ำที่ไม่ไหลหรือหยุดนิ่ง

– การมีสารอินทรีย์เจือปนในน้ำมากทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง เนื่องจากมีการเน่าเปื่อยและการหายใจของจุลินทรีย์

จากความผันแปรของออกซิเจนในน้ำดังกล่าวจึงมีผลต่อการดำรงชีวิตของแมลงโดยแมลงส่วนมากพบอยู่ตามบริเวณน้ำเย็นที่ไหลหมุนเวียนและอยู่ในเขตหนาว แมลงมีโครงสร้างบางอย่างเปลี่ยนแปลงไปเพื่อให้มีพื้นที่ผิวสำหรับการแลกเปลี่ยนก๊าซเพิ่มมากขึ้น เช่น ตัวอ่อนแมลงที่อยู่ในน้ำมีเหงือกช่วยในการหายใจ เหงือกอาจเปลี่ยนแปลงมาจากโครงสร้างของส่วนท้อง (เช่น ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ) เปลี่ยนแปลงมาจากโครงสร้างของบริเวณอก (เช่น ตัวอ่อนแมลงหิน) หรือเปลี่ยนแปลง มากจากรยางค์ (เช่น ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว) ตัวอ่อนหรือลูกน้ำยุงและดักแด้หรือไอ้โม่ง ยุงมีโครงสร้างพิเศษสำหรับทำหน้าที่ในการหายใจ โครงสร้างนี้มีช่องอากาศอยู่ตรงบริเวณปลายสุดสำหรับทำหน้าที่แลกเปลี่ยนก๊าซกับบรรยากาศ ตัวเต็มวัยของแมลงบางชนิดที่อาศัยอยู่ในน้ำก็มีโครงสร้างพิเศษช่วยในการหายใจ เช่น แมลงแมงป่องน้ำมีท่อหายใจที่เปลี่ยนแปลงมาจากเซอร์คัส (cercus) มวนกรรเชียงและด้วงดิ่งสามารถนำฟองก๊าซติดตัวลงไปในน้ำได้ ฟองก๊าซดังกล่าวทำหน้าที่จับออกซิเจนจึงช่วยในการหายใจของแมลงในขณะอยู่ในน้ำ

เมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ พบว่าตัวอ่อนของ แมลงชีปะขาวและตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำอาศัยอยู่ใต้น้ำที่มีออกซิเจนปริมาณสูง ตัวอ่อนริ้นน้ำจืดและริ้นดำอาศัยอยู่ใต้แหล่งน้ำที่มีออกซิเจนค่อนข้างต่ำ และตัวอ่อนหรือลูกน้ำยุงชอบอาศัย

อยู่ในแหล่งน้ำที่มีออกซิเจนต่ำมาก โดยทั่วไปปริมาณออกซิเจนในน้ำขึ้นอยู่กับการเคลื่อนไหวของน้ำ ลมพัด ตลอดจนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ

2. ลักษณะของแหล่งน้ำ แหล่งน้ำที่มีแมลงอาศัยอยู่ส่วนมากเป็นลำธารและแม่น้ำ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

- กระแสน้ำไหลในทิศทางเดียว
- อัตราการไหลของน้ำแตกต่างกันไปตามความชันของทางน้ำไหล
- มีสารเคมีละลายแตกต่างกันไปตามผิวดินที่มีน้ำไหลผ่าน
- การไหลของน้ำทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหลายประการ เช่น ความกว้าง ความลึก และลักษณะของก้นลำธารหรือแม่น้ำ

ปริมาณออกซิเจนของน้ำในลำธารและแม่น้ำค่อนข้างคงที่ ถ้าน้ำไม่หยุดไหลหรือแข็งตัว แต่ถ้าน้ำท่วมอย่างรวดเร็วและไหลอย่างรุนแรงจะทำให้แมลงที่อยู่ในน้ำล้มตายได้ เนื่องจากถูกน้ำพัดชนกับวัตถุและถูกพัดพาไปอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

2.6 แมลงในน้ำจืด

แหล่งน้ำจืดที่ใหญ่ที่สุดในโลกอยู่แถบอบอุ่นและตอนใต้ของเขตขั้วโลก มีทั้งทะเลสาบน้ำจืดและแม่น้ำ ดังนั้นสภาพแหล่งที่อยู่อาศัยจึงแบ่งเป็นแบบน้ำนิ่งและน้ำไหล

1. แมลงในแหล่งน้ำไหล ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณน้ำไหลน้อยกว่าน้ำนิ่ง แต่เนื่องจากมีมาเป็นเวลานาน แมลงจึงมีวิวัฒนาการมากมายจนมีหลายอันดับ (order) ชนิดของแมลงน้ำที่อยู่ในน้ำไหลเรียกว่า rhithron ซึ่งมีลักษณะน้ำไหลเร็ว ตื้น มีก้อนหิน ซึ่งเป็นที่ที่มีความเข้มข้นออกซิเจนสูงและอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดเดือนประมาณ 20 องศาเซลเซียส แมลงในน้ำไหลมักอาศัยอยู่ตามพื้นน้ำและลอยตามกระแสน้ำ จำนวนแมลง ลอยในน้ำมักมีมากในช่วงกลางคืน เพราะแมลงเหล่านี้เป็น nocturnal โดยแทบจะไม่มีการแก่งแย่งที่อยู่อาศัย การกระจายประชากรมีมากไปตามร่องกระแสน้ำ

แมลงที่อยู่ในน้ำไหลแรงมักไม่อยู่ตามผิวน้ำ มีโครงสร้างใช้หายใจ เรียกว่า เทรเคียลกีลหรือพลาสตรอน (trachea gill or plastron) ซึ่งทำหน้าที่ขณะอยู่ในที่มีออกซิเจนสูง ไนแอดของแมลงชีปะขาวและ stoneflies ทำคลื่นน้ำเอง โดยกีลที่ปล้องท้องของแมลงชีปะขาวพัดโบกเป็นคลื่นหมุนเวียนน้ำรอบตัว stoneflies ก็ใช้ขาขยับขึ้นลงด้วยอัตราเร็วที่เป็นสัดส่วนกับความต้องการออกซิเจน ส่วนแมลงที่อาศัยอยู่ในน้ำที่ไหลแรงมากที่สุดก็ไม่มีการเคลื่อนไหวดังกล่าวเพื่อหายใจ แมลงเหล่านี้จึงตายอย่างรวดเร็วเมื่ออยู่ในน้ำนิ่งที่มีอุณหภูมิเท่าเดิมและมีออกซิเจนอิ่มตัว เพราะออกซิเจนที่ต้องการจะหมดตั้งแต่อยู่ตอนต้นของกีลและไม่มีการสร้างขึ้นมาใหม่โดยกระแสน้ำ

แมลงที่อาศัยอยู่ในน้ำซึ่งไม่ค่อยมีการระบายเรียกว่า potamon ซึ่งมีลักษณะไหลช้า ค่อนข้างลึก ความเข้มข้นของออกซิเจนต่ำและอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดเดือนเกือบเท่ากับอุณหภูมิอากาศและสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส พื้นน้ำจะมีทรายและโคลน ตกตะกอน มีแมลงไม่กี่ชนิดที่ต้องมีคุณสมบัติพิเศษในการอยู่ที่ดังกล่าว

2. แมลงในแหล่งน้ำนิ่ง เมื่อเปรียบเทียบทะเลสาบกับน้ำไหลแล้ว ทะเลสาบมักมีอายุสั้นกว่า อุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนมีอิทธิพลต่อแมลงน้ำมากกว่าการเคลื่อนไหวของน้ำ ซึ่งปรากฏเป็นปัญหากับแหล่งน้ำนิ่งในแถบอบอุ่นและแถบหนาว เพราะมีการแยกชั้นของน้ำในฤดูกาลต่าง ๆ เช่น ในฤดูร้อนอุณหภูมิของแหล่งน้ำนิ่งไม่เท่ากันตามแนวดิ่ง โดยชั้นบนเป็นน้ำอุ่นเรียกว่า epilimnion ชั้นล่างสุดน้ำเย็นจัดมีอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส เรียกว่า hypolimnion ส่วนชั้นกลางระหว่างสองชั้นนี้ เรียกว่า thermocline ผลจากการแยกเป็นชั้นทำให้การหมุนเวียนสารอาหารไม่ทั่วถึง ซึ่งมีผลกระทบต่อแมลงและสิ่งมีชีวิตในน้ำ พอถึงฤดูหนาวน้ำในทะเลสาบค่อย ๆ เย็นลงอย่างช้า ๆ จนในที่สุดผิวหน้าน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง แมลงจึงต้องดำรงชีวิตอยู่ใต้น้ำแข็ง

สำหรับทะเลสาบและสระน้ำตื้นมีแมลงอาศัยอยู่มากชนิดกว่าทะเลสาบน้ำลึก เพราะพื้นที่ดังกล่าวมีสภาพทางกายภาพและเคมีเกือบเหมือนกับน้ำไหล แมลงที่พบก็เป็นชนิดเดียวกัน เช่น ชีปะขาว แมลงเกาะหิน และแมลงหนอนปลอกน้ำ ตามปกติแมลงเกาะหินมีความรู้สึกไวต่อออกซิเจนต่ำจึงไม่พบตามทะเลสาบ ยกเว้นทะเลสาบน้ำตื้น จำนวนและชนิดของแมลงที่พบในแหล่งน้ำตื้นจะเพิ่มมากขึ้นตามสภาพ eutrophication ของสระ โดยพวกชีปะขาว แมลงหนอนปลอกน้ำ และแมลงปอ อาศัยอยู่ท่ามกลางพืชใต้น้ำหรือตามพื้นน้ำ แมลงเหล่านี้มีกิลและไม่ต้องโผล่มาผิวน้ำเพื่อหายใจ นอกจากนี้ในน้ำที่นิ่งมากอาจพบแมลงในอันดับ Hemiptera, Coleoptera และ Diptera ซึ่งหายใจจากอากาศโดยตรงหรือจากฟองอากาศ ส่วนบนผิวหน้าน้ำจะมี จิงโจ้น้ำ Gerridae, Veliidae และ Hydrometridae (ทิพย์วรรณ, 2559)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แสงและช่วงสีของแสง

Hutchison and Niels (2004) กล่าวว่า แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่งซึ่งทำให้มนุษย์และสัตว์สามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ เป็นรูปร่างและสีสันได้โดยมนุษย์เรานั้นจะสามารถรับแสงที่ความยาวคลื่น 300 – 800 nm ซึ่งในช่วงความยาวคลื่นนี้จะทำให้เกิดสีของแสงได้ต่าง ๆ กัน ดังนี้ 300 – 380 nm จะให้แสงสีเหนือม่วง (ultraviolet) 380 – 440 nm จะให้แสงสีม่วง 440 – 510 nm จะ

ให้แสงสีฟ้า 510 – 560 nm จะให้แสงสีเขียว 560 – 590 nm จะให้แสงสีเหลือง 590 – 640 nm จะให้แสงสีส้ม และ 640 – 780 nm จะให้แสงสีแดง

แมลงกับการตอบสนองต่อความยาวคลื่นของแสง

การตอบสนองต่อแสงของแมลง รายงานของ Dethier (1963) ที่ได้ศึกษาผลของแสงสีไฟในคลื่นแสงต่าง ๆ มีผลต่อการดึงดูดแมลงได้แตกต่างกัน และรายงานว่า ตาของแมลงจะตอบสนองต่อช่วงแสงที่ความยาวคลื่นระหว่าง 253 – 700 nm นอกจากนี้ยังพบว่าแสงไฟที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ กัน สามารถดึงดูดแมลงมากกว่า 1,000 ชนิด ที่ออกหากินในเวลากลางคืน และเมื่อไม่นานมานี้ Danial (2002) ได้ทำการศึกษาผลการดักจับแมลงด้วยกับดักแสงไฟที่มีคลื่นแสงต่างกันในพื้นที่ศึกษาที่มีความหลากหลายทางภูมิศาสตร์ พบว่า ผลการดักจับแมลงที่ได้มีความแตกต่างกันโดยคลื่นแสงในช่วงแสงสีม่วงจะดึงดูดแมลงได้จำนวนมากที่สุด ซึ่งการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ พิสมัย (2522) ที่ประยุกต์นำเอากับดักแสงไฟแสงสีม่วง (black light) ไปติดตั้งในแปลงปลูกมะลิ เพื่อดักทำลายผีเสื้อหนอนเจาะมะลิ โดยพบว่าในช่วงเวลา 3 เดือน สามารถจับทำลายหนอนเจาะดอกมะลิได้ถึง 1,400 ตัว ทำให้การถูกทำลายลดไปมาก นอกจากนี้ในปี พ.ศ.2537 วิทย์ และคณะ (2537) ยังได้ทำการศึกษาโดยใช้กับดักแสงไฟ 4 ชนิด คือ หลอดไฟนีออนธรรมดา FL 20 SD สีขาว หลอดไฟสีน้ำเงิน FL 20 SB หลอดไฟนีออนชนิด Blacklight FL 20 T12/ 350 BL สีน้ำทะเล และหลอดไฟสีม่วง FL 18 W BLB ติดตั้งในแปลงปลูกองุ่น เพื่อล่อผีเสื้อหนอนกระทู้หอม โดยติดตั้งหลอดไฟทั้ง 4 ชนิด ห่างกัน 20 เมตร แขวนไว้ใต้ค้างองุ่น และติดตั้งถาดหล่อน้ำผสมผงซักฟอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของถาด 50 cm ไว้ใต้หลอดไฟเพื่อให้ผีเสื้อตกลงในน้ำและตรวจนับผีเสื้อที่เข้ากับดักได้โดยเปิดไฟในเวลากลางคืน 2 คืน ติดต่อกัน จึงตรวจนับผีเสื้อครั้งหนึ่ง และทำการตรวจนับทั้งสิ้น 7 ครั้ง นำตัวเลขที่ได้มาเปรียบเทียบผลทางสถิติพบว่า ผีเสื้อที่ได้จากหลอดไฟสีขาวมีจำนวนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 17 ตัว / กับดัก / ครั้ง รองลงมาคือ หลอดไฟสีน้ำเงินมีผีเสื้อ 54.14 ตัว / กับดัก / ครั้ง ขณะที่หลอด black light สีน้ำทะเลสามารถล่อผีเสื้อเข้ากับดักได้ถึง 149.72 ตัว / กับดัก / ครั้ง และหลอดไฟ black light สีม่วง สามารถล่อผีเสื้อมาได้มากที่สุด คือ 178.86 ตัว / กับดัก / ครั้ง

นอกจากนี้ยังพบว่าแสงไฟที่มีความยาวคลื่นของแสงที่ 350 – 510 nm สามารถดึงดูดผีเสื้อเจาะลำต้นข้าวโพด (*Ostrinia furnacalis*) ระยะตัวเต็มวัยในเวลากลางคืนได้ด้วย โดยสามารถดึงดูดได้สูงสุดที่ความยาวคลื่น 365 nm ส่วนด้วงงวงข้าวสาร (*Sitophillus oryzae*) จะชอบความยาวคลื่นแสงที่ 334 nm และผีเสื้อหนอนสมอเจาะฝ้าย (*Heliothis armigera*) ชอบแสงที่ความยาวคลื่นแสง 515 nm และ 365 nm จึงจะเห็นได้ว่าแมลงโดยส่วนมากจะชอบแสงที่ให้สีเหนือม่วง ซึ่งมีความยาว 300 – 380 nm

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.1.1 อุปกรณ์ภาคสนาม

1) หลอดฟลูออเรสเซนต์ ยี่ห้อ PHILIPS TLD 18W/ BLB

2) หลอดฟลูออเรสเซนต์ ยี่ห้อ TOSHIBA FL20T8BL/18

3) แบตเตอรี่ใช้ส่องสว่าง ยี่ห้อ 3K ขนาด 12V 11Ah

4) ขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ขนาด 8 ออนซ์

5) ถาดหรือกะละมัง

6) ตะแกรงร่อน

3.1.2 อุปกรณ์ศึกษาในห้องปฏิบัติการ

1) เครื่องสเปกโตรสโคปแบบตั้งโต๊ะและอ่านค่าได้โดยตรง (Direct spectroscope) ยี่ห้อ GAMMAGO

2) เครื่องคนสารละลายพร้อมฮอทเพลท (Stirrer Hotplate)

3) กล้องสเตอริโอพร้อมชุดถ่ายภาพ ยี่ห้อ Olympus รุ่น SZ2–ILST

4) กล้องจุลทรรศน์สามมิติ ยี่ห้อ Olympus

5) ขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ขนาด 2 ออนซ์

6) ขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ขนาด 8 ออนซ์

7) เข็มเขี่ยเชื้อปลายแหลม ขนาด 9 นิ้ว

8) จานเพาะเชื้อ ขนาด 15X150 mm

9) จานเพาะเชื้อ ขนาด 15X60 mm

10) ปากคีบปลายแหลม ขนาด 5 นิ้ว

11) ปากคีบขนาดเล็ก 11–12 cm

3.1.3 สารเคมี

1) เอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 70

2) โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

3) น้ำยาล้างจาน

3.2 สถานที่ศึกษาและเก็บตัวอย่าง

สถานที่ศึกษาอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำตั้งอยู่ที่ บ้านแม่กาห้วยเคียน หมู่ที่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ซึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำที่ใช้ในการทำการเกษตร ปศุสัตว์ อุปโภค และบริโภค ทั้งนี้การศึกษาจะแบ่งจุดเก็บตัวอย่างเป็น 4 จุด (ภาพ 1)

ภาพ 1 จุดเก็บตัวอย่าง (จุดที่ 1, 2, 3 และ 4)

จุดที่ 1 บริเวณริมฝั่งของอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ (น้ำนิ่ง) พิกัดเหนือ 19°0’28’’ ออก 99°57’27’’ ยกระดับ 470 ม.

จุดที่ 2 บริเวณริมฝั่งของอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ (น้ำนิ่ง) พิกัด เหนือ 19°0’22’’ ออก 99°57’18’’ ยกระดับ 450 ม.

จุดที่ 3 บริเวณจุดปล่อยน้ำใกล้ทางเข้าอ่างเก็บน้ำ (น้ำไหล) พิกัด เหนือ 19°0’18’’ ออก 99°56’33’’ ยกระดับ 440 ม.

จุดที่ 4 บริเวณจุดปล่อยน้ำใกล้ทางเข้าอ่างเก็บน้ำซึ่งอยู่ถัดจากจุดที่ 3 ไป 300 เมตร (น้ำไหล) พิกัด เหนือ 19°0’24’’ ออก 99°56’33’’ ยกระดับ 440 ม.

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเก็บข้อมูลในพื้นที่ และเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาจัดจำแนกในห้องปฏิบัติการได้กำหนดระยะเวลาในการศึกษาไว้ในเดือนมกราคม ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2561 ซึ่งจะทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 ครั้ง โดยเว้นระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง 2 สัปดาห์ ดังนี้

1. การคัดเลือกพื้นที่ศึกษาและจุดเก็บตัวอย่าง

การกำหนดพื้นที่การศึกษา

1.1 พื้นที่แหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล ของอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ

1.2 บริเวณรอบ ๆ ของตำแหน่งที่วางกับดักต้องไม่ถูกแสงไฟรบกวน

2. การเตรียมอุปกรณ์ดักแมลง

นำหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทแสงฟ้า ขนาด 18W มาทดสอบความยาวคลื่นแสงโดยใช้เครื่องสเปกโตรสโคปแบบตั้งโต๊ะและอ่านค่าได้โดยตรง (Direct spectroscope)

ค่าความยาวคลื่นแสงของหลอดแสงม่วง นำข้อมูลมากจากคุณสมบัติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประเภทแบล็กไลท์บลู (TL-D 18W BLB 1SL/25) (Philips Lighting, 2018, สื่อออนไลน์)

3. การกำหนดชุดทดลอง

ชุดทดลองถูกแบ่งเป็น 2 ชุด

3.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทแสงฟ้า ขนาด 18W พร้อมอุปกรณ์ดักแมลง 2 ชุด สำหรับแหล่งน้ำประเภทน้ำนิ่งและน้ำไหล

3.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทแสงม่วง ขนาด 18W พร้อมอุปกรณ์ดักแมลง 2ชุด สำหรับแหล่งน้ำประเภทน้ำนิ่งและน้ำไหล

4. การทดลองและเก็บตัวอย่าง

4.1 ตั้งชุดหลอดไฟให้อยู่เหนือถาดรองรับ แล้วนำไปตั้งบนพื้นที่ที่กำหนด ดักจับแมลงตั้งแต่เวลา 18.00 น. โดยเปิดหลอดไฟ ที่กล่าวไว้ข้างต้นเป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง ทำการเก็บแมลงทุกเดือน เดือนละ 2 ครั้ง กรองแมลงที่อยู่ในถาดด้วยตะแกรงร่อน

4.2 นำแมลงที่ได้มาคัดแยกเศษวัสดุที่ไม่ต้องการ แล้วใส่ลงในขวดแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 70

5. การคัดแยกและการจัดจำแนกตัวอย่าง

5.1 คัดแยกแมลงหนอนปลอกน้ำออกมาจากแมลงกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำแมลงหนอนปลอกน้ำมาแยกเพศโดยสังเกตจากอวัยวะสืบพันธุ์ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์สามมิติ (Stereo microscope) (ใช้เพศผู้ในการจัดจำแนกชนิด)

5.2 นำไปทำให้ใส โดยใช้ปากคีบและเข็มเขี่ยตัดส่วนปลายของท้องปล้องที่ 8-10 แช่ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

5.3 นำไปต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ใช้เวลาตั้งแต่ 5 นาทีถึง 1 ชั่วโมงขึ้นอยู่กับขนาดของตัวอย่างและความแข็งกระด้างจากสารเคมีรักษาสภาพ

5.4 จากนั้นให้ย้ายตัวอย่างที่ตัดไปใส่ในภาชนะที่ใส่น้ำผสมน้ำยาล้างจานแช่ไว้สักครู่ แล้วค่อย ๆ ใช้พู่กันเบอร์ 0 เขี่ยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันหรือกล้ามเนื้อออกจนได้ตัวอย่างที่ใส สำหรับตัวอย่างที่ใสเรียบร้อยแล้วให้เก็บในขวดแก้วที่ใส่แอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์

5.5 นำชิ้นส่วนที่ได้ไปตรวจสอบภายใต้กล้อง Stereo microscope โดยใช้คู่มือประกอบการวิจัย “รูปวิธานภาพแมลงหนอนปลอกน้ำ ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้” (Hans Malicky, 2010) โดยลักษณะที่ใช้จำแนกคือ spurs formula การมีหรือไม่มี ocelli ลักษณะของเส้นปีก (wing venation) หนวด (antenna) จำนวนปล้องของ maxillary pulps และลักษณะอื่น ๆ ที่แตกต่างกันในแต่ละชนิด

5.6 นำจำนวนชนิดของแมลงมาคำนวณค่าดัชนีความคล้ายคลึง (Similarity index) เพื่อเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ค่าดัชนีความคล้ายคลึง (Similarity index) มีสูตรดังนี้

สูตร $S = 2j/(A+B) \times 100$ เมื่อ

S = ค่าดัชนีความคล้ายคลึง

A = จำนวนชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำที่พบในบริเวณ A

B = จำนวนชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำที่พบในบริเวณ B

j = จำนวนชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำที่พบในทั้งบริเวณ A และ B

5.7 การวัดความหลากหลายทางชีวภาพโดยใช้ดัชนีความหลากหลายของแชนนอนวีเนอร์ (Shannon – Wiener index) เป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับการยอมรับและนำมาใช้อย่างแพร่หลายทั้งในด้านการสำรวจทางพืชพรรณและสัตว์ป่า (อุทิศ, 2442)

มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$H' = \sum si=1(pi)[\ln(pi)]$$

โดย H' = ค่าดัชนีความหลากหลายของแชนนอนวีเนอร์ (Shannon – Wiener diversity index)

Pi = สัดส่วนของจำนวนสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหมด

ni = จำนวนประชากรของชนิด i

N = จำนวนประชากรรวมทั้งหมด

5.8 ค่าความสม่ำเสมอของชนิด (Species richness and evenness) ในแต่ละสังคมนั้นมีค่าความสม่ำเสมอของชนิดไม่เท่ากัน

มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$J' = H'/ \ln S$ หรือ $H'/ H'max$

J' = ดัชนีความสม่ำเสมอของชนิด

H' = ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิด

S = จำนวนของสัตว์หน้าดินที่พบในจุดสำรวจนั้น

H'max = ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิดที่มีค่ามากที่สุดที่จะเป็นไปได้ เมื่อสัตว์ทุกชนิดมีความชุกชุมเท่ากันหมด

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลจากค่าที่ได้จากการตรวจสอบคลื่นแสง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดึงดูดแมลงหนอนปลอกน้ำที่ถูกดึงดูดด้วยหลอดไฟทั้ง 2 ประเภท โดยใช้วิธีการทางสถิติ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทแสงฟ้าและแสงม่วง ในการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงหนอนปลอกน้ำ ในอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ จากพื้นที่ศึกษาและเก็บตัวอย่างทั้ง 4 จุดเก็บตัวอย่าง ได้แก่ จุดที่ 1 คือ บริเวณริมฝั่งของอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ จุดที่ 2 คือ บริเวณริมฝั่งของอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ (น้ำนิ่ง) จุดที่ 3 คือ บริเวณจุดปล่อยน้ำใกล้ทางเข้าอ่างเก็บน้ำ (น้ำไหล) จุดที่ 4 คือ บริเวณจุดปล่อยน้ำใกล้ทางเข้าอ่างเก็บน้ำซึ่งอยู่ถัดจากจุดที่ 1 ไป 300 เมตร (น้ำไหล) โดยทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 6 ครั้ง แต่ละครั้งเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ได้แก่ วันที่ 16 มกราคม 2561 (ครั้งที่ 1) วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2561 (ครั้งที่ 2) วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2561 (ครั้งที่ 3) วันที่ 3 มีนาคม 2561 (ครั้งที่ 4) วันที่ 14 มีนาคม 2561 (ครั้งที่ 5) วันที่ 28 มีนาคม 2561 (ครั้งที่ 6) ได้ผลการศึกษา ดังนี้

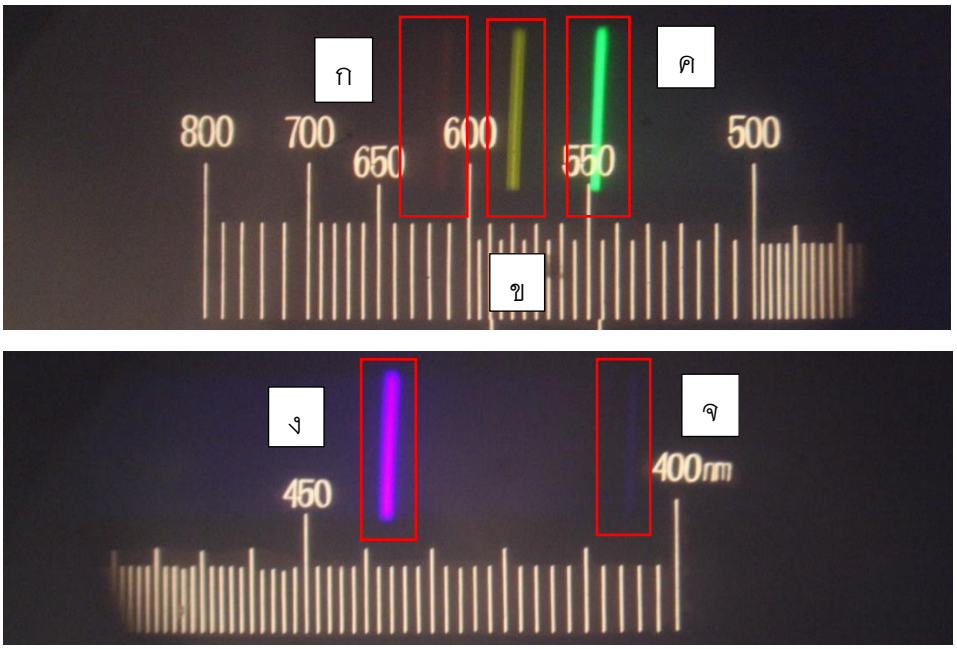
การศึกษาการดักจับแมลงหนอนปลอกน้ำด้วยกับดักแสงไฟ

1. ผลการตรวจสอบคลื่นแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประเภทแสงม่วง และแสงฟ้า

ผลการวัดความยาวคลื่นแสงของหลอดแสงฟ้า โดยใช้เครื่องสเปกโตรสโคป แบบตั้งโต๊ะและอ่านค่าได้โดยตรง ที่มีช่วงความยาวคลื่นแสง 400 ถึง 800 nm (ภาพ 2) ผลปรากฏว่าหลอดแสงฟ้า ปรากฏแถบสีที่ช่วงความยาวคลื่นแสง 405 ถึง 630 nm โดยให้แสงสีม่วงอ่อนที่ความยาวคลื่นแสง 405 nm สีม่วงเข้มที่ความยาวคลื่นแสง 438 nm สีเขียวที่ความยาวคลื่น 548 nm สีเหลืองที่ความยาวคลื่นแสง 580 nm สีส้มที่ความยาวคลื่นแสง 625 nm และสีแดงที่ความยาวคลื่นแสง 630 nm (ตาราง 1) หลอดแสงม่วง ให้แสงสีม่วงอ่อนที่ความยาวคลื่นแสง 350 ถึง 400 nm

ตาราง 1 ค่าความยาวคลื่นแสงของหลอดแสงม่วงและแสงฟ้า ซึ่งวัดโดยเครื่องสเปกโตรสโคปแบบตั้งโต๊ะ และอ่านค่าได้โดยตรง ที่มีช่วงความยาวคลื่นแสง 400 ถึง 800 nm

หลอดแสงม่วง		หลอดแสงฟ้า	
ม่วงอ่อน	375	ม่วงอ่อน	405
–	–	ม่วงเข้ม	438
–	–	เขียว	548
–	–	เหลือง	580
–	–	ส้ม	625
–	–	แดง	630



ภาพ 2 แสดงแถบสีที่ได้จากการวัดความยาวคลื่นแสงของหลอดไฟประเภทแสงฟ้า ก) สีแดงและสีส้ม ข) สีเหลือง ค) สีเขียว ง) สีม่วงเข้ม จ) สีม่วงอ่อน

2. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประเภทแสงม่วงและแสงฟ้า ในการดักจับแมลง

จากการศึกษาจำนวนแมลงที่ได้จากการดักจับ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดึงดูดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (ตาราง 2) ประเภทแสงม่วงและแสงฟ้า พบว่า

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 พบแมลงทั้งหมด 11 อันดับ จำนวน 11,316 ตัว โดยอันดับ Ephemeroptera เป็นกลุ่มที่พบมากที่สุด จำนวน 3,574 ตัว รองลงมาได้แก่ Diptera และ Trichoptera ตามลำดับ หลอดแสงฟ้าดักจับแมลงได้ทั้งหมด 6,224 ตัว หลอดแสงม่วงดักจับแมลงได้ทั้งหมด 5,092 ตัว หลอดแสงฟ้าสามารถดักจับแมลงในอันดับ Ephemeroptera, Orthoptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera และ Collembola ได้มากกว่าหลอดแสงม่วง และหลอดแสงม่วงสามารถดักจับแมลงในอันดับTrichoptera, Hemiptera, Hymenoptera และ Homoptera ได้มากกว่าหลอดแสงฟ้า

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 พบแมลงทั้งหมด 11 อันดับ จำนวน 11,221 ตัว โดยอันดับ Ephemeroptera เป็นกลุ่มที่พบมากที่สุด จำนวน 4,283 ตัว รองลงมาได้แก่ Diptera และ Coleoptera ตามลำดับ หลอดแสงฟ้าดักจับแมลงได้ทั้งหมด 5,912 ตัว หลอดแสงม่วงดักจับแมลงได้ทั้งหมด 5,309 ตัว หลอดแสงฟ้าสามารถดักจับแมลงในอันดับ Trichoptera, Ephemeroptera, Diptera และHomoptera ได้มากกว่าหลอดแสงม่วง และหลอดแสงม่วงสามารถดักจับแมลงในอันดับ Odonata, Orthoptera, Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Hymenoptera และ Collembola ได้มากกว่าหลอดแสงฟ้า

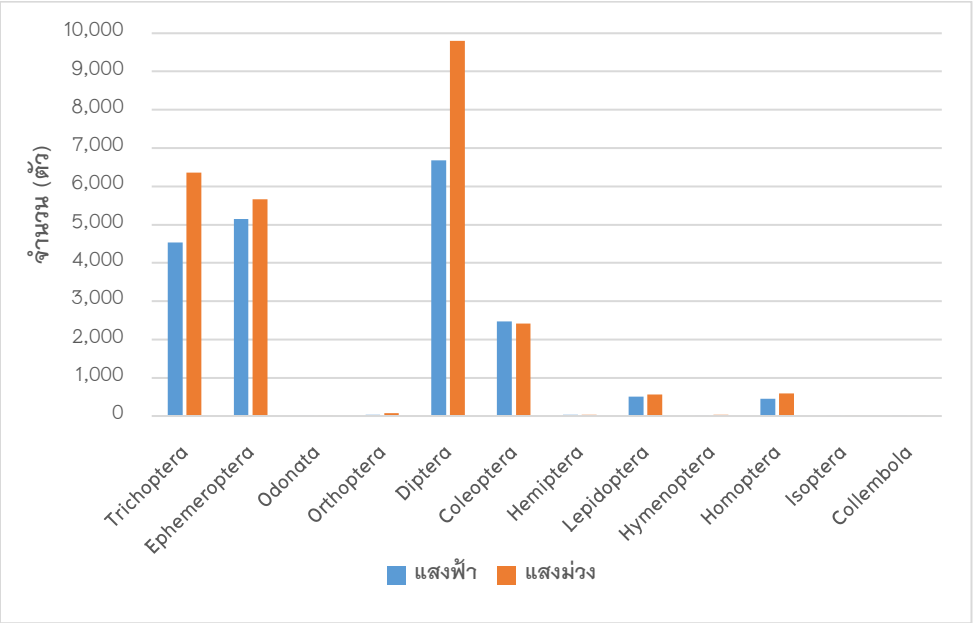
จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 พบแมลงทั้งหมด 11 อันดับ จำนวน 15,886 ตัว โดยอันดับ Diptera เป็นกลุ่มที่พบมากที่สุด จำนวน 6,125 ตัว รองลงมาได้แก่ Trichoptera และ Ephemeroptera ตามลำดับ หลอดแสงฟ้าดักจับแมลงได้ทั้งหมด 3,289 ตัว หลอดแสงม่วงดักจับแมลงได้ทั้งหมด 12,597 ตัว หลอดแสงฟ้าสามารถดักจับแมลงในอันดับ Coleoptera และ Hemiptera ได้มากกว่าหลอดแสงม่วง และหลอดแสงม่วงสามารถดักจับแมลงในอันดับ Trichoptera, Ephemeroptera, Orthoptera, Diptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Homoptera และ Isoptera ได้มากกว่าหลอดแสงฟ้า

จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 พบแมลงทั้งหมด 11 อันดับ จำนวน 7,010 ตัว โดยอันดับ Diptera เป็นกลุ่มที่พบมากที่สุด จำนวน 3,414 ตัว รองลงมาได้แก่ Trichoptera และ Coleoptera ตามลำดับ หลอดแสงฟ้าดักจับแมลงได้ทั้งหมด 4,474 ตัว หลอดแสงม่วงดักจับแมลงได้ทั้งหมด 2,536 ตัว หลอดแสงฟ้าสามารถดักจับแมลงในอันดับ Trichoptera, Ephemeroptera, Orthoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Homoptera และ Isoptera ได้มากกว่าหลอดแสงม่วง และหลอดแสงม่วงสามารถดักจับแมลงในอันดับ Odonata และ Hymenoptera ได้มากกว่าหลอดแสงฟ้า

ตาราง 2 จำนวนแมลงแต่ละอันดับ ที่ถูกดักจับโดยใช้หลอดไฟประเภทแสงม่วงและแสงฟ้า ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1, 2, 3 และ 4

จุดเก็บตัวอย่าง	ประเภทแสง	อันดับ											
		Trichoptera	Ephemeroptera	Odonata	Orthoptera	Diptera	Coleoptera	Hemiptera	Lepidoptera	Hymenoptera	Homoptera	Collembola	Isoptera
1	แสงฟ้า	1,145	1,982	–	21	2,223	664	7	154	4	20	4	–
	แสงม่วง	1,703	1,592	–	10	1,280	372	8	58	10	58	–	1
2	แสงฟ้า	828	2,453	1	6	1,813	610	4	109	5	76	7	–
	แสงม่วง	551	1,830	2	51	1,629	1,025	8	154	6	38	15	–
3	แสงฟ้า	1,356	352	1	2	549	759	10	129	4	127	–	–
	แสงม่วง	3,675	2,131	1	7	5,576	597	6	163	13	422	–	6
4	แสงฟ้า	1,207	360	–	8	2,101	440	16	108	–	231	–	3
	แสงม่วง	430	115	1	4	1,313	415	5	183	4	66	–	–

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประเภทแสงม่วง และแสงฟ้า พบว่า แสงฟ้าสามารถดึงดูดแมลงในอันดับ Coleoptera และ Hemiptera ได้มากกว่าแสงม่วง และแสงม่วงสามารถดึงดูดแมลงในอันดับ Trichoptera, Ephemeroptera, Odonata, Orthoptera, Diptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Homoptera, Isoptera และ Collembola ได้มากกว่าแสงฟ้า (ภาพ 3) ผลการเปรียบเทียบการดึงดูดแมลงโดยใช้แสงม่วงและแสงฟ้าวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Independent-Samples T Test ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05)

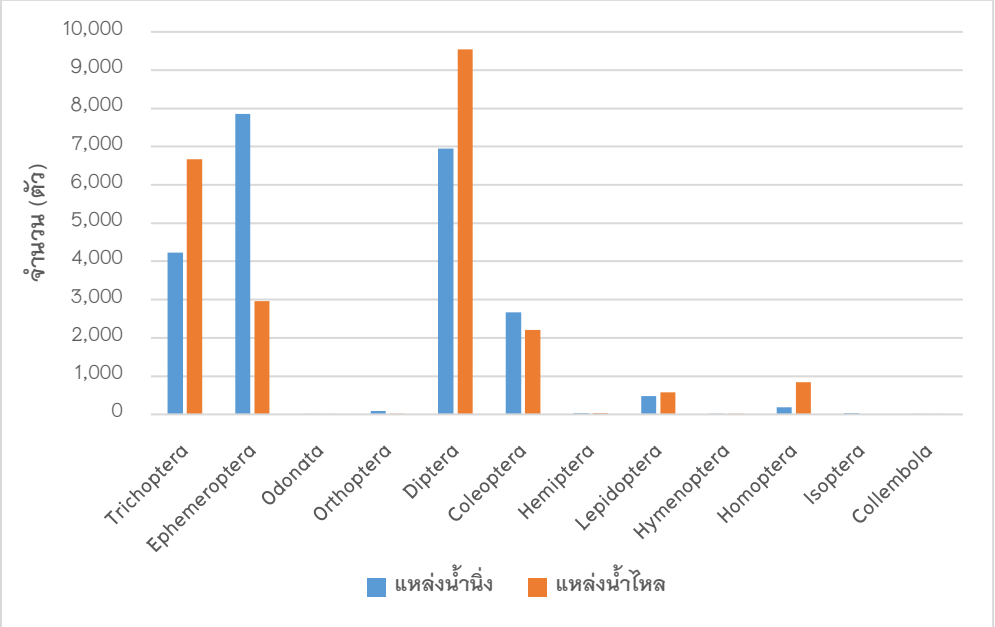


ภาพ 3 แผนภูมิเปรียบเทียบจำนวนแมลงแต่ละอันดับ ที่ถูกดักจับโดยใช้หลอดไฟประเภทแสงม่วงและแสงฟ้า

3. ผลการเปรียบเทียบประเภทของแหล่งน้ำที่ทำการดักจับแมลง

จากการศึกษาจำนวนแมลงที่ได้จากการดักจับ เมื่อเปรียบเทียบแมลงที่ดักจับได้ในบริเวณแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหล พบว่าแหล่งน้ำนิ่ง สามารถดักจับแมลงในอันดับ Ephemeroptera, Orthoptera, Coleoptera, Hymenoptera และ Isoptera ได้มากกว่าแหล่งน้ำไหล และแหล่งน้ำไหลสามารถดักจับแมลงในอันดับ Trichoptera, Diptera, Hemiptera, Lepidoptera, Homoptera และ Collembola ได้มากกว่าแหล่งน้ำนิ่ง (ภาพ 4)

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของแมลงที่ดักจับได้ในบริเวณแหล่งน้ำไหลและน้ำนิ่ง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Independent-Samples T Test ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)



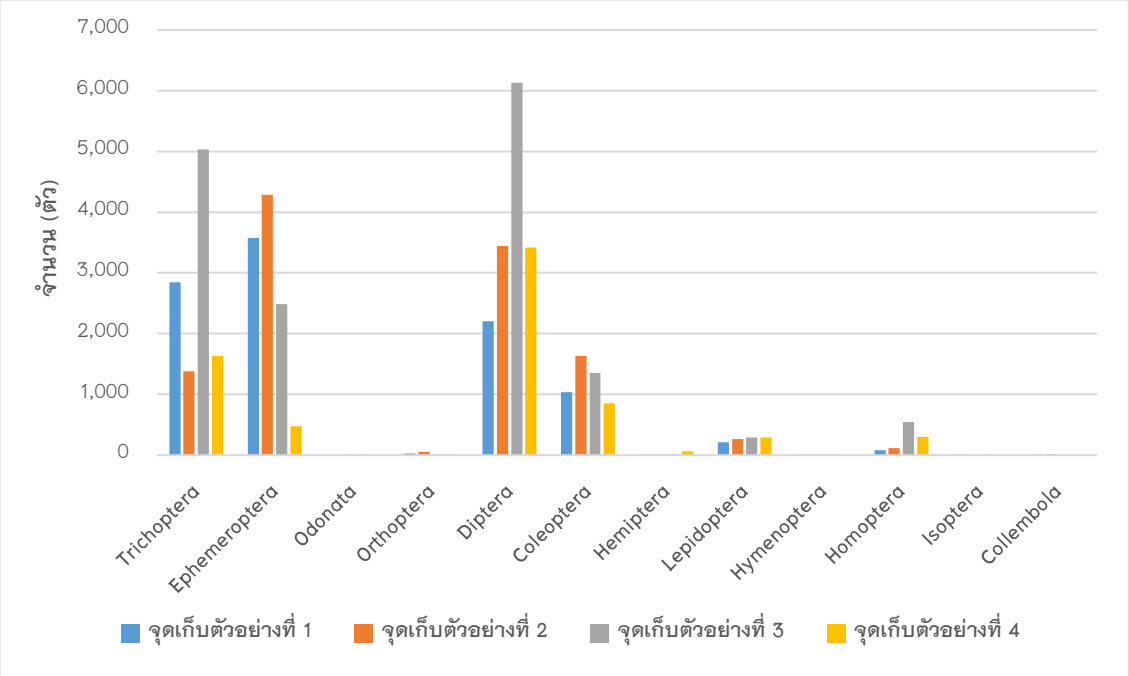
ภาพ 4 แผนภูมิแสดงจำนวนแมลงแต่ละอันดับที่ถูกดักจับในบริเวณแหล่งน้ำไหลและน้ำนิ่ง

4. ผลการเปรียบเทียบตำแหน่งที่วางกับดักแสงไฟ

4.1 ผลการเปรียบเทียบตำแหน่งที่วางกับดักแสงไฟในการดักจับแมลงแต่ละอันดับ

ถ้าพิจารณาจำนวนรวมของแมลงแต่ละอันดับที่ดักจับได้ในทุกจุดเก็บตัวอย่าง จำนวนรวมทั้งหมด 44,175 ตัว จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 สามารถดักจับแมลงได้จำนวนมากที่สุด เท่ากับ 15,886 ตัว และดักจับแมลงในอันดับ Diptera มากที่สุด จำนวน 6,125 ตัว รองลงมาได้แก่ อันดับ Trichoptera และ Ephemeroptera ตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 สามารถดักจับแมลงได้จำนวน 11,221 ตัว และดักจับแมลงในอันดับ Ephemeroptera ได้มากที่สุด จำนวน 4,283 ตัว รองลงมาได้แก่ Diptera และ Coleoptera ตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 สามารถดักจับแมลงได้จำนวน 10,016 ตัว และดักจับแมลงในอันดับ Ephemeroptera ได้มากที่สุด จำนวน 3,574 ตัว รองลงมาได้แก่ Diptera และ Trichoptera ตามลำดับ และสุดท้าย จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 สามารถดักจับแมลงได้จำนวน 7,052 ตัว และดักจับแมลงในอันดับ Diptera มากที่สุด จำนวน 3,414 ตัว รองลงมาได้แก่ Trichoptera และ Coleoptera ตามลำดับ (ภาพ 5)

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของตำแหน่งที่วางกับดักแสงไฟต่อจำนวนตัวของแมลงในแต่ละอันดับ โดยใช้สถิติ (Oneway ANOVA) พบว่า จำนวนตัวของแมลงในอันดับ Trichoptera มีความแตกต่างกันในแต่ละตำแหน่งที่วางกับดักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05)



ภาพ 5 แผนภูมิแสดงจำนวนแมลงที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

4.2 ผลการเปรียบเทียบตำแหน่งที่วางกับดักแสงไฟในการดักจับแมลงหนอนปลอกน้ำ

การจัดจำแนกแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยเพศผู้ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 สามารถดักจับแมลงหนอนปลอกน้ำได้ 6 วงศ์ 23 ชนิด (ตาราง 3) จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 สามารถดักจับแมลงหนอนปลอกน้ำได้ 6 วงศ์ 15 ชนิด (ตาราง 4) จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 สามารถดักจับแมลงหนอนปลอกน้ำได้ 8 วงศ์ 30 ชนิด (ตาราง 5) จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 สามารถดักจับแมลงหนอนปลอกน้ำได้ 7 วงศ์ 23 ชนิด (ตาราง 6) แมลงที่ดักจับได้ทั้ง 4 จุดเก็บตัวอย่าง สามารถจัดจำแนกได้ทั้งหมด 9 วงศ์ 48 ชนิด (ตาราง 7)

ตาราง 3 แมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยที่ดักจับได้ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1

วงศ์ (Family)	ชนิด (Species)	รวม (Total)
Hydropsychidae	*Cheumatopsyche lucida*	256
	Amphipsyche meridiana	32
	Potamyia alleni	1
	Cheumatopsyche schwendingeri	1
	Potamyia euadne	1
Ecnomidae	*Ecnomus puro*	366
	Ecnomus obtusus	4
	Ecnomus mammus	30
	Ecnomus atevalus	4
	Ecnomus alkmene	12
Leptoceridae	*Oecetis tripunctata*	1
	Oecetis scutulata	6
	Oecetis biramosa	35
	Oecetis meghadouta	1
	Oecetis kodros	2
	Setodes argentiguttatus	2
	Setodes okyrrhoe	1
Hydroptilidae	*Hydroptila thuna*	2
	Hydroptila sabit	1
	Orthotrichia indica	27
Psychomyiidae	*Paduniella sampati*	13
Philopotamidae	*Chimarra toga*	1
	Chimarra monorum	1
รวม 6 วงศ์	23 ชนิด	800 ตัว

ตาราง 4 แมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยที่ดักจับได้ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2

วงศ์ (Family)	ชนิด (Species)	รวม (Total)
Hydropsychidae	*Cheumatopsyche lucida*	9
	Cheumatopsyche globosa	1
Ecnomidae	*Ecnomus puro*	462
	Ecnomus obtusus	38
	Ecnomus mammus	13
	Ecnomus alkmene	3
	Ecnomus alkaios	1
	Ecnomus cincibilus	1
Leptoceridae	*Oecetis tripunctata*	1
	Oecetis scutulata	1
	Oecetis biramosa	38
	Oecetis bengalica	2
Hydroptilidae	*Orthotrichia indica*	19
Odontoceridae	*Marilia sumatrana*	2
Psychomyiidae	*Paduniella sampati*	25
รวม 6 วงศ์	15 ชนิด	616 ตัว

ตาราง 5 แมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยที่ดักจับได้ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3

วงศ์ (Family)	ชนิด (Species)	รวม (Total)
Hydropsychidae	*Cheumatopsyche lucida*	505
	Cheumatopsyche globosa	6
	Cheumatopsyche dhanikari	5
	Cheumatopsyche copia	1
	Amphipsyche meridiana	1
	Potamyia phaidra	1

ตาราง 5 (ต่อ)

วงศ์ (Family)	ชนิด (Species)	รวม (Total)
Ecnomidae	*Ecnomus puro*	207
	Ecnomus obtusus	2
	Ecnomus mammus	4
	Ecnomus alkmene	5
	Ecnomus jojachin	1
	Ecnomus cincibilus	16
	Ecnomus singkarakensis	5
Leptoceridae	*Oecetis tripunctata*	8
	Oecetis biramosa	5
	Oecetis empusa	1
	Setodes sarapis	1
	Setodes tejasvin	1
	Leptocerus dirghachuka	6
	Leptocerus posticus	2
Hydroptilidae	*Hydroptila thuna*	14
	Hydroptila gaya	7
	Orthotrichia indica	69
	Ugandatrichia honga	1
Polycentropodidae	*Nyctiophylax maath*	3
Odontoceridae	*Marilia sumatrana*	1
Psychomyiidae	*Paduniella sampati*	24
Philopotamidae	*Chimarra chiangmaiensis*	1
	Chimarra akkaorum	7
	Chimarra terramater	1
รวม 8 วงศ์	30 ชนิด	911 ตัว

ตาราง 6 แมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยที่ดักจับได้ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4

วงศ์ (Family)	ชนิด (Species)	รวม (Total)
Hydropsychidae	*Cheumatopsyche lucida*	37
	Cheumatopsyche globosa	2
	Cheumatopsyche dhanikari	3
	Amphipsyche meridiana	1
Ecnomidae	*Ecnomus puro*	85
	Ecnomus obtusus	1
	Ecnomus alkmene	8
	Ecnomus jojachin	11
	Ecnomus cincibilus	6
Leptoceridae	*Oecetis tripunctata*	1
	Oecetis biramosa	1
	Oecetis scutulata	4
	Oecetis empusa	3
Psychomyiidae	*Psychomyia kalais*	1
	Psychomyia lak	1
	Paduniella sampati	21
Xiphocentronidae	*Abaria guatila*	1
Hydroptilidae	*Hydroptila thuna*	2
	Hydroptila gaya	3
	Orthotrichia indica	7
	Oxyethira bogambara	1
Philopotamidae	*Chimarra chiangmaiensis*	2
	Chimarra akkaorum	5
รวม 7 วงศ์	23 ชนิด	207 ตัว

ตาราง 7 แมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยซึ่งดักจับโดยใช้กับดักแสงไฟ ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ในเดือนมกราคม พ.ศ.2561 – เดือนเมษายน พ.ศ. 2561

วงศ์ (Family)	**ชนิด (Species)**	**รวม (Total)**
Hydropsychidae	*Cheumatopsyche lucida*	807
	Cheumatopsyche globosa	9
	Cheumatopsyche dhanikari	8
	Cheumatopsyche schwendingeri	1
	Cheumatopsyche copia	1
	Amphipsyche meridiana	34
	Potamyia alleni	1
	Potamyia phaidra	1
	Potamyia euadne	1
Ecnomidae	*Ecnomus puro*	1,120
	Ecnomus obtusus	45
	Ecnomus mammus	47
	Ecnomus cincibilus	23
	Ecnomus jojachin	12
	Ecnomus atevalus	4
	Ecnomus singkarakensis	5
	Ecnomus alkmene	28
	Ecnomus alkaios	1
Leptoceridae	*Oecetis tripunctata*	11
	Oecetis empusa	4
	Oecetis bengalica	2
	Oecetis scutulata	11
	Oecetis biramosa	79

ตาราง 7 (ต่อ)

วงศ์ (Family)	ชนิด (Species)	รวม (Total)
	Oecetis meghadouta	1
	Oecetis kodros	2
	Setodes argentiguttatus	2
	Setodes sarapis	1
	Setodes tejasvin	1
	Setodes okyrrhoe	1
	Leptocerus dirghachuka	6
	Leptocerus posticus	2
Psychomyiidae	*Psychomyia kalais*	1
	Paduniella sampati	83
	Psychomyia lak	1
Hydroptilidae	*Hydroptila thuna*	18
	Hydroptila sabit	1
	Hydroptila gaya	10
	Orthotrichia indica	122
	Oxyethira bogambara	1
	Ugandatrichia honga	1
Polycentropodidae	*Nyctiophylax math*	3
Philopotamidae	*Chimarra chiangmaiensis*	3
	Chimarra akkaorum	12
	Chimarra toga	1
	Chimarra monorum	1
	Chimarra terramater	1
Odontoceridae	*Marilia sumatrana*	3
Xiphocentronidae	*Abaria guatila*	1
รวม 9 วงศ์	48 ชนิด	2,534 ตัว

ตาราง 8 จำนวนของแมลงหนอนปลอกน้ำที่ได้จากการดักจับในแต่ละครั้งของจุดเก็บตัวอย่างที่ **1**

วงศ์ (Family)	ชนิด (Species)	ครั้งที่ดักจับ					
		1	2	3	4	5	6
Hydropsychidae	*Cheumatopsyche lucida*	4	79	35	52	27	59
	Amphipsyche meridiana		23	2	2	1	4
	Potamyia alleni		1				
	Cheumatopsyche schwendingeri	1					
	Potamyia euadne						1
Ecnomidae	*Ecnomus puro*	7	34	97	32	165	31
	Ecnomus obtusus		1	2		1	
	Ecnomus mammus		8	5	7	10	
	Ecnomus atevalus			2	1	1	
	Ecnomus alkmene					3	9
Leptoceridae	*Oecetis tripunctata*		1				
	Oecetis scutulata					6	
	Oecetis biramosa			7	8	20	
	Oecetis meghadouta			1			
	Oecetis kodros					2	
	Setodes argentiguttatus			2			
	Setodes okyrrhoe					1	
Hydroptilidae	*Hydroptila thuna*			2			
	Hydroptila sabit			1			
	Orthotrichia indica		7	9	3	8	
Psychomyiidae	*Paduniella sampati*		1	4	3	5	
Philopotamidae	*Chimarra toga*			1			
	Chimarra monorum						1
รวม 6 วงศ์	23 ชนิด	12	155	170	108	250	105

ตาราง 9 จำนวนของแมลงหนอนปลอกน้ำที่ได้จากการดักจับในแต่ละครั้งของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2

วงศ์ (Family)	ชนิด (Species)	ครั้งที่ดักจับ					
		1	2	3	4	5	6
Hydropsychidae	*Cheumatopsyche lucida*	1	4	2			2
	Cheumatopsyche globosa			1			
Ecnomidae	*Ecnomus puro*	2	6	112	6	250	86
	Ecnomus obtusus		4	13	3	9	9
	Ecnomus mammus			4	1	6	2
	Ecnomus alkmene						3
	Ecnomus alkaios						1
	Ecnomus cincibilus			1			
Leptoceridae	*Oecetis tripunctata*			1			
	Oecetis scutulata			1			
	Oecetis biramosa			13	4	21	
	Oecetis bengalica			1		1	
Hydroptilidae	*Orthotrichia indica*				5	14	
Odontoceridae	*Marilia sumatrana*						2
Psychomyiidae	*Paduniella sampati*		4	7	5	4	5
รวม 6 วงศ์	15 ชนิด	3	18	156	24	305	110

ตาราง 10 จำนวนของแมลงหนอนปลอกน้ำที่ได้จากการดักจับในแต่ละครั้งของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3

วงศ์ (Family)	ชนิด (Species)	ครั้งที่ดักจับ					
		1	2	3	4	5	6
Hydropsychidae	*Cheumatopsyche lucida*	10	267	41	66	87	34
	Cheumatopsyche globosa	1	1		1	3	
	Cheumatopsyche dhanikari	1	3				1
	Cheumatopsyche copia		1				
	Amphipsyche meridiana					1	
	Potamyia phaidra					1	
Ecnomidae	*Ecnomus puro*		15	38	41	46	67
	Ecnomus obtusus				1		1
	Ecnomus mammus			1	1		2
	Ecnomus alkmene					5	
	Ecnomus jojachin						1
	Ecnomus cincibilus	2	3		1		10
	Ecnomus singkarakensis			5			
Leptoceridae	*Oecetis tripunctata*				5	2	1
	Oecetis biramosa				5		
	Oecetis empusa		1				
	Setodes sarapis					1	
	Setodes tejasvin				1		
	Leptocerus dirghachuka				3	3	
	Leptocerus posticus					2	
Hydroptilidae	*Hydroptila thuna*			1	5	8	
	Hydroptila gaya			1	3	3	

ตาราง 10 (ต่อ)

วงศ์ (Family)	ชนิด (Species)	ครั้งที่ดักจับ					
		1	2	3	4	5	6
	Orthotrichia indica			7	29	29	4
	Ugandatrichia honga					1	
Polycentropodidae	*Nyctiophylax maath*						3
Odontoceridae	*Marilia sumatrana*				1		
Psychomyiidae	*Paduniella sampati*				12	8	4
Philopotamidae	*Chimarra chiangmaiensis*		1				
	Chimarra akkaorum		5			2	
	Chimarra terramater					1	
รวม 8 วงศ์	30 ชนิด	14	297	94	175	203	128

ตาราง 11 จำนวนของแมลงหนอนปลอกน้ำที่ได้จากการดักจับในแต่ละครั้งของจุดเก็บตัวอย่างที่ 4

วงศ์ (Family)	ชนิด (Species)	ครั้งที่ดักจับ					
		1	2	3	4	5	6
Hydropsychidae	*Cheumatopsyche lucida*	3	4	14	4	9	3
	Cheumatopsyche globosa	1					1
	Cheumatopsyche dhanikari	2		1			
	Amphipsyche meridiana						1
Ecnomidae	*Ecnomus puro*		18	6	3	8	50
	Ecnomus obtusus			1			
	Ecnomus alkmene						8

ตาราง 11 (ต่อ)

วงศ์ (Family)	ชนิด (Species)	ครั้งที่ดักจับ					
		1	2	3	4	5	6
	Ecnomus jojachin		2		2	2	5
	Ecnomus cincibilus			2	1	3	
Leptoceridae	*Oecetis tripunctata*			1			
	Oecetis scutulata					2	2
	Oecetis empusa		3				
Psychomyiidae	*Psychomyia kalais*			1			
	Psychomyia lak					1	
	Paduniella sampati		1		11	3	6
Xiphocentronidae	*Abaria guatila*					1	
Hydroptilidae	*Hydroptila thuna*					1	1
	Hydroptila gaya				2		1
	Orthotrichia indica				5	1	1
	Oxyethira bogambara					1	
Philopotamidae	*Chimarra chiangmaiensis*					2	
	Chimarra akkaorum			2		3	
รวม 7 วงศ์	23 ชนิด	6	28	28	28	37	80

ดัชนีความคล้ายคลึง (Similarity index)

การวิเคราะห์ดัชนีความคล้ายคลึงของแมลงหนอนปลอกน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของแมลงหนอนปลอกน้ำในระดับสปีชีส์ (ตาราง 3–6) ที่พบในอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ พบว่าค่าความคล้ายคลึงของแมลงหนอนปลอกน้ำ จากการเปรียบเทียบทั้ง 4 จุดเก็บตัวอย่าง มีค่าความคล้ายคลึงกันที่สุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ค่าความคล้ายคลึงต่ำจากการเปรียบเทียบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (ตาราง 12)

ตาราง 12 ค่าดัชนีความคล้ายคลึง (ร้อยละ) เปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	1	2	3	4
1		52.63	41.51	49.83
2	■		53.33	57.89
3	●	■		67.92
4	●	■	■	

หมายเหตุ

■ **หมายถึง ค่าความคล้ายคลึง ร้อยละ 50 – 100**

● **หมายถึง ค่าความคล้ายคลึง ร้อยละ 40 – 49**

หมายถึง ค่าความคล้ายคลคง ร้อยละ 0 – 39

ดัชนีความหลากหลาย (Shannon–Wiener Diversity index)

การวิเคราะห์เปรียบเทียบดัชนีความหลากหลายของแมลงหนอนปลอกน้ำโดยใช้แชนนอนวีเนอร์ (Shannon Wiener index) จากข้อมูลของแมลงหนอนปลอกน้ำในระดับสปีชีส์ (ตาราง 3–6) ทั้ง 4 จุดเก็บตัวอย่าง พบว่า จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าดัชนีความหลากหลายมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 2.10 ในจุดเก็บตัวอย่างที่มีค่าดัชนีความหลากหลายน้อยที่สุด คือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีค่าเท่ากับ 1.06 (ตาราง 13)

ตาราง 13 ค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงหนอนปลอกน้ำ

จุดเก็บตัวอย่าง	Shannon–Wiener index
1	1.57
2	1.06
3	1.54
4	2.10

ดัชนีความสม่ำเสมอของชนิด (Evenness index)

เปรียบเทียบดัชนีความสม่ำเสมอของชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำโดยใช้แชนนอนวีเนอร์ (Shannon Wiener index) จากข้อมูลของชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำในระดับสปีชีส์ (ตาราง 3–6) ทั้ง 4 จุดเก็บตัวอย่าง พบว่าในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีความสม่ำเสมอของชนิดแมลงหนอนปลอกน้ำสูงสุด และในสถานีที่ 2 มีค่าความสม่ำเสมอต่ำสุด (ตาราง 14)

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแมลงหนอนปลอกน้ำ

จุดเก็บตัวอย่าง	Evenness index
1	0.50
2	0.39
3	0.45
4	0.67

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาการดักจับแมลงหนอนปลอกน้ำด้วยกับดักแสงไฟ

1. ผลการตรวจสอบคลื่นแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประเภทแสงม่วงและแสงฟ้า

ผลการวัดความยาวคลื่นแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประเภทแสงฟ้า โดยใช้เครื่องสเปกโตรสโคป แบบตั้งโต๊ะและอ่านค่าได้โดยตรง ที่มีช่วงความยาวคลื่นแสง 400 ถึง 800 nm ผลปรากฏว่า หลอดแสงฟ้าปรากฏแถบสีที่ช่วงความยาวคลื่นแสง 405 ถึง 630 nm โดยให้แสงสีม่วงอ่อนที่ความยาวคลื่นแสง 405 nm สีม่วงเข้มที่ความยาวคลื่นแสง 438 nm สีเขียวที่ความยาวคลื่น 548 nm สีเหลืองที่ความยาวคลื่นแสง 580 nm สีส้มที่ความยาวคลื่นแสง 625 nm และสีแดงที่ความยาวคลื่นแสง 630 nm หลอดแสงม่วงมีช่วงความยาวคลื่นแสง 350 ถึง 400 nm ให้แสงสีม่วงอ่อน

ความยาวคลื่นแสงที่แตกต่างกันนี้เกิดจากองค์ประกอบของสารภายในหลอดไฟ โดยภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์จะประกอบด้วย ไอปรอทและสารฟอสฟอร์ (สารวาวแสง) ซึ่งหลอดไฟที่ใช้ในการทดลองนี้มี 2 ประเภท ได้แก่ หลอดแสงฟ้าและหลอดแสงม่วง โดยภายในหลอดแสงฟ้าเคลือบด้วย แมกนีเซียมทังสเตท (Magnesium tungstate) ทำให้แสงไฟที่ปรากฏเป็นแสงสีขาวอมฟ้า (ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล, ม.ป.ป., สื่อออนไลน์) ในการวัดความยาวคลื่นแสงจึงเห็นแถบแสงสีม่วง สีเขียว สีเหลือง สีส้ม และสีแดง เนื่องจากมีแสงขาวออกมาด้วย ค่าความยาวคลื่นแสงที่วัดได้จึงอยู่ในช่วง 405 ถึง 630 nm ภายในหลอดแสงม่วงเคลือบด้วยแคดเมียมบอเรท (Cadmium borate) ให้แสงสีชมพู และแคลเซียมทังสเตท (Calcium tungstate) ให้แสงสีน้ำเงิน (ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล, ม.ป.ป., สื่อออนไลน์) ทำให้แสงไฟที่ปรากฏเป็นแสงสีม่วง ค่าความยาวคลื่นแสงที่ปรากฏจึงมีค่าต่ำกว่า 440 nm

2. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประเภทแสงม่วงและแสงฟ้า ในการดักจับแมลง

กับดักแสงไฟประเภทแสงม่วง สามารถดักจับแมลงได้จำนวน 25,546 ตัว ซึ่งมากกว่ากับดักแสงไฟประเภทแสงฟ้า ที่สามารถดักจับแมลงได้จำนวน 19,907 ตัว จากผลการทดลองขัดแย้งกับงานวิจัยของ Daniel Potter (2002) กล่าวว่า แสง Ultraviolet ไม่ใช่แสงที่สามารถดึงดูดแมลงได้มากที่สุด และหลากหลายที่สุดอย่างที่คิดไว้ แต่เป็น Blue Light ที่ให้แสงกว้างที่สุดและมั่นคงที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเปรียบเทียบแต่ละอันดับกลับพบว่า แสงม่วงสามารถดึงดูดแมลงในอันดับ Hymenoptera ได้ดีกว่าแสงฟ้า และแสงฟ้าสามารถดึงดูดแมลงในอันดับ Coleoptera และ Hemiptera ได้ดีกว่าแสงม่วง สอดคล้องกับ Henda *et al.* (1999) กล่าวว่า หลอด Blacklight (แสงฟ้า) สามารถดึงดูด lady beetles (Coleoptera) and Damsel bugs (Hemiptera) ได้มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ Blacklight Blue (แสงม่วง)

อันดับ Lepidoptera ในการทดลองครั้งนี้สามารถดักจับได้จำนวน 1,058 ตัว ซึ่งแมลงในอันดับนี้ไม่จำเพาะเจาะจงต่อแสงใดเป็นพิเศษ มีความสอดคล้องกับการทดลองของ Federico and Julio (2010) ที่ศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองต่อแสงของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงในอันดับ Lepidoptera แล้วพบว่า ตัวเต็มวัยถูกดึงดูดมากที่สุดที่ความยาวคลื่นแสง 340–460 nm ซึ่งเป็นความยาวคลื่นแสงที่ปรากฏในทั้งหลอดประเภทแสงม่วงและแสงฟ้า และงานวิจัยของ Henda *et al.* (1999) กล่าวว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์ ประเภทหลอด Blacklight และ Blacklight Blue สามารถดึงดูดผีเสื้อกลางคืนได้มากที่สุด

3. ผลการเปรียบเทียบประเภทของแหล่งน้ำที่ทำการดักจับแมลง

บริเวณน้ำไหลสามารถดักจับแมลงได้จำนวน 22,910 ตัว 11 อันดับ บริเวณน้ำนิ่งสามารถดักจับแมลงได้จำนวน 22,543 ตัว 12 อันดับ จากผลการทดลอง จำนวนของแมลงที่ดักจับได้มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแมลงกว่า 84 เปอร์เซ็นต์ที่ดักจับได้เป็นแมลงที่มีช่วงชีวิตในระยะตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำ (aquatic nymph) ซึ่งมีปัจจัยในการดำรงชีวิต คือ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ วัสดุพื้นท้องน้ำ และความเร็วกระแสน้ำ บริเวณน้ำนิ่งที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างนั้นเป็นบริเวณริมฝั่งของอ่างเก็บน้ำซึ่งเป็นบริเวณน้ำตื้น สำหรับทะเลสาบและสระน้ำตื้นมีแมลงอาศัยอยู่มากชนิดกว่าทะเลสาบน้ำลึก เพราะพื้นที่ดังกล่าวมีสภาพทางกายภาพและเคมีเกือบเหมือนกับน้ำไหลแมลงที่พบก็เป็นชนิดเดียวกัน เช่น แมลงชีปะขาว แมลงเกาะหิน และแมลงหนอนปลอกน้ำ (ทิพย์วรรณ, 2559) ส่งผลให้แหล่งน้ำทั้ง 2 ประเภท มี

จำนวนตัว และจำนวนอันดับของแมลง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 % (p<0.05)

4. ผลการเปรียบเทียบตำแหน่งที่วางกับดักแสงไฟ

4.1 ผลการเปรียบเทียบตำแหน่งที่วางกับดักแสงไฟในการดักจับแมลงแต่ละอันดับ

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 เป็นตัวแทนของแหล่งน้ำไหล พื้นท้องน้ำเป็นคอนกรีตที่เททับลำห้วยธรรมชาติ มีก้อนหินอยู่กลางลำธารจำนวนมาก น้ำใสและไม่มีเศษซากกิ่งไม้ใบไม้ สองฝั่งของลำธารมีต้นไม้ปกคลุม ระดับน้ำสูงประมาณ 30 เซนติเมตร เหนือจุดเก็บตัวอย่างขึ้นไปเป็นทางน้ำล้น จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 สามารถดักจับแมลงได้มากที่สุดจำนวน 15,886 ตัว เนื่องจากมีปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของแมลง กล่าวคือ บริเวณนี้มีที่อยู่อาศัย ที่หลบภัย และอาหาร เพียงพอให้กับตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลง ทำให้พบแมลงในอันดับ Trichoptera และ Diptera มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด คือ 5,031 และ 6,125 ตัว แตกต่างจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ที่ถึงแม้ทั้งสองฝั่งของลำธารจะมีต้นไม้ใหญ่ปกคลุม และเป็นบริเวณน้ำไหลเช่นเดียวกับจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 แต่อยู่ห่างไกลจากทางน้ำล้น ระดับน้ำในลำธารสูงประมาน 10 เซนติเมตร กลางลำธารมีกิ่งไม้และใบไม้ที่เน่าเปื่อยจำนวนมาก มีตะกอนของตะไคร่น้ำอยู่บริเวณพื้นท้องน้ำ น้ำในบริเวณนี้จึงไม่เหมาะแก่การดำรงชีวิตของตัวอ่อนแมลงที่ต้องการออกซิเจนในปริมานมาก (ทิพย์วรรณ, 2559) ทำให้พบแมลงในอันดับ Ephemeroptera น้อยที่สุดจำนวน 475 ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด และจำนวนรวมของแมลงทุกอันดับที่สามารถดักจับได้น้อยที่สุด คือ 7,052 ตัว จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 เป็นตัวแทนของแหล่งน้ำนิ่ง สามารถดักจับแมลงในอันดับ Collembola, Orthoptera และ Coleoptera ได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด คือ 22, 57 และ 1,635 ตัว ตามลำดับ แมลงทั้ง 3 อันดับนี้เป็นแมลงที่อาศัยอยู่ในดิน สาเหตุที่ทำให้สามารถดักจับได้มากกว่าจุดอื่น ๆ เป็นเพราะดินในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 เป็นดินร่วน โครงสร้างของดินชนิดต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน ดินเหนียวและดินทรายไม่ค่อยมีแมลงอาศัยอยู่ ส่วนดินร่วนมีแมลงอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากดินร่วนขุดทำรูง่ายมีความชื้น การระเหยของน้ำตลอดจนสารอินทรีย์เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของแมลง (ทิพย์วรรณ, 2559) จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 เป็นตัวแทนของแหล่งน้ำนิ่ง สามารถดักจับแมลงได้ทั้งหมด 10,016 ตัว จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 อยู่สุดทางของอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ ด้านหลังของจุดที่วางกับดักเป็นป่าที่มีต้นไม้หนาแน่นส่งผลให้มีผู้ล่ามากกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ป่าอยู่ห่างจากตำแหน่งที่วางกับดักประมาณ 10 เมตร อีกทั้งดินใน

บริเวณที่วางกับดักเป็นดินดานที่มีแร่ธาตุน้อยทำให้ระบบรากของพืชเจริญได้ไม่ดี ส่งผลให้แมลงที่กินรากพืชเป็นอาหารมีน้อยกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ที่เป็นดินร่วน

4.2 ผลการเปรียบเทียบตำแหน่งที่วางกับดักแสงไฟในการดักจับแมลงหนอนปลอกน้ำ

ในอันดับ Trichoptera สามารถดักจับได้จำนวน 10,895 ตัว โดยในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 จำนวน 2,848 ตัว จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 จำนวน 1,379 ตัว จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 จำนวน 5,031 ตัว และจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 จำนวน 1,637 ตัว จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 สามารถดักจับได้มากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีก้อนหินจำนวนมากอยู่กลางลำธาร อีกทั้งยังอยู่ติดกับทางน้ำล้นทำให้เกิดกระแสน้ำวนซึ่งเป็นการเพิ่มออกซิเจนให้กับแหล่งน้ำ ทำให้บริเวณนี้เหมาะแก่การดำรงชีวิตของตัวอ่อนแมลงในอันดับ Trichoptera โดยเฉพาะ วงศ์ Hydropsychidae ที่มีการกินอาหารแบบ Filtering Collectors ส่งผลให้ดักจับได้จำนวนมากในบริเวณนี้ ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 สามารถดักจับแมลงหนอนปลอกน้ำได้น้อยที่สุด อาจเป็นเพราะบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 เป็นพื้นดินที่ยื่นออกจากริมฝั่ง เป็นพื้นที่เปิดโล่งมีลมพัดตลอดเวลาส่งผลโดยตรงต่อแมลงหนอนปลอกน้ำที่ความสามารถในการบินต่ำ และพื้นที่มีจำกัดทำให้ความหนาแน่นของประชากรถูกจำกัดตามไปด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chantaramongkol *et al.* (1998) กล่าวว่า จำนวนตัวและชนิดของแมลงน้ำจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งที่อยู่อาศัยที่ถูกกำหนดโดยสภาพแวดล้อม

จากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ จำนวน 4 จุดเก็บตัวอย่าง พบแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยเพศผู้จำนวน 2,534 ตัว จำแนกได้ 9 วงศ์ 48 ชนิด โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีจำนวนชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำมากที่สุด คือ 30 ชนิด รองลงมา 23 ชนิด คือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 4 จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีจำนวนชนิดน้อยที่สุด คือ 15 ชนิด

ในการดักจับทั้ง 6 ครั้ง *Ecnomus puro* คือ ชนิดที่พบมากที่สุดในอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ รองลงมา คือ *Cheumatopsyche lucida* สอดคล้องกับงานวิจัยของ แตงอ่อน (2556) ที่พบในลำห้วยแม่ตาว ลำห้วยแม่กุ อ.แม่สอด จ.ตาก พบตลอดทั้งปี เนื่องจากตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำทั้ง 2 ชนิด มีความสามารถในการปรับตัวที่ดีสามารถอยู่ในลำธารที่มีวัสดุพื้นทั้งน้ำหลากหลาย ทั้งที่เป็นก้อนหิน กรวด ไปจนถึงทรายและดิน ส่งผลให้พบแมลงทั้งสองชนิดนี้ในหลายพื้นที่และพบจำนวนมากในบริเวณน้ำไหลที่มีก้อนหินขนาดใหญ่

ชนิดที่พบน้อยในอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ ได้แก่ *Cheumatopsyche copia, Potamyia alleni, Potamyia phaidra, Oecetis bengalica, Setodes argentiguttatus, Ugandatrichia honga,*

Nyctiophylax maath, Chimarra chiangmaiensis, Chimarra monorum, Marilia sumatrana สอดคล้องกับงานวิจัยของ laudee and prommi (2011) ที่พบน้อยในบริเวณแม่น้ำตาปี จ. สุราษฎร์ธานี และ *Leptocerus posticus, Oxyethira bogambara, Abaria guatila* สอดคล้องกับงานวิจัยของ แตงอ่อน (2556) ที่พบน้อยในลำห้วยแม่ตาว ลำห้วยแม่กุ อ.แม่สอด จ.ตาก

แมลงหนอนปลอกน้ำชนิดที่พบน้อยในแต่ละบริเวณที่ทำการดักจับอาจมีวงชีวิตแบบ univoltine คือในหนึ่งปีมีวงชีวิตเพียงครั้งเดียว จึงทำให้พบตัวอย่างเพียงครั้งเดียวในรอบปี ส่วนชนิดที่พบบ่อยครั้ง อาจมีวงชีวิตแบบ multivoltine คือใน 1 ปี มีวงชีวิตหลายรอบ เช่น *Cheumatopsyche lucida, Cheumatopsyche globosa* และ *Ecnomus puro* เป็นต้น เช่นเดียวกับบริเวณลำธารห้วยกู่ขาวในสวนสัตว์เชียงใหม่ เป็นบริเวณที่พบแมลงหนอนปลอกน้ำที่มีวงชีวิตแบบ univoltine และ multivoltine (Chantaramongkol *et al.* 1998) ทำให้แมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยแต่ละชนิดที่พบ มีการกระจายที่แตกต่างกันในแต่ละครั้งที่ทำการดักจับ

ชนิดที่พบเฉพาะอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ ได้แก่ *Cheumatopsyche schwendingeri, Potamyia euadne, Ecnomus obtusus, Ecnomus mammus, Ecnomus singkarakensis, Ecnomus alkmene, Ecnomus alkaios, Oecetis kodros, Setodes tejasvin, Setodes okyrrhoe, Psychomyia kalais, Paduniella sampati, Hydroptila gaya, Chimarra terramater* เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Pongsak laudee and Taeng on prommi (2011); (แตงอ่อน พรหมมิ, 2556); (เดชา ทาปัญญา และพรทิพย์ จันทรมงคล, 2546)

5. ดัชนีชีวภาพของแมลงหนอนปลอกน้ำ

ในการคำนวณความหลากหลายของแมลงหนอนปลอกน้ำด้วยวิธีของ Shannon–Weiner Index ในอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา มีค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงหนอนปลอกน้ำทั้ง 4 จุดเก็บตัวอย่าง อยู่ในช่วง 1.06 ถึง 2.10 เมื่อเปรียบเทียบดัชนีความหลากหลายของแมลงหนอนปลอกน้ำ พบว่า จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าความหลากหลายสูงที่สุด และในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีค่าความหลากหลายต่ำสุด ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของชนิดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีค่าความสม่ำเสมอของชนิดแมลงหนอนปลอกน้ำสูงสุด และในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีค่าความสม่ำเสมอต่ำสุด

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของแมลงหนอนปลอกน้ำ พบว่าจุดเก็บตัวอย่างที่มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด คือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 4 มีค่าความคล้ายคลึงกันร้อยละ 67.92 แสดงว่าทั้งสองจุดเก็บตัวอย่างมีจำนวนชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำที่ใกล้เคียงกัน

เนื่องจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 4 มีลักษณะพื้นที่เหมือนกัน คือ พื้นท้องน้ำเป็นคอนกรีตที่เททับลำห้วยธรรมชาติ มีน้ำน้อย มีต้นไม้ขึ้นอยู่ริมฝั่งเหมือนกัน และปริมาณของน้ำใกล้เคียงกัน โดยที่มี 18 ชนิด ที่เหมือนกัน อาทิตย์ (2552) การเปลี่ยนแปลงของมวลชีวภาพ (biomass) องค์ประกอบ (composition) และสัดส่วน (proportion) ไม่มากตลอดลำน้ำในคลองชลประทาน (เดือนพฤษภาคม) เนื่องจากภายในเดือนนี้ ปริมาณน้ำในแต่ละจุดมีค่าต่ำและไม่มีความแตกต่างกันของคุณภาพน้ำมากนัก ทำให้คุณภาพตลอดทั้งลำธารมีความเป็นเนื้อเดียวกันสูง (high homogeneity) ทำให้แมลงน้ำมีการกระจายตัวอยู่ทั่วไปตามแนวจุดศึกษา และจุดเก็บตัวอย่างที่มีความคล้ายคลึงกันน้อยที่สุดคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 3 มีค่าความคล้ายคลึงกันร้อยละ 41.51 เพราะจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 3 มีระยะทางที่ห่างกัน และมีสิ่งขวางกั้นทางภูมิศาสตร์ คือ สันอ่าง อีกทั้งมีลักษณะพื้นที่ต่างกัน ทำให้มีความคล้ายคลึงกันน้อยที่สุด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

จตุพร ตั้งจิตรวิทยากูล. (2558). **โครงสร้างของแมลงและหน้าที่ ประโยชน์และโทษของแมลง.** สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา.

เดชา ทาปัญญา และพรทิพย์ จันทรมงคล. (2546). โครงการ “ความหลากหลายทางชีวภาพและการอนุรักษ์แมลงในพื้นที่ป่าริมน้ำบนภูเขาในจังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย”. **สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.** สืบค้นเมื่อ วันที่ 24 มิถุนายน 2561, จาก https://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=BGJ4480025

แตงอ่อน พรหมมิ. (2556). โครงการการติดตามตรวจสอบทางชีวภาพขอโลหะหนักในตะกอนดินและแมลงน้ำกลุ่มไทรคอบเทอร่าในลำธารบริเวณเหมืองแร่สังกะสี. **สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.** สืบค้นเมื่อ วันที่ 24 มิถุนายน 2561, จาก http://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=MRG5480221

ทิพย์วรรณ สรรพสัตย์. (2559). **ชีววิทยาของแมลง วิวัฒนาการ ความหลากหลาย การจำแนกอันดับ และนิเวศวิทยาของแมลง**. สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา.

พิสมัย ชวลิตวงษ์พร และคณะ. (2522). **การใช้เครื่องดักแมลงชนิดไฟฟ้าสำหรับจับผีเสื้อหนอนกระทู้หอม**. รายงานผลการทดลองและวิจัย กรมวิชาการเกษตร

ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2542). **บทปฏิบัติการกีฏวิทยาเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. (ม.ป.ป.). หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้า. **หนังสืออิเล็กทรอนิกส์**. สืบค้นเมื่อ วันที่ 24 มิถุนายน 2561, จาก http://rmutphysics.com/charud/scibook/electric3/pan10.htm

วิทย์ งามศิลป์ และคณะ. (2537). **การใช้กับดักแมลงชนิดไฟฟ้าต่างชนิด ในการดักจับผีเสื้อหนอนกระทู้หอมในแปลงองุ่น**. จดหมายข่าวสมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย.

วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ. (2548). **นิเวศวิทยาของแมลง**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศานิต รัตนภุมมะ. (2547). **เทคนิคการเก็บและรักษาตัวอย่างแมลง**. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อลงกรณ์ วีระพันธ์. (2552). **การศึกษาการดักจับแมลงที่เป็นอาหารด้วยกับดักแสงไฟที่มีแสงสีต่างกันในหมู่บ้านห้วยโก๋น อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน**. สารนิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. สืบค้นเมื่อ วันที่ 2 ธันวาคม 2560, จาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Sci_Ed/Alongkorn_W.pdf

อาทิตย์ นันทขว้าง. (2552). **การสำรวจความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงน้ำในเขตพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลด้านความหลากหลายทางชีวภาพในเขตลุ่มน้ำวัง.** มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง.

อุทิศ กุฏอินทร์. 2542. **นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้.** ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อุษณีย์ ยศยิ่งยวด และคณะ. (2547). **การดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต.** ชีววิทยาเกี่ยวกับสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. มูลนิธิ สอวน. โรงพิมพ์ด่านสุทธาการพิมพ์.

Chantaramongkol *et al.* (eds.) **Proceedings of the 9th International Symposium on Trichoptera.** Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiangmai.

Dethier, A. (1963). **Use of light traps in insects surveys**. Plant Protecttion Service Technical Bullin N0. 29. Thailand.

Danial Potter. (2002). **Insect Responses to Light of Different Wavelengths in Two Different Regions of north Carolina**. Retrieve June 24, 2018, From wikinight.free.fr/wp–content/uploads/anpcen/.../Potter2002.doc

Federico Castrejon and Julio C. Rojas. (2010). **Behavioral responses of larvae and adults of estigmene acrea (Lepidoptera: Arctiidae) to light of different wavelengths.** Retrieve April 21, 2018, from http://journals.fcla.edu/flaent/article/view/76151/73809

Hans Malicky. (2010). **Atlas of Southeast Asian Trichoptera**. Faculty of Science Printing Unit, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.

Henda Nabli, Wayne C. Bailey, and Semi Necibi. (1999). **Beneficial Insect Attraction to Light Traps with Different Wavelengths.** University of Missouri, Columbia.

Philips Lighting, (n.d.). **TL-D 18W BLB 1SL/25**. Retrieve April 21, 2018, from http://www.lighting.philips.com/main/prof/conventional-lamps-and-tubes/special-lamps/colored-and-blacklightblue-blb/tl-d-blacklight-blue/928048010805_EU/product

Pongsak Laude and Taeng On Prommi. (2011). **Biodiversity and distribution of Trichoptera species along the Tapee River, Surat Thani Province, southern Thailand.** Retrieve June 24, 2018, from https://biotaxa.org/Zoosymposia/article/view/zoosymposia.5.1.21

Sid Perkins. (2016). Picking a better porch light. **Sciencenewsforstudents**. Retrieve December 2, 2017, from https://www.sciencenewsforstudents.org/article/picking-better-porch-light

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

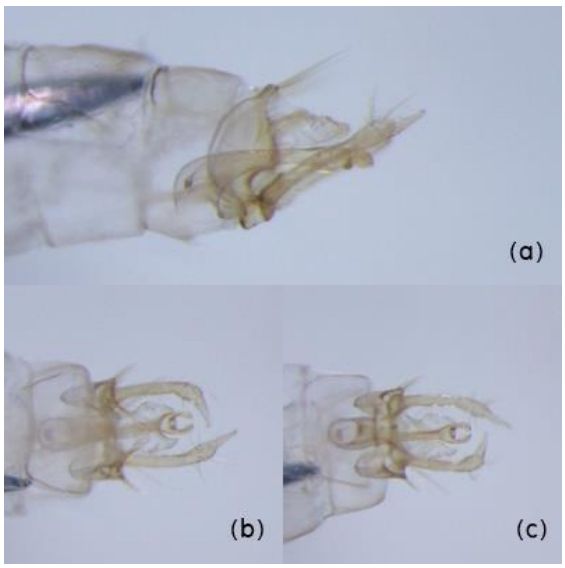
จำนวนตัวของแมลงแต่ละอันดับที่สามารถดักจับได้

ตาราง 15 แสดงจำนวนของแมลงแต่ละอันดับ ซึ่งดักจับโดยใช้กับดักแสงไฟ ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ในเดือน มกราคม พ.ศ. 2561 – เดือนเมษายน พ.ศ. 2561

อันดับ (Order)	จำนวน (Total)
Trichoptera	10,895
Ephemeroptera	10,815
Odonata	6
Orthoptera	109
Diptera	16,484
Coleoptera	4,882
Hemiptera	64
Lepidoptera	1,058
Hymenoptera	46
Homoptera	1,038
Isoptera	9
Collembola	26

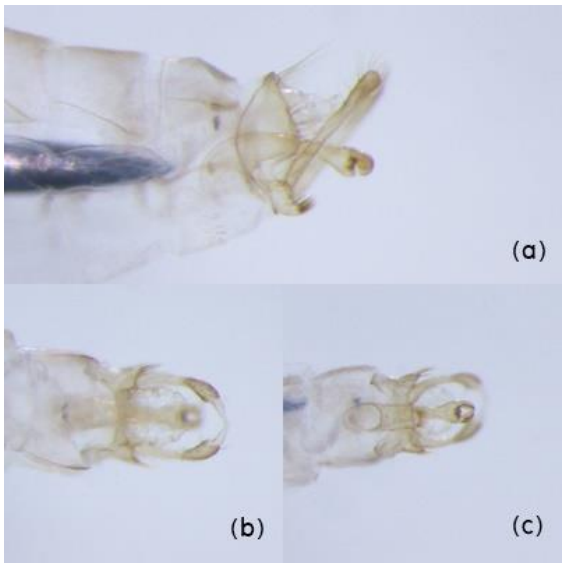
ภาคผนวก ข

ภาพอวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้แต่ละชนิดที่ได้จากการดักจับ



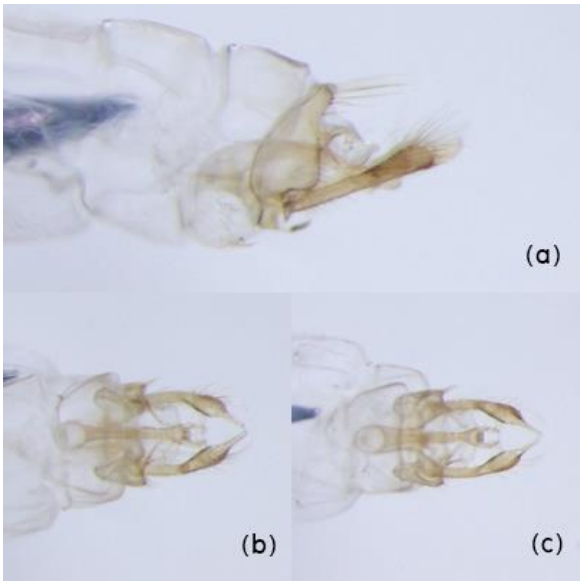
ภาพ 6 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Cheumatopsyche lucida*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral

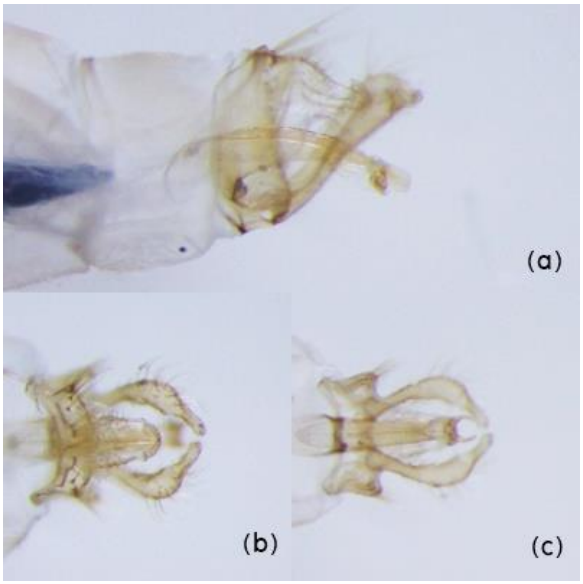


ภาพ 7 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Cheumatopsyche globosa*

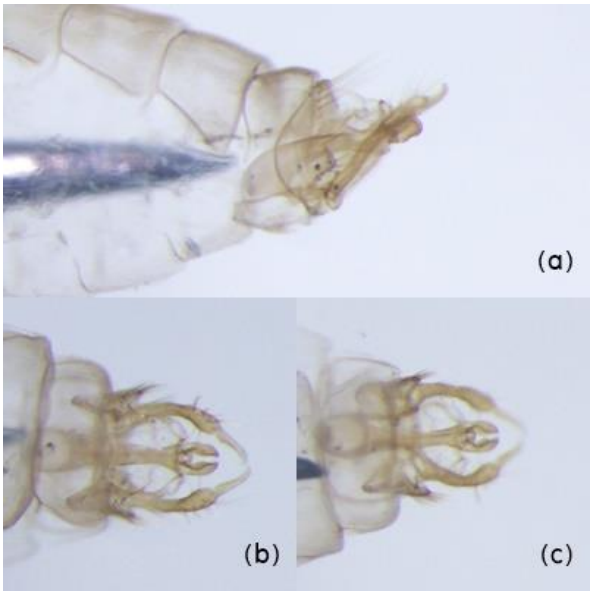
(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



ภาพ 8 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Cheumatopsyche dhanikari*
(a) lateral (b) dorsal (c) ventral

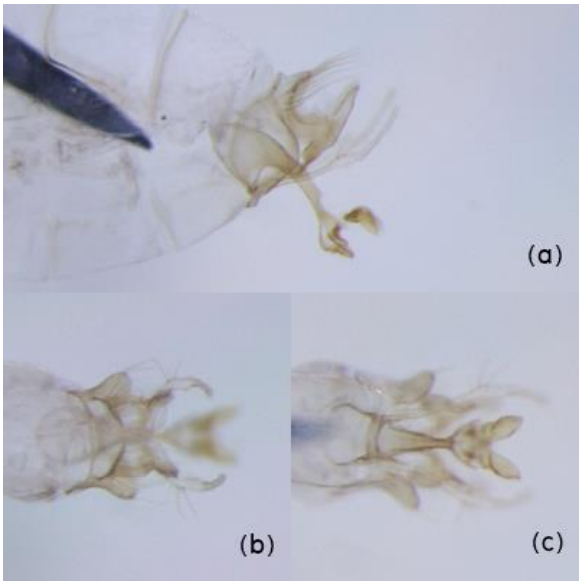


ภาพ 9 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Cheumatopsyche chwendingeri*
(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



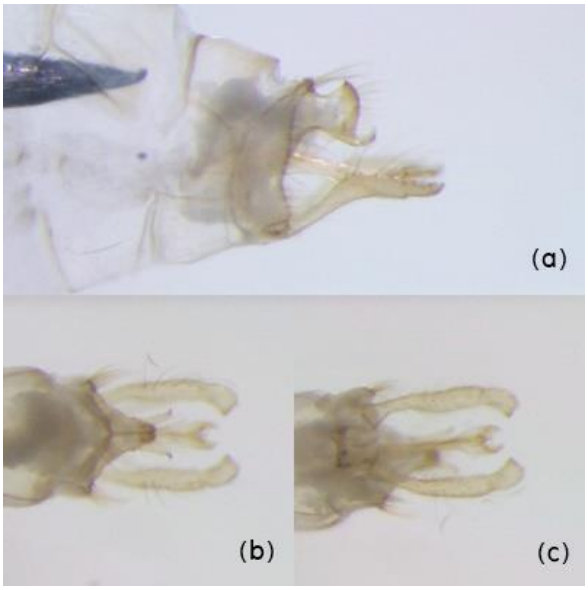
ภาพ 10 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Cheumatopsyche copia*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



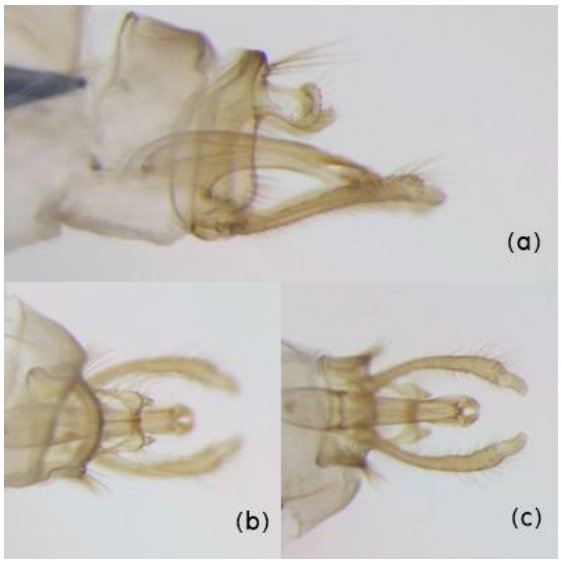
ภาพ 11 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Amphipsyche meridiana*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



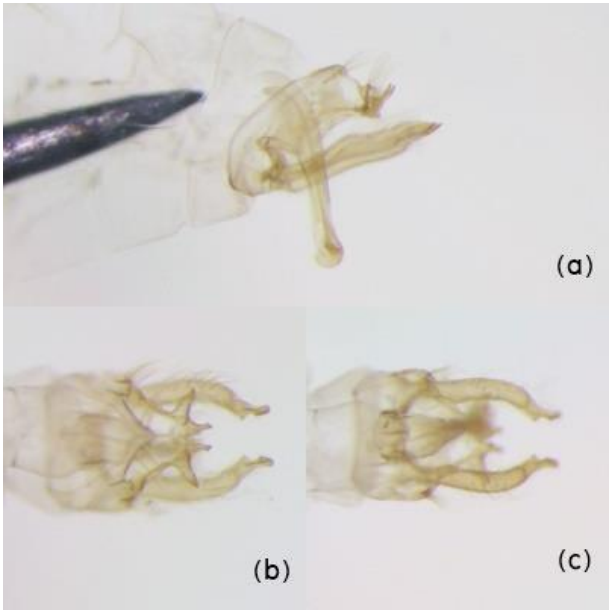
ภาพ 12 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Potamyia alleni*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



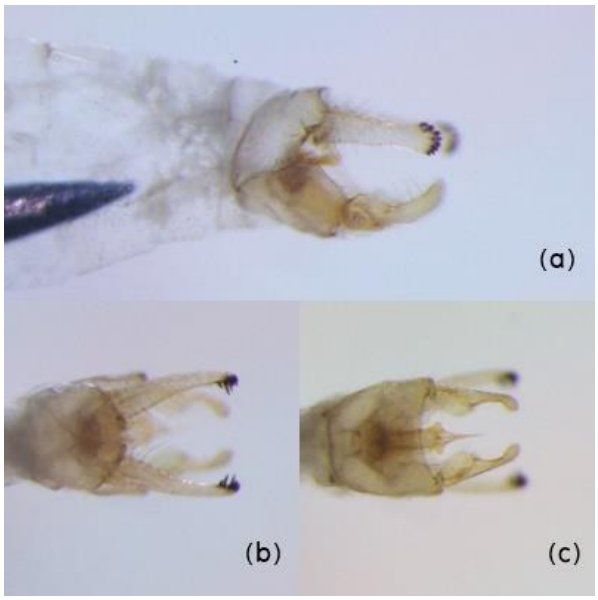
ภาพ 13 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Potamyia phaidra*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



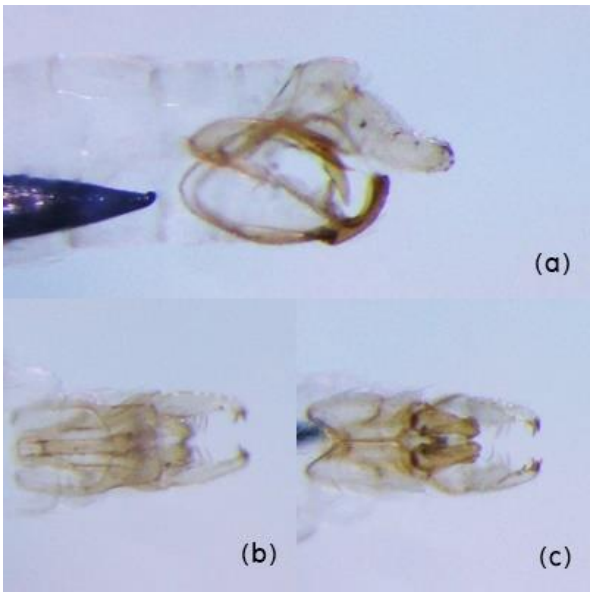
ภาพ 14 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Potamyia euadne*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



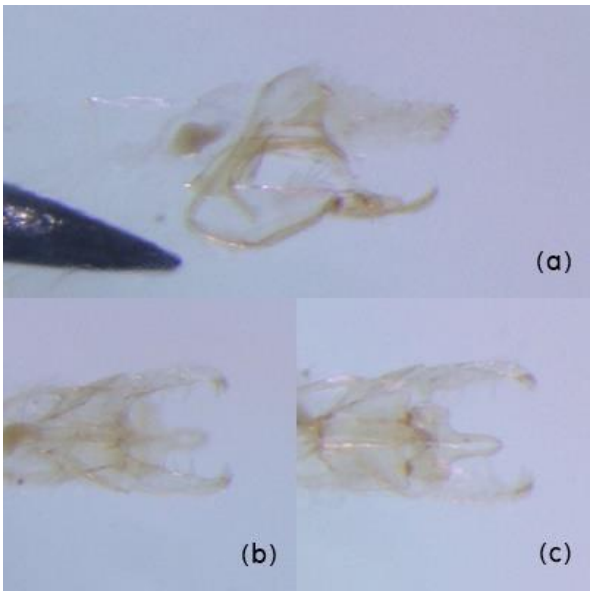
ภาพ 15 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Ecnomus puro*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



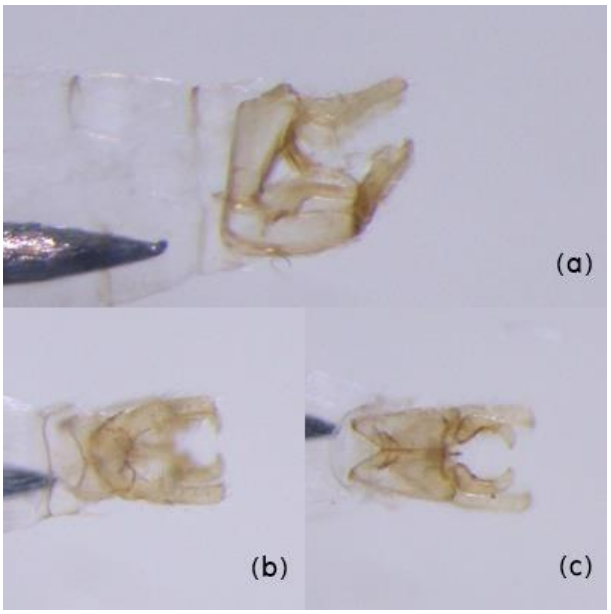
ภาพ 16 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Ecnomus obtusus*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



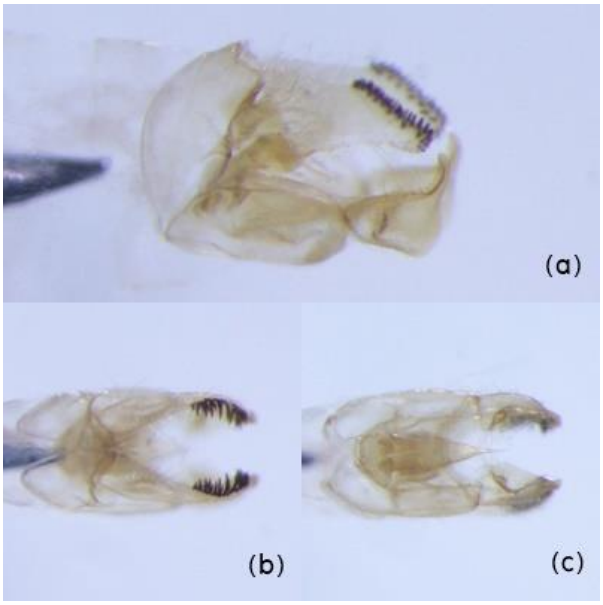
ภาพ 17 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Ecnomus mammus*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



ภาพ 18 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Ecnomus cincibilus*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral

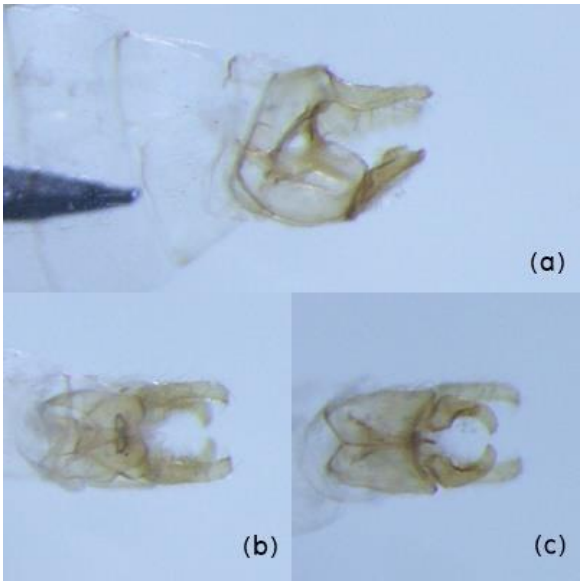


ภาพ 19 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Ecnomus jojachin*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral

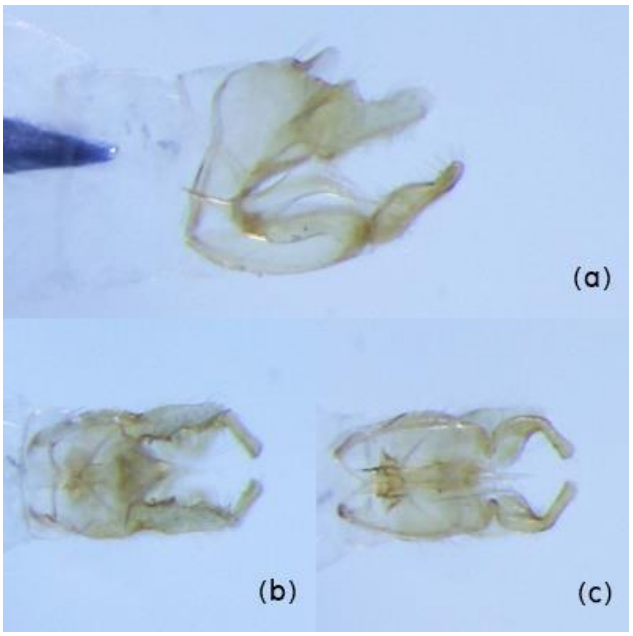
ภาพ 20 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Ecnomus atevalus*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



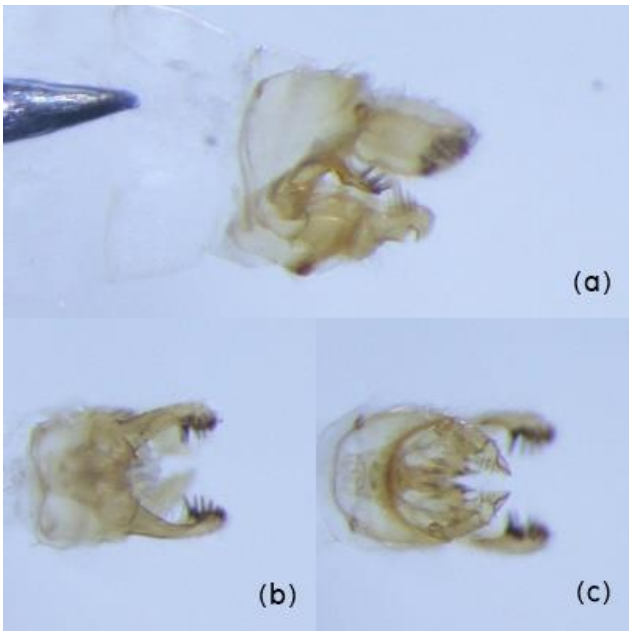
ภาพ 21 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Ecnomus singkarakensis*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



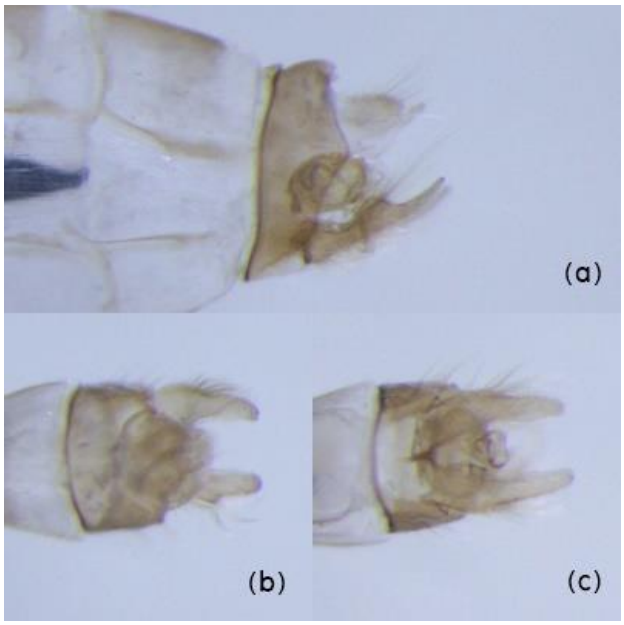
ภาพ 22 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Ecnomus alkmene*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



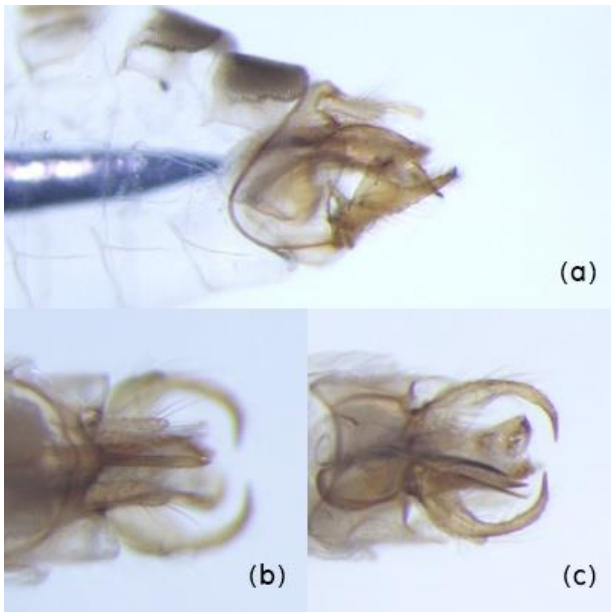
ภาพ 23 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Ecnomus alkaios*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



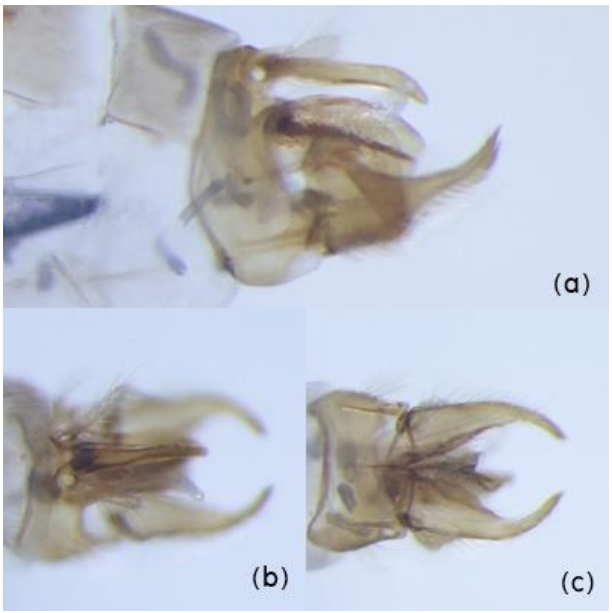
ภาพ 24 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Oecetis tripunctata*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



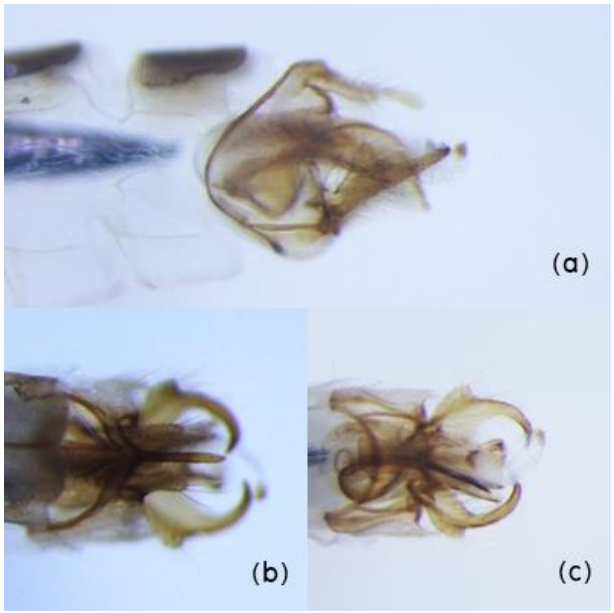
ภาพ 25 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Oecetis empusa*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



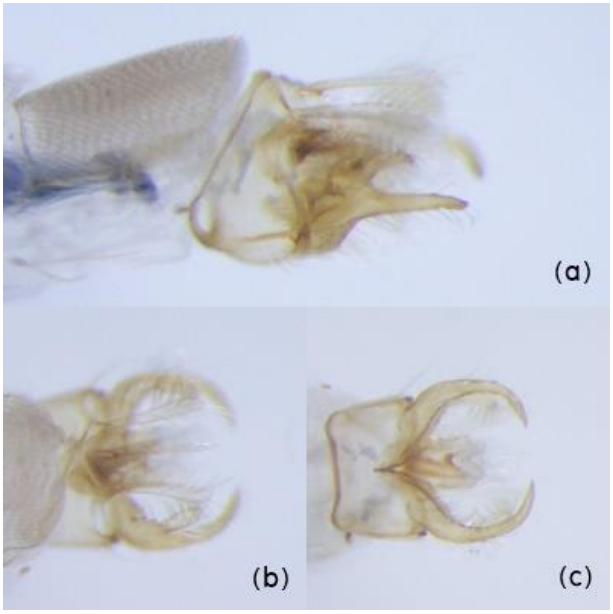
ภาพ 26 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Oecetis bengalica*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



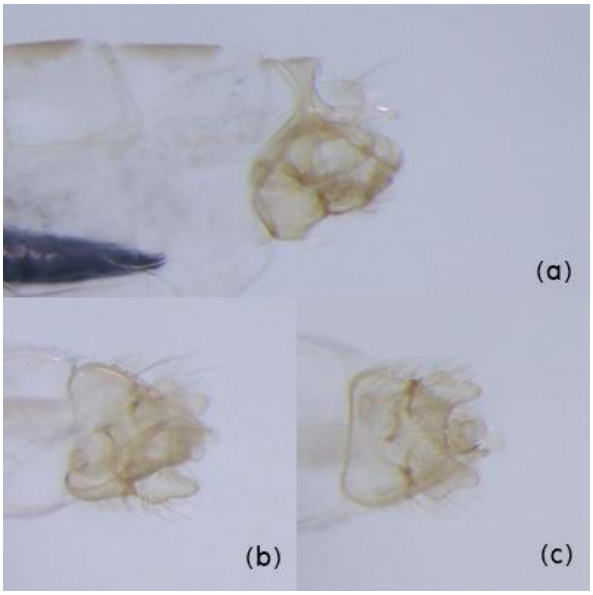
ภาพ 27 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Oecetis scutulata*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



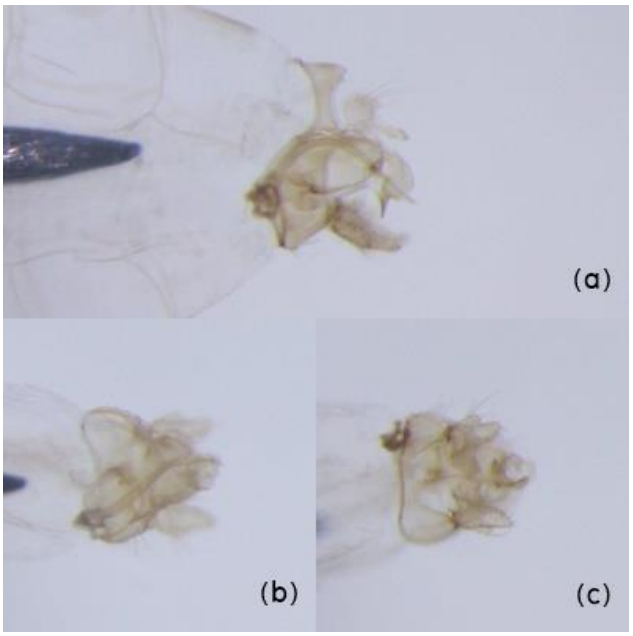
ภาพ 28 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Oecetis biramosa*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



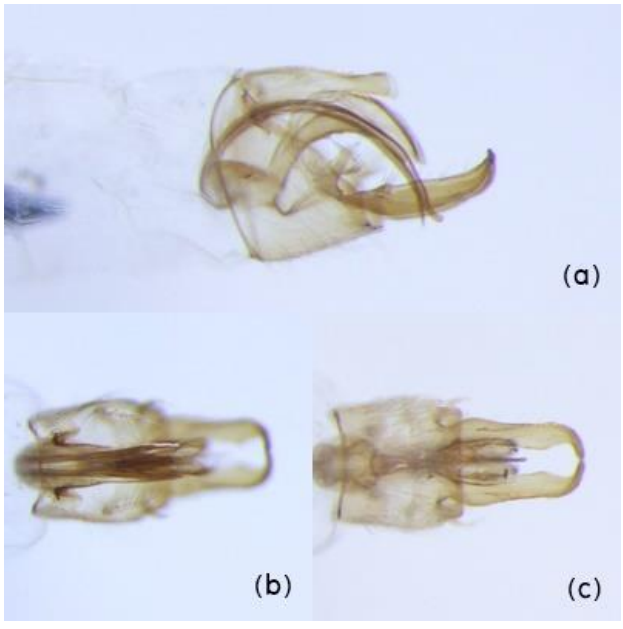
ภาพ 29 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Oecetis meghadouta*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



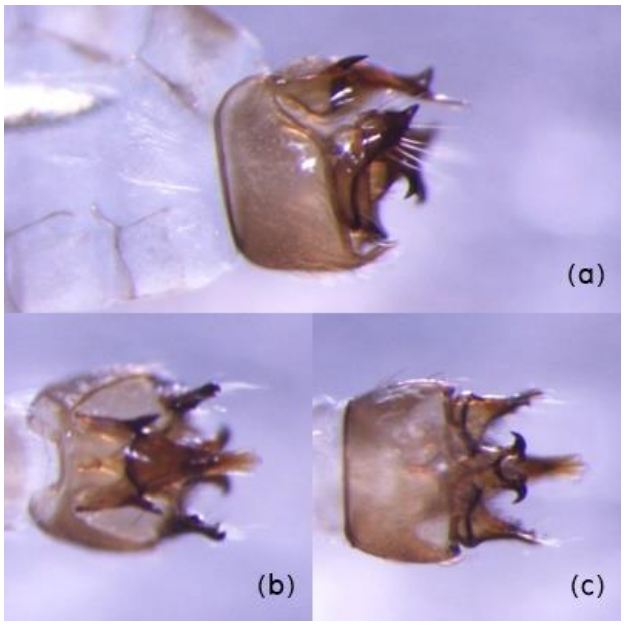
ภาพ 30 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Oecetis kodros*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



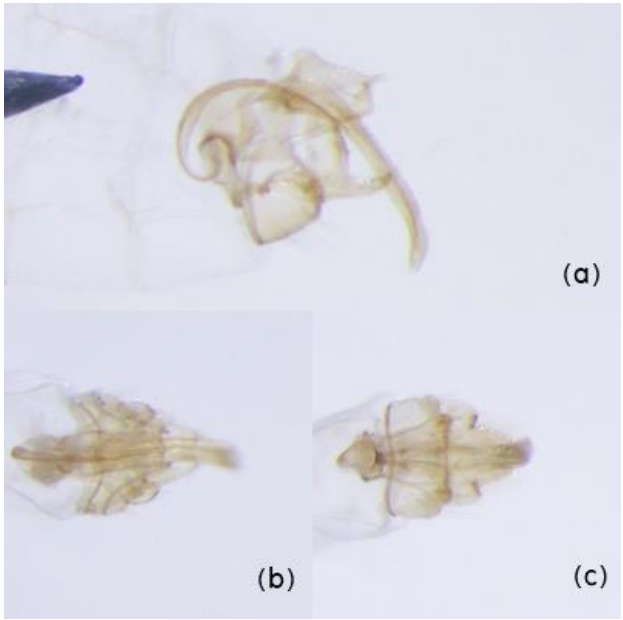
ภาพ 31 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Setodes argentiguttatus*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



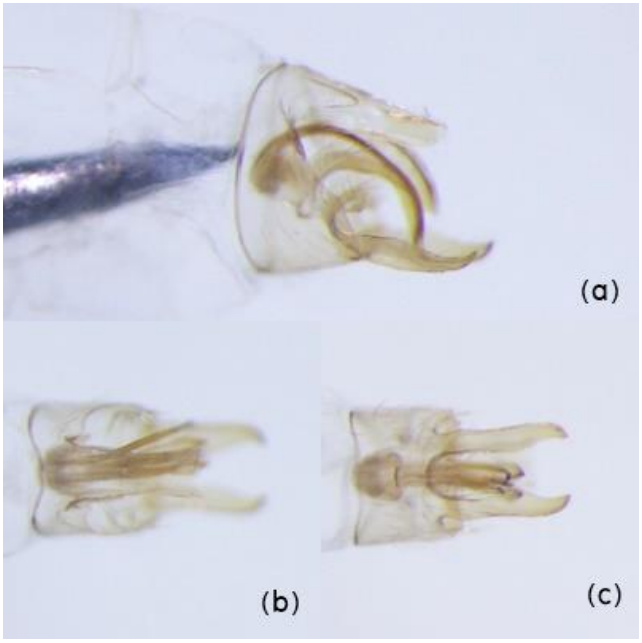
ภาพ 32 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Setodes sarapis*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



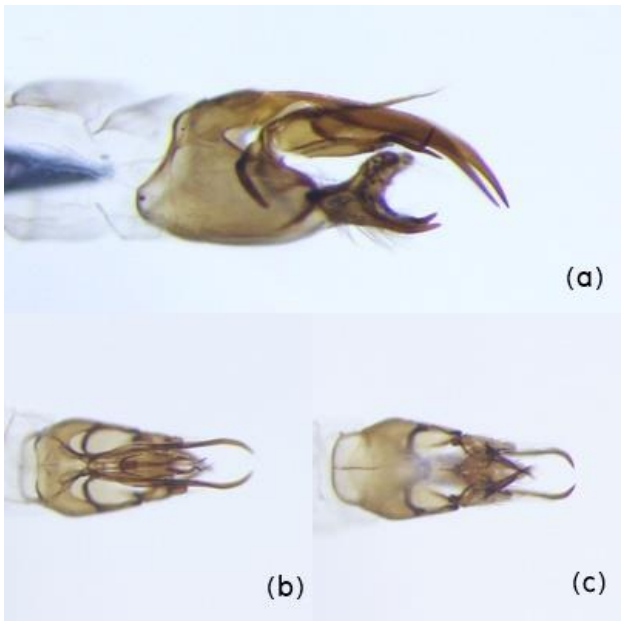
ภาพ 33 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Setodes tejasvin*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



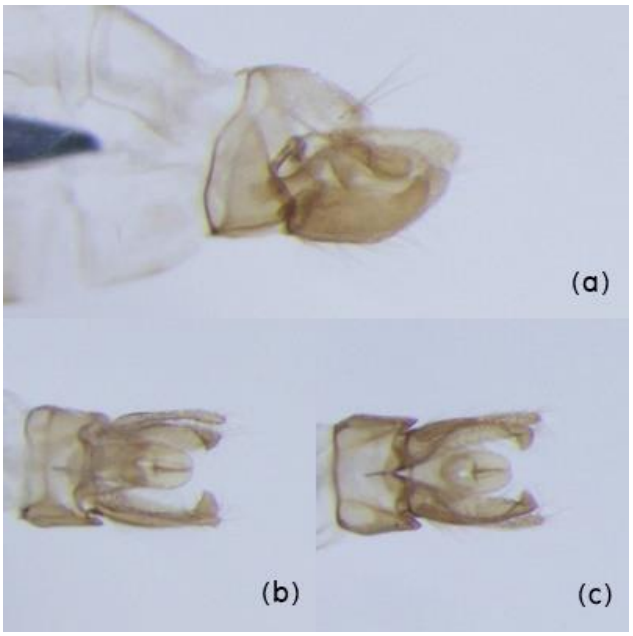
ภาพ 34 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Setodes okyrrhoe*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



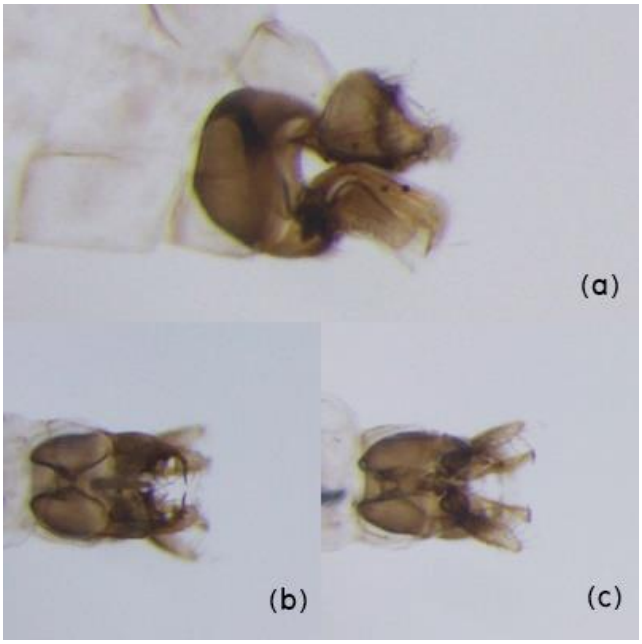
ภาพ 35 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Leptocerus dirghachuka*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



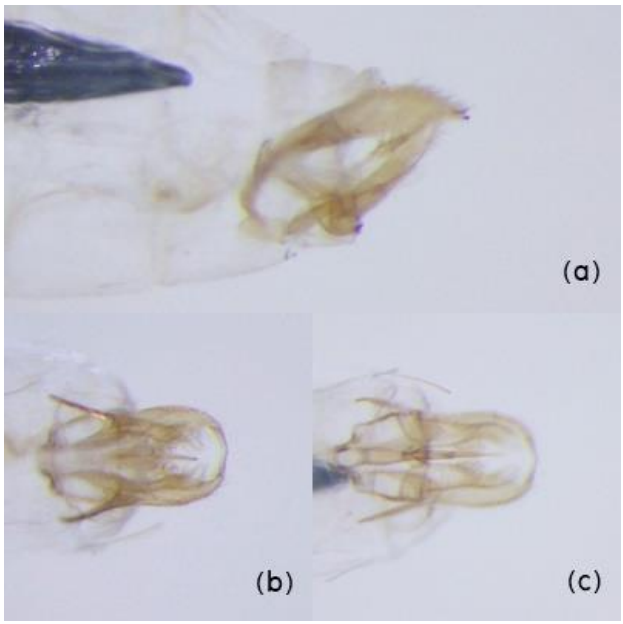
ภาพ 36 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Leptocerus posticus*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



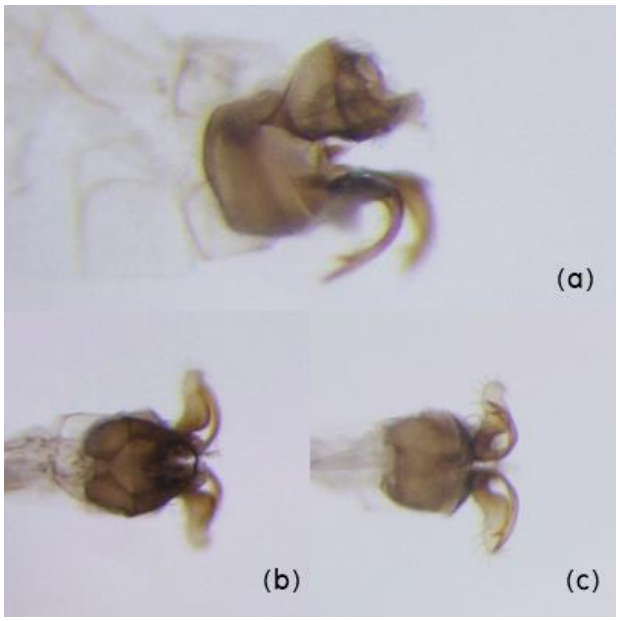
ภาพ 37 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Psychomyia kalais*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



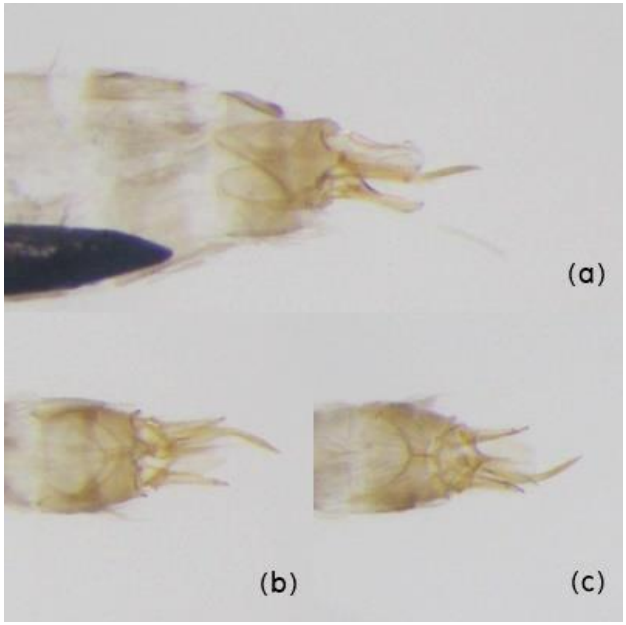
ภาพ 38 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Paduniella sampati*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



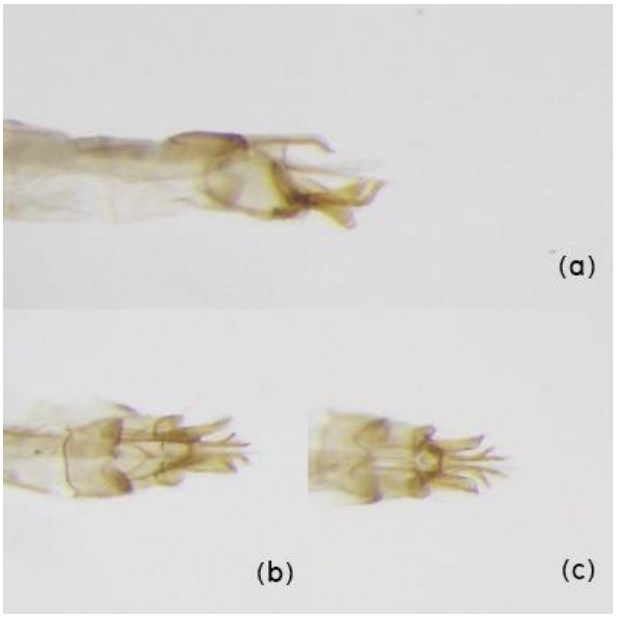
ภาพ 39 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Psychomyia lak*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



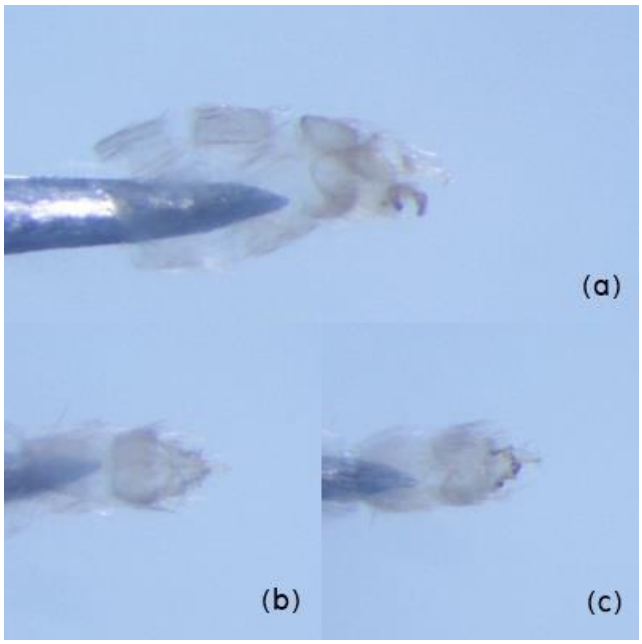
ภาพ 40 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Hydroptila thuna*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



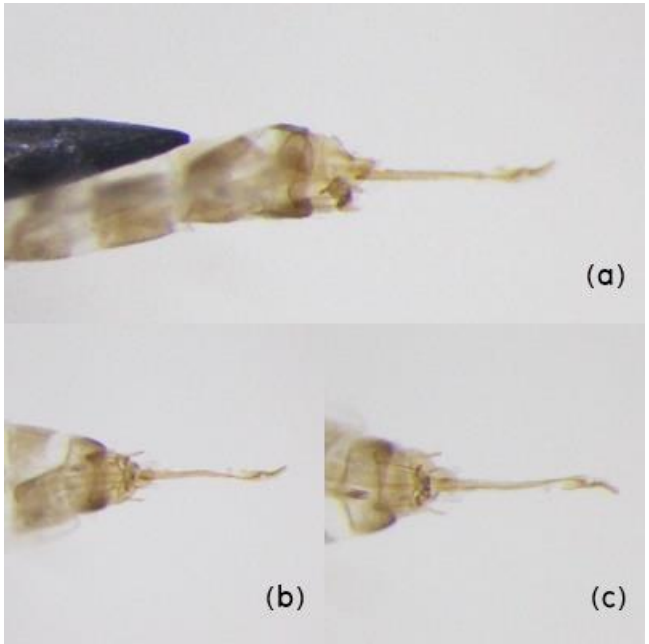
ภาพ 41 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Hydroptila sabit*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



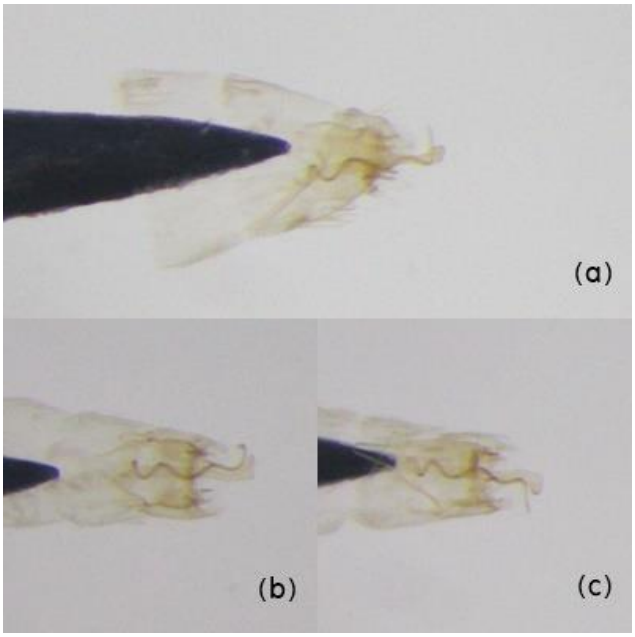
ภาพ 42 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Hydroptila gaya*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral

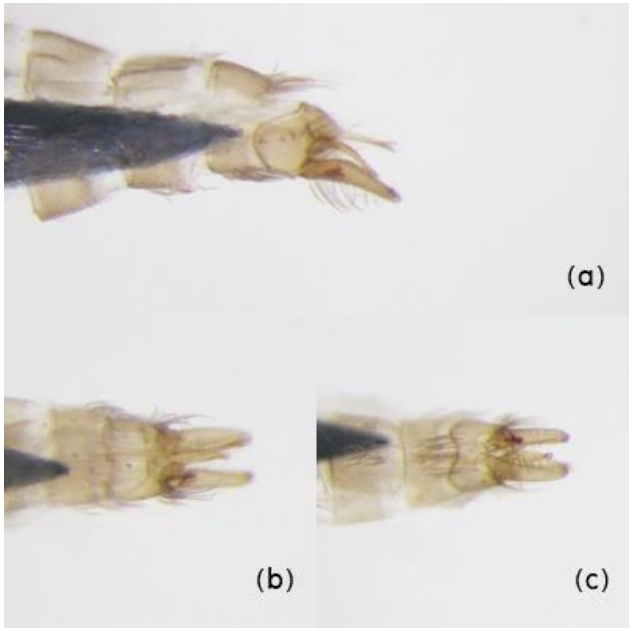


ภาพ 43 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Orthotrichia indica*

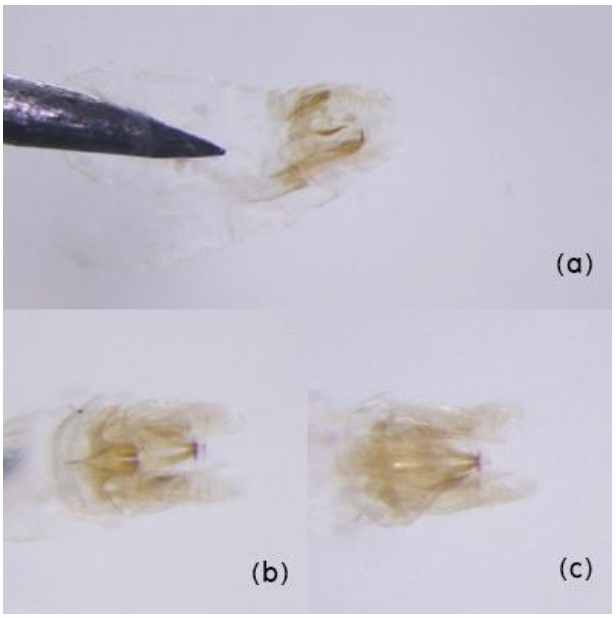
(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



ภาพ 44 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Oxyethira bogambara*
(a) lateral (b) dorsal (c) ventral

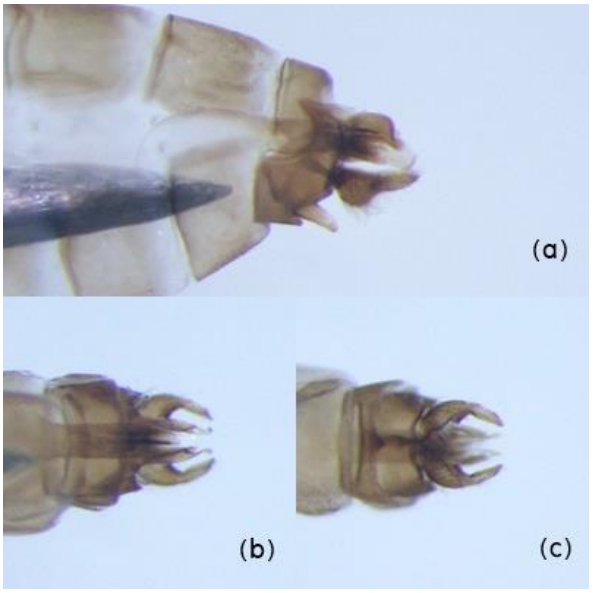


ภาพ 45 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Ugandatrichia honga*
(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



ภาพ 46 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Nyctiophylax maath*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral

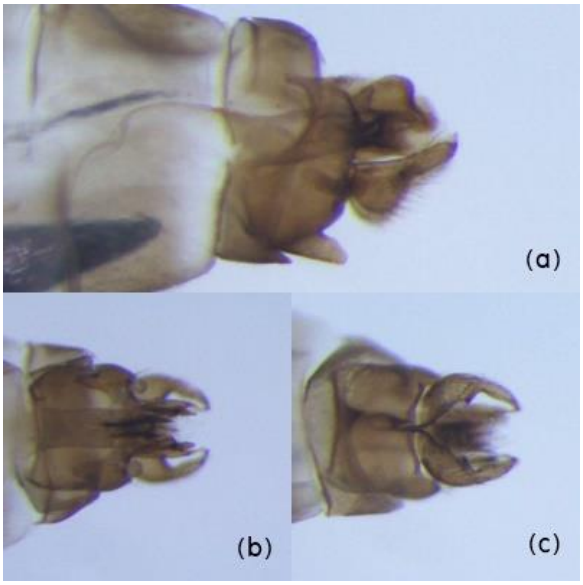


ภาพ 47 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Chimarra chiangmaiensis*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral

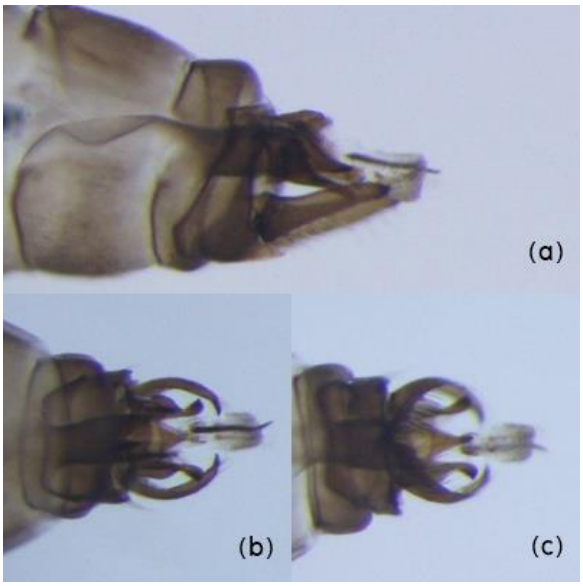
ภาพ 48 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Chimarra akkaorum*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



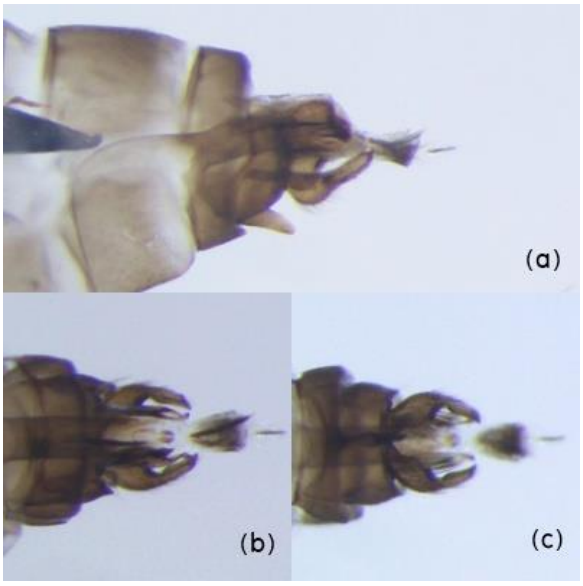
ภาพ 49 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Chimarra toga*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



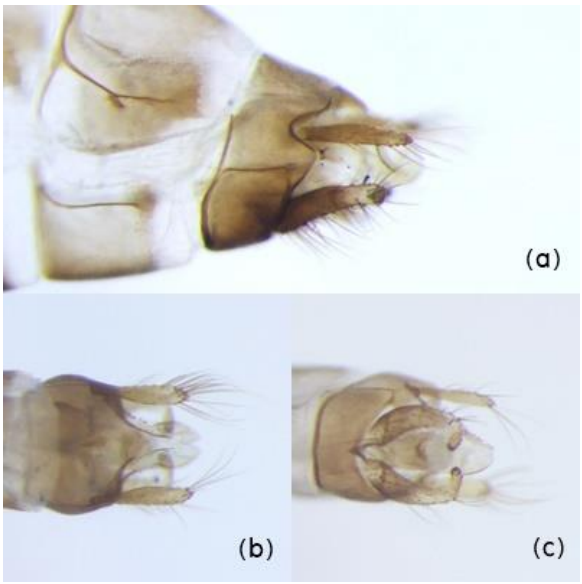
ภาพ 50 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Chimarra monorum*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



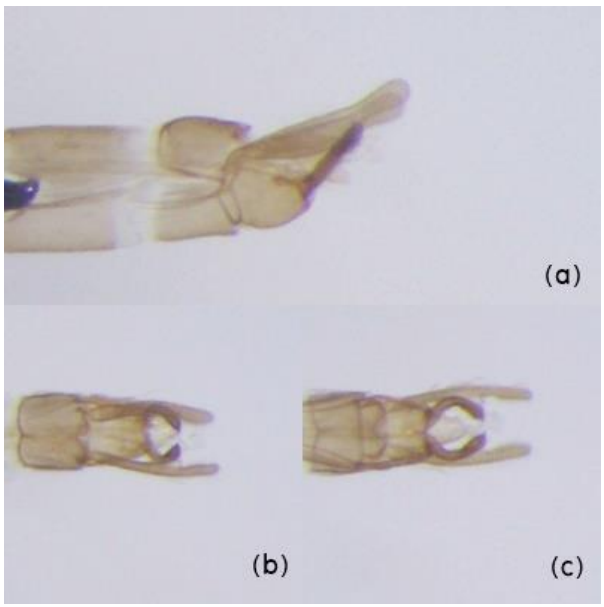
ภาพ 51 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Chimarra terramater*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



ภาพ 52 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Marilia sumatrana*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral



ภาพ 53 อวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ ชนิด *Abaria guatila*

(a) lateral (b) dorsal (c) ventral

ภาคผนวก ค

ลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่าง และตำแหน่งที่วางกับดักแสงไฟแต่ละจุด

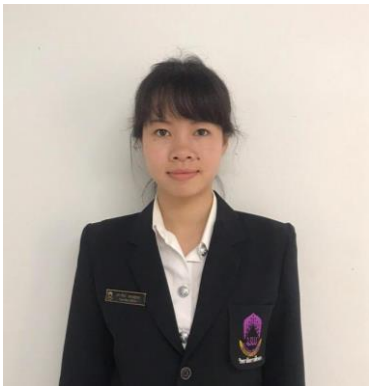
ภาพ 54 จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณริมฝั่งของอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ (น้ำนิ่ง) พิกัดเหนือ 19°0’28’’ ออก 99°57’27’’ ยกระดับ 470 ม.

ภาพ 55 จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณริมฝั่งของอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ (น้ำนิ่ง) พิกัด เหนือ 19°0’22’’ ออก 99°57’18’’ ยกระดับ 450 ม.

ภาพ 56 จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณจุดปล่อยน้ำใกล้ทางเข้าอ่างเก็บน้ำ (น้ำไหล) พิกัด เหนือ 19°0’18’’ ออก 99°56’33’’ ยกระดับ 440 ม.

ภาพ 57 จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณจุดปล่อยน้ำใกล้ทางเข้าอ่างเก็บน้ำซึ่งอยู่ถัดจากจุดที่ 3 ไป 300 เมตร (น้ำไหล) พิกัด เหนือ 19°0’24’’ ออก 99°56’33’’ ยกระดับ 440 ม.

ประวัติผู้วิจัย



ชื่อ – สกุล	นางสาวสรารัตน์ สอนสุกอง
วันเดือนปีเกิด	19 กรกฎาคม 2538
ประวัติการศึกษา	
	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาล 6 นครเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ปีที่จบ พ.ศ. 2553
	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเทศบาล 6 นครเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ปีที่จบ พ.ศ. 2556
ที่อยู่ปัจจุบัน	154 หมู่ 1 ตำบลป่าก่อดำ อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย 57250
เบอร์ติดต่อ	063-2247345
อีเมล์	Bim_l_m@hotmail.co.th