

ความหลากหลายของหิ้งห้อยในพื้นที่เกษตรบ้านบัว ตำบลบ้านต๋อน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา



ภาณุพงศ์ ชัยวงศ์แสน

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาชีววิทยา

มิถุนายน 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

DIVERSITY OF FIREFLIES IN THE AGRICULTURAL AREAS OF BANN-BUA, BANN-TUN
SUB- DISTRICT, MUEANG DISTRICT, PHAYAO PROVINCE



PHANUPHONG CHAIWONGSAEN

A Thesis Submitted to University of Phayao
In Partial Fulfillment of the Requirements
For the Master of Science Degree in biology

June 2021

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อยในพื้นที่เกษตรบ้านบัว ตำบลบ้านตุน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

ของ ภาณุพงศ์ ชัยวงศ์แสน

ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
ของมหาวิทยาลัยพะเยา

.....ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ ธาณี)

.....ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล)

.....กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภพแก้ว พุทธิรักษ์)

.....กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ดร.ประลองยุทธ ศรีपालวิทย์)

อนุมัติ

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชยันต์ บุญยรักษ์)

มิถุนายน 2564

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้ อีกทั้งสนับสนุนงบประมาณในการทำการศึกษาวิจัย รวมถึงการตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำการดำเนินการศึกษางานวิจัย ทำให้การศึกษางานวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐวุฒิ ธาณี ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ช่วยให้คำแนะนำชี้แนะ และตรวจสอบข้อบกพร่องต่างๆ ให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ถูกต้องยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร. อาทิตย์ นันทขว้าง ที่ให้ปรึกษาคำแนะนำเรื่องสถิติงานวิจัย และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาท ความรู้และอบรมสั่งสอนมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการชีววิทยา มหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อน และน้องทุกคน ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม และช่วยเหลืองานงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ผู้เป็นกำลัง แรงใจที่ดีเสมอมา คุณประโยชน์อันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่ผู้มีพระคุณที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด

ภาณุพงศ์ ชัยวงศ์แสน

ชื่อเรื่อง	ความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อยในพื้นที่เกษตรบ้านบัว ตำบลบ้านต๋อน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา
ผู้วิจัย	นายภาณุพงศ์ ชัยวงศ์แสน
ประธานที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ลลิตศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล
กรรมการที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ภพแก้ว พุทธิรักษ์ ดร.ประลองยุทธ ศรีपालวิทย์
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.ม. (ชีววิทยา), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2564
คำสำคัญ	ความหลากหลายชนิด พื้นที่เกษตร หิ่งห้อย พะเยา

บทคัดย่อ

หิ่งห้อยเป็นแมลงปีกแข็งที่สามารถแปลงแสงได้ในความมืด และใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสิ่งแวดล้อม การศึกษาความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อยในพื้นที่เกษตรกรบ้านบัว ตำบลบ้านต๋อน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ในพื้นที่นาข้าวอินทรีย์ดำเนินการ ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2562 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อย ศึกษาปัจจัยทางกายภาพ และชีวภาพที่มีผลต่อความหลากหลายชนิดในพื้นที่เกษตรบ้านบัว ดำเนินการเก็บตัวอย่างหิ่งห้อยตัวเต็มวัย 100 ตัว สุ่มเก็บตัวอย่างตามแนว line transect ระยะทาง 100 เมตร ในพื้นที่ 5 สถานีที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน จากการศึกษาหิ่งห้อย 76 ตัวใน 100 ตัวที่สามารถจำแนกได้พบว่า หิ่งห้อยทั้งหมดอยู่ในวงศ์ย่อย Luciolinae ประกอบด้วย 8 สกุลได้แก่ *Abscondita* (1 ตัว), *Aquatica* (2 ตัว), *Asymmetricata* (7 ตัว), *Luciola* (12 ตัว), *Medeopteryx* (18 ตัว), *Pygoluciota* (5 ตัว), *Sclerotia* (24 ตัว) และ *Triangulara* (7 ตัว) หิ่งห้อย 3 ชนิดแรกที่พบมากที่สุด คือ *Sclerotia seriata* (21 ตัว : 27.63%), *Medeopteryx* sp. (18 ตัว : 23.62%) และ *Luciola curtithorax* (12 ตัว : 15.79%) 3 สถานีแรกที่พบมากที่สุด ได้แก่ สถานีชายคลองใกล้อ่างเก็บน้ำ (41 ตัว : 53.95%), สถานีทุ่งนาใกล้เนินเขา (16 ตัว : 21.05%) และสถานีทุ่งนาติดฝายชลประทาน (10 ตัว : 13.16%) ผลการประเมินจากค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อย ปัจจัยทางกายภาพ และปัจจัยทางชีวภาพ พบว่าบริเวณป่าชายคลองใกล้อ่างเก็บน้ำเหมาะสมต่อความหลากหลายชนิด และความชุกชุมของหิ่งห้อย โดยมีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (species diversity index) ดัชนีความหลากหลายของชนิด (Richness index)

ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness index) และค่าความชุกชุมของชนิด (species abundance) เท่ากับ 1.525, 1.500, 0.450, และ 91.667 ตามลำดับ จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำกับชนิด และปริมาณของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย โดยใช้การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่าค่า pH มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมากกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Luciola curtithorax* และ *Medeopteryx* sp. ($r = .922^{**}$, $p < 0.01$) และ ($r = .922^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการศึกษาสรุปได้ว่า ความหลากหลายชนิดและความชุกชุมของหิ่งห้อยพบมากในบริเวณสภาพธรรมชาติที่มีคุณภาพสิ่งแวดล้อมค่อนข้างดี หิ่งห้อย 3 ชนิดที่สำคัญ ได้แก่ *Sclerotia seriata*, *Medeopteryx* sp. และ *Luciola curtithorax* สามารถใช้เป็นดัชนีวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่เกษตรบ้านบัว จังหวัดพะเยาได้

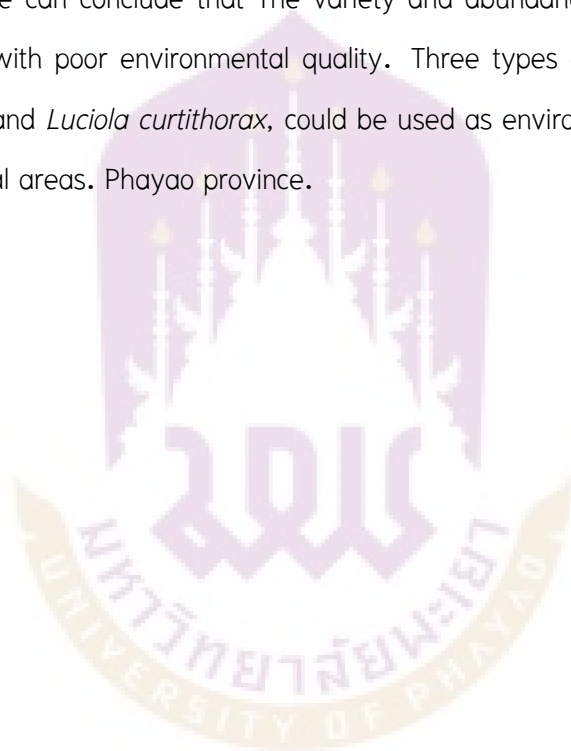


Title	DIVERSITY OF FIREFLIES IN THE AGRICULTURAL AREAS OF BANN– BUA, BANN–TUN SUB– DISTRICT, MUEANG DISTRICT, PHAYAO PROVINCE
Author	Phanuphong Chaiwongsaen
Advisor	Associate Professor Sitthisak Pinmongkhonkul
Co–advisor	Associate Professor Phopgao Buddharak
Academic Paper	Thesis: M.Sc. (Biology), University of Phayao, 2021
Keyword	Diversity Agricultural area Fireflies Phayao

ABSTRACT

Fireflies are bioluminescent Coleoptera insects and used as environmental bioindicators. The research on a diversity of fireflies in the agricultural areas of Ban Bua, Ban Tun subdistrict Mueang district, Phayao province was conducted in organic agricultural areas in Ban Bua village from October 2018 to October 2019. The objectives of this study were to investigate the diversity of fireflies and to evaluate the physical and biological factors affecting the diversity of fireflies in Ban Bua agricultural areas. A total of 100 adult fireflies were collected in the fields using the cruise line of line transect sampling technique from 5 different environmental habitats. The results revealed that all fireflies were classified in the subfamily Luciolinae and consisted of 5 genera 76 individuals. These identified fireflies were *Abscondita* (1 individual), *Aquatica* (2 individuals), *Asymmetricata* (7 individuals), *Luciola* (12 individuals), *Medeopteryx* (18 individuals), *Pygoluciola* (5 individuals), *Sclerotia* (24 individuals), and *Triangulara* (7 individuals). The three most collected species in all habitats were *Sclerotia seriata* (21 individuals: 27.63%), *Medeopteryx* sp. (18 individuals: 23.62%), and *Luciola curtithorax* (12 individuals: 15.79%). Three most habitats where species were collected including canal bank near reservoir (41 individuals: 53.95%) rice field near forest hill (16 individual: 21.05%) and rice field near irrigation dam (10 individual: 13.16%). Evaluation results from firefly diversity index. Physical factors and biological factors It was found that the forest area of the canal near the reservoir

was suitable for diversity. And the abundance of fireflies The species diversity index, the richness index, the evenness index, and the species abundance were 1.525, 1.500, 0.450, and 91.667, respectively. From looking at the relationship between the water quality factor and the type and the number of adult fireflies Using Pearson's correlation coefficient analysis, pH was found to be highly positively correlated with adult fireflies *Luciola curtithorax* and *Medeopteryx* sp. ($r = .922^{**}$, $p < 0.01$) and ($r = .922^{**}$, $p < 0.01$) at a 99% confidence level, respectively. From the study, we can conclude that The variety and abundance of fireflies were found in natural conditions with poor environmental quality. Three types of fireflies, *Sclerotia seriata*, *Medeopteryx* sp. and *Luciola curtithorax*, could be used as environmental quality indicators in Ban Bua agricultural areas. Phayao province.



สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา.....	3
1.6 สถานที่ศึกษา และรวบรวมข้อมูล.....	3
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
1.8 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ประวัติและการจัดจำแนกหิงห้อย.....	6
2.2 สันฐานวิทยาของหิงห้อย.....	7
2.3 วงจรชีวิตและการเจริญเติบโตของหิงห้อย.....	9
2.4 แหล่งที่อยู่ของหิงห้อย.....	13
2.5 ทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง.....	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงานวิจัย.....	21
3.1.4 พื้นที่ศึกษา.....	22
3.1.5 วิธีการศึกษา.....	25
บทที่ 4 ผลการศึกษา	
4.1 การศึกษาความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อย.....	36
4.2 การศึกษาความชุกชุมของหิ่งห้อย.....	38
4.4 ปัจจัยทางนิเวศวิทยา.....	65
4.5 ผลปัจจัยทางกายภาพ.....	69
บทที่ 5 บทสรุป	
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	84
5.1.1 การศึกษาความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อย.....	84
5.1.2 การศึกษาความชุกชุมของหิ่งห้อย.....	84
5.1.3 การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ.....	84
5.1.4 ผลการศึกษาปัจจัยทางชีวภาพ.....	85
5.1.5 การศึกษาปัจจัยทางกายภาพ.....	85
5.1.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำกับชนิดของหิ่งห้อย.....	86
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	88

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	92
ประวัติผู้วิจัย.....	97
ภาคผนวก.....	99



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 หิ้งห้อยที่พบในประเทศไทย	7
2 จำนวนรวมเฉลี่ยความชุกของหิ้งห้อยตัวเต็มวัย	39
3 จำนวนรวมเฉลี่ยความชุกของหิ้งห้อยตัวเต็มวัย	39
4 ดัชนีความหลากหลายของแซนนอน-ไวน์เนอร์ (Shannon-wiener's Index)	60
5 ดัชนีความมากชนิด (richness index)	61
6 ดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index).....	62
7 ความชุกชุมของชนิด (Abundance).....	63
8 ค่าร้อยละความคล้ายของชนิดหิ้งห้อยตัวเต็มวัยเปรียบเทียบสถานศึกษา.....	64
9 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของพรรณพืชใกล้แหล่งน้ำบริเวณสถานศึกษา.....	66
10 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation coefficient) ของสถานีที่ 1.....	79
11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation coefficient) ของสถานีที่ 2.....	80
12 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation coefficient) ของสถานีที่ 3.....	81
13 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation coefficient) ของสถานีที่ 4.....	82
14 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation coefficient) ของสถานีที่ 5.....	83

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 วงจรชีวิตของหิ่งห้อย.....	10
2 หิ่งห้อยในระยะตัวอ่อน (Larvae).....	11
3 หิ่งห้อยในระยะตัวเต็มวัย.....	13
4 แหล่งที่อยู่ของหิ่งห้อย.....	15
5 ภาพพื้นที่ศึกษาวิจัยจังหวัดพะเยา.....	22
6 พื้นที่ศึกษาแต่ละสถานีศึกษา.....	23
7 สถานีที่ 1 ทุ่งนาใกล้แหล่งชุมชน.....	24
8 สถานีที่ 2 พื้นที่ทุ่งนาเนินเขา.....	24
9 สถานีที่ 3 ทุ่งนาติดลำธาร.....	24
10 สถานีที่ 4 จุดชมหิ่งห้อยของหมู่บ้าน.....	25
11 สถานีที่ 5 ป่าชายคลองใกล้อ่างเก็บน้ำ.....	25
12 การเก็บตัวอย่างตัวเต็มวัยโดยใช้เทคนิค Line Transect Sampling.....	26
13 หัวของหิ่งห้อยเพศผู้ front view; (B) หิ่งห้อยเพศผู้ dorsal view.....	28
14 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของหิ่งห้อยเพศผู้.....	29
15 ภาพอวัยวะสืบพันธุ์ของหิ่งห้อยเพศผู้.....	31
16 ตัวอย่างการถ่ายภาพความชุกชุมของหิ่งห้อยในพื้นที่ศึกษา.....	32
17 ร้อยละจำนวนชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย ที่พบบนสถานีศึกษา.....	37
18 ร้อยละจำนวนชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย ที่พบแต่ละสถานีศึกษา.....	38
19 <i>Abscondita chinensis</i>	40
20 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ <i>Abscondita chinensis</i>	41
21 <i>Aquatica</i> sp.	42
22 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ <i>Aquatica</i> sp.	43
23 <i>Asymmetricata circumdata</i>	44

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
24 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ <i>Asymmetricata circumdata</i>	45
25 <i>Luciola curtithorax</i>	46
26 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ <i>Luciola curtithorax</i>	47
27 <i>Medeopteryx</i> sp.	48
29 <i>Pygoluciola</i> sp.	50
30 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ <i>Pygoluciola</i> sp.	51
31 <i>Sclerotia seriata</i>	52
32 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ <i>Sclerotia seriata</i>	53
33 <i>Sclerotia</i> sp.1.....	54
34 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ <i>Sclerotia</i> sp.1.....	55
35 <i>Sclerotia</i> sp.2.....	56
36 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ <i>Sclerotia</i> sp.2.....	57
37 <i>Triangulara fronoflava</i>	58
38 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ <i>Triangulara fronoflava</i>	59
39 กราฟเส้นแสดงอุณหภูมิเฉลี่ย.....	69
40 กราฟเส้นแสดงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย.....	70
41 กราฟเส้นแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย.....	71
42 กราฟแท่งแสดงความเป็นกรด-ด่างของน้ำเฉลี่ย.....	72
43 กราฟเส้นแสดงค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ.....	73
44 กราฟเส้นแสดงค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ.....	74
45 กราฟเส้นแสดงค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด.....	74

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ

หน้า

46 กราฟข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และ ความชุกของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย.....	75
--	----



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จังหวัดพะเยาได้กำหนดให้ชุมชนบ้านบัว เป็นต้นแบบ“พะเยาโมเดล”ด้วยการยึดเหนี่ยววิถีวัฒนธรรมไทย กับการพัฒนาชุมชนให้มีส่วนร่วม การที่บ้านดอกบัวทำเกษตรแบบอินทรีย์ ทำให้พื้นที่การเกษตร เช่น ดินมีคุณภาพมากขึ้นจากการงดใช้ปุ๋ยเคมีและสารปราบศัตรูพืช สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในดิน เช่น จุลินทรีย์ แบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ไล่เดือนดินเจริญได้ดี เกิดการสะสมธาตุอาหารในดินเพิ่มมากขึ้น ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ขึ้น น้ำใช้และเหลือจากการทำเกษตรกรรมสะอาดขึ้น สิ่งมีชีวิตในพื้นที่เจริญเติบโตได้ดีขึ้น เกิดความหลากหลายทางชีวภาพมากขึ้น โดยเฉพาะความหลากหลายของหิ่งห้อยในพื้นที่

หิ่งห้อย เป็นแมลงปีกแข็งชนิดหนึ่ง ที่สามารถเปล่งแสงได้ในความมืด โดยใช้อวัยวะเรืองแสงที่อยู่บริเวณใต้ท้อง หิ่งห้อยจัดเป็นศัตรูธรรมชาติช่วยกำจัดหอยฝาเดียวหรือหอยทาก ซึ่งเป็นแหล่งอาศัยของพยาธิที่เป็นพาหะนำโรค เช่น โรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ โรคพยาธิใบไม้ในตับ เป็นต้น และยังเป็นตัวบ่งชี้สภาพสิ่งแวดล้อม (Bio indicator) โดยจะอาศัยอยู่ในที่มีแหล่งน้ำสะอาดและพื้นดินที่ไม่มีมลพิษจากสารเคมี บางชนิดอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดตามธรรมชาติเช่น ห้วย หนอง คลอง บึง ทุ่งนา หรือบริเวณที่มีน้ำขัง บางชนิดอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยตามป่าชายเลนตัวอ่อนอาศัยอยู่ทั้งบนบกและในน้ำ ตัวเต็มวัยไม่กินอาหาร นอกจากนี้เมื่อหิ่งห้อย จับคู่ผสมพันธุ์ในเวลากลางคืนจะกระพริบแสงสวยงาม ซึ่งแสงจากหิ่งห้อยเหล่านี้สามารถนำมาพัฒนาใช้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศได้ (วิเชษฐ, 2557) ปัจจุบันสภาพแวดล้อม ถิ่นที่อยู่อาศัยของหิ่งห้อยถูกทำลายซึ่งอาจเกิดจากการปนเปื้อนของสารเคมี รวมทั้งการขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็วของเมือง ทำให้แสงสว่างจากบ้านเรือนและจากโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ไปรบกวนการสืบพันธุ์ของหิ่งห้อย ซึ่งปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ทำให้ประชากรของหิ่งห้อยลดลง (Marks, 2009)

จากข้อมูลดังกล่าว พื้นที่เกษตรอินทรีย์ของบ้านบัวจึงเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง อีกทั้งยังพบหิ่งห้อยในบริเวณจำนวนมาก เนื่องจากมีแหล่งน้ำจากธรรมชาติไหล

ผ่านพื้นที่เกษตรกรรมตลอดทั้งปี และเกิดการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ของเกษตรกร แต่ปัจจุบันการทำการเกษตรกรรมเกิดการเปลี่ยนแปลงไป เช่น การใช้ทรัพยากรน้ำแบบขยายตัวมากเกินไป เกิดการกัดเซาะของน้ำบนพื้นที่ส่งผลทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ลดลง เกษตรกรเริ่มหันมาใช้ปุ๋ยเคมีมากขึ้นเพื่อเพิ่มผลผลิตการเพาะปลูก ส่งผลให้การพบเห็นหิ่งห้อยลดลงตามมาด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาปัจจัยทางด้านชีวภาพ และปัจจัยทางกายภาพเพื่อหาความสัมพันธ์กับความหลากหลายทางชีวภาพของหิ่งห้อยและเป็นแหล่งข้อมูลพื้นฐานที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่ออนุรักษ์ สามารถนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนด้านการอนุรักษ์หิ่งห้อยและการรักษาสมดุลของธรรมชาติของระบบนิเวศ รวมถึงจัดเป็นแหล่งเรียนรู้และแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศให้กับเยาวชนและประชาชนทั่วไปที่มีความสนใจในอนาคตต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อยในพื้นที่เกษตรบ้านบัว ตำบลบ้านต๋อน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยทางกายภาพ และชีวภาพมีผลต่อความหลากหลายความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อยในพื้นที่เกษตรบ้านบัว ตำบลบ้านต๋อน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อยในพื้นที่เกษตรมีความต่างกัน และใช้ประเมินสภาพระบบการจัดการพื้นที่เกษตรกรรมได้

1.3.2 ปัจจัยทางกายภาพ และชีวภาพ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเก็บตัวอย่าง และคุณภาพน้ำ และพื้นที่เกษตรกรรมที่ศึกษาได้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

กำหนดขอบเขตการศึกษาออกเป็น 2 ขอบเขต ดังนี้

1. ขอบเขตด้านพื้นที่ แบ่งจุดเก็บตัวอย่างออกเป็น 5 สถานีศึกษา
 - สถานีที่ 1 พื้นที่ทุ่งนาใกล้แหล่งชุมชน
 - สถานีที่ 2 พื้นที่ทุ่งนาเนินเขา
 - สถานีที่ 3 พื้นที่ทุ่งนาติดฝายชลประทาน

- สถานีที่ 4 พื้นที่จุดชมหิ่งห้อยของหมู่บ้าน
- สถานีที่ 5 พื้นที่ป่าชายคลองใกล้อ่างเก็บน้ำ

2. ขอบเขตด้านเวลา ศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ.2561 – ตุลาคม พ.ศ.2562 เก็บตัวอย่างทั้งหมด 1 ครั้ง ทุก ๆ 1 เดือน

1.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย : 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2561 – เดือนตุลาคม 2562

1.6 สถานที่ศึกษา และรวบรวมข้อมูล

สถานที่เก็บตัวอย่าง : บ้านบัว ตำบลบ้านต๋อน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

สถานที่วิเคราะห์ตัวอย่าง จัดจำแนกชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย : ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาการชีววิทยา ห้อง SC2105 และ SC2109 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

ด้วง หรือ แมลงปีกแข็ง จัดเป็นแมลงในอันดับ Coleoptera มีวงจรชีวิตสมบูรณ์ คือ เป็น ไข่, หนอน, ดักแด้ และตัวเต็มวัย มีจำนวนมากที่สุดในโลก กล่าวคือ มีประมาณร้อยละ 40 ของแมลงที่มีอยู่ทั้งหมด (ประมาณ 400,000 ชนิด) มีลักษณะเด่นโดยรวม คือ ในวัยเต็มตัวจะมีปีก 2 คู่ โดยปีกคู่หน้าเป็นปีกที่มีความแข็งแรงเท่ากันหรือเกือบเท่ากันตลอดทั้งแผ่น เรียกว่า Elytra ซึ่งมาจากภาษากรีก (ἐλύτρον) ซึ่งหมายถึง แผ่น หรือ ปีก ส่วนปีกคู่หลังเป็นแผ่นปีกใหญ่ค่อนข้างโปร่งแสง เมื่อเวลาเกาะอยู่ปีกคู่หลังจะพับซ้อนกันอย่างมีระเบียบและซ่อนอยู่ภายใต้ปีกคู่หน้าอย่างมิดชิด และเมื่อต้องการบิน ปีกคู่หลังนี้จะกางออก โดยการเปิดกางออกของปีกคู่หน้าขึ้นก่อนที่จะเหยียดกางปีกคู่หลังนี้ออกมาบินอย่างรวดเร็ว เมื่อเวลาที่จะเกาะหรือคลาน จะหุบปีกโดยปีกคู่หน้าจะประกบกันสนิทเป็นเส้นตรงอยู่ตรงกลางลำตัว ปีกคู่หน้าจึงทำหน้าที่เสมือนเกราะป้องกันตัวและปีกคู่หลัง ในขณะที่บินปีกคู่นี้จะไม่ช่วยในการบินแต่จะช่วยในการทรงตัว อย่างไรก็ตาม จะมีด้วงบางชนิดที่ปีกคู่หน้าเชื่อมติดกัน จึงไม่สามารถบินได้ และบางชนิดก็มีปีกคู่หน้าเล็กหรือสั้นกว่าลำตัวมากจนไม่สามารถปิดส่วนท้องได้สนิท

ความหลากหลายทางชีวภาพ หมายถึง การมีชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดมาอยู่ร่วมกัน ณ สถานที่หนึ่งหรือระบบนิเวศใดระบบนิเวศหนึ่ง (วุฒิไกร, 2555) ความหลากหลายทาง

ชีวภาพมี 3 ระดับ 1. ความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetics Diversity) 2. ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ (Species Diversity) และ 3. ความหลากหลายทางนิเวศวิทยา (Ecological Diversity)

อนุกรมวิธานของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย โดย Fu et al (2012)

ASD	smallest distance between inner margins of antennal sockets
ASW	antennal socket width measured along the same horizontal line as for ASD
BP	basal piece of aedeagus
GHW	greatest head width (across eyes, measured parallel to ASD)
LL	lateral lobes of aedeagus
LO	light organ
ML	median lobe of aedeagus
MPP	median posterior projection of ventrite 7
MS	mesoscutellum
PLP	posterolateral projections of posterior margin of ventrite 7
SIW	smallest inter-ocular width (measured horizontally, may be on the same level as ASD, above it if the eyes are closer there)
T7, 8 etc.	visible abdominal tergites
V6, 7 etc.	Visible abdominal ventrites, referred to by actual, not visible number

ที่มา: Sorasak Nak-eiam ,2015, หน้า 18

1.8 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบความหลากหลายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยบริเวณบ้านบัว ตำบลบ้านต๋อน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562
2. ทำให้ทราบคุณภาพน้ำบริเวณบ้านบัว ตำบลบ้านต๋อน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562
3. ทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างหิ่งห้อยตัวเต็มวัยกับคุณภาพน้ำบริเวณบ้านบัว ตำบลบ้านต๋อน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562

4. นำข้อมูลจากการศึกษามาวิเคราะห์สภาพแวดล้อม เพื่อการอนุรักษ์หิ้งห้อย และทำให้สามารถพบเห็นหิ้งห้อยในตำบลบ้านต๋อน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา แบบยั่งยืนต่อไป



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติและการจัดจำแนกหิ่งห้อย

ประวัติศาสตร์การศึกษาหิ่งห้อยในประเทศไทยได้ถูกบันทึกมายาวนาน หิ่งห้อยตัวแรกที่นำมาศึกษาและเก็บในพิพิธภัณฑ์แมลง กองกีฏวิทยาและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร เริ่มจาก พันตรี ดับเบิลยู.อาร์.เอส.ลาเดลล์ นายทหารอังกฤษประจำประเทศไทย เมื่อวันที่ 7 พฤศจิกายน พ.ศ. 2472 นายทหารชาวอังกฤษประจำประเทศไทย พันตรี W.R.S. Ladell ได้เก็บตัวอย่างหิ่งห้อยให้นักวิทยาศาสตร์ ชื่อ G.E. Brugant เพื่อจำแนกสายพันธุ์ และได้กำหนดว่าเป็นหิ่งห้อยชนิด *Luciola substriata* (Gorth) และในปี พ.ศ. 2523 ได้มีผู้เชี่ยวชาญหิ่งห้อยจากมหาวิทยาลัยฟลอริดา สหรัฐอเมริกา สํารวจหิ่งห้อยในแถบป่าชายคลองบริเวณลุ่มแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม และพบหิ่งห้อย 4 ชนิดได้แก่ *Luciola japonica* Thung, *Luciola cingulate* Oliver, *Luciola circumdata* Motsch, *Pteroptyx valida* Oliver. และในปี พ.ศ.2464 สมเด็จพระมหาลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ทรงมีความสนพระทัยเกี่ยวกับเรื่องแมลง เช่น ดัวง ตั๊กแตน และหิ่งห้อย ทรงส่งมอบหิ่งห้อยชนิด *Pyrocoelia tonkinensis* Olivier จำนวน 2 ตัว ให้กับพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษเพื่อศึกษาจำแนกชนิด นับเป็นการค้นพบหิ่งห้อยที่เก่าแก่ และสำคัญต่อวงการกีฏวิทยาของประเทศไทย และต่อมาได้มีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับหิ่งห้อยอย่างจริงจังใน พ.ศ. 2539 โดยสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ ทรงให้องค์การสวนพฤกษศาสตร์ทำการศึกษาและวิจัยหิ่งห้อย ภายใต้ชื่อ “โครงการศึกษาความหลากหลายและนิเวศวิทยาของหิ่งห้อยในประเทศไทย ในพระราชดำริ เนื่องจากหิ่งห้อยเกี่ยวข้องกับระบบนิเวศโดยตรง จำนวนของหิ่งห้อย จะเป็นตัวบอกรูปร่างของน้ำและคุณภาพของอากาศของพื้นที่บริเวณที่หิ่งห้อยอาศัยอยู่

หิ่งห้อยพบได้เกือบทั่วทุกทวีป หิ่งห้อยทั่วโลกทราบชนิดแล้ว 1,891 ชนิด (McDermott, 1966) เนื่องจากหิ่งห้อยมีความจำเพาะต่อแหล่งที่อยู่อาศัยมาก จึงเป็นสาเหตุให้พบชนิดพันธุ์ของหิ่งห้อยแตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ ปัจจุบันพบความหลากหลายของหิ่งห้อยบริเวณทวีปยุโรปมากกว่า 35 ชนิด ในเกาะอังกฤษพบ 2 ชนิด ประเทศจาไมกา พบการกระจายตัวของหิ่งห้อยพบ

มากกว่า 50 ชนิด (Fu, 2009) ยังไม่มีรายงานการพบหิ่งห้อยในบริเวณเขตทะเลทรายและภูเขาสูง (Buck, 1966)

ตาราง 1 หิ่งห้อยที่พบในประเทศไทย พบทั้งหมด 15 ชนิด

ลำดับ	ชื่อวิทยาศาสตร์
1	<i>Diaphanes fenestrellus</i> (Burgeois)
2	<i>Lamprophorus tenebrosus</i> (Walker)
3	<i>Luciola brahmina</i> Bourgeois
4	<i>Luciola cruciata</i> (Motschulsky)
5	<i>Luciola ovalis</i> (Hope)
6	<i>Luciola substriata</i> Gorham
7	<i>Pteroptyx malacca</i> (Gorham)
8	<i>Pteroptyx valida</i> Olivier
9	<i>Pyrocoelia analis</i> Fabricius
10	<i>Pyrocoelia formosana</i> Olivier
11	<i>Pyrocoelia grata</i> (Olivier)
12	<i>Pyrocoelia praetexta</i> Olivier
13	<i>Pyrocoelia tonkinensis</i> Olivier
14	<i>Pyrocoelia indica</i> Motschulsky
15	<i>Rhagophthalmus flavus</i> Kawashima & Sato

ที่มา: Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation Ministry of Natural Resources and Environment, 2007, หน้า 30

2.2 ลักษณะวิทยาของหิ่งห้อย

หิ่งห้อยเป็นแมลงปีกแข็ง จัดอยู่ในอันดับ Coleoptera วงศ์ Lampyridae (Evans, 1977) ในประเทศอังกฤษเรียกหิ่งห้อยว่า “แมลงไฟ” หรือ fire fly บางประเทศเรียก lighting bug หรือ “มวนฟ้าแลบ” ส่วนในประเทศไทยเรียกว่า “หิ่งห้อย” บางถิ่นเรียกว่า “ถ่วงดับ” ภาคอีสานเรียกว่า “แมง

หิ่งห้อย” ในภาคกลางบางพื้นที่เรียก “หิ่งห้อย” (วีระ, 2552) สามารถจัดจำแนกหิ่งห้อยตามลำดับทางอนุกรมวิธาน ดังนี้

Kingdom Animalia
 Phylum Arthropoda
 Class Insecta (Hexapoda)
 Order Coleoptera
 Suborder Polyphaga
 Infraorder Elateriformia
 Superfamily Elateroidea Leach, 1815
 Family Lampyridae Rafinesque, 1815

ลำตัวของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีรูปร่างทรงกระบอก ลำตัวอ่อนและปีกอ่อน ขนาดลำตัวยาวประมาณ 5 – 25 มิลลิเมตร ส่วนหัวมีแผ่นแข็ง (pronotum) ปกคลุมลำตัวของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง

1. หัว (head) ประกอบด้วย

1.1 หนวด (antenna) 2 เส้น แต่ละเส้นมีทั้งหมด 11 ปล้อง หนวดมี 2 แบบ คือ

– แบบเส้นด้าย (filiform) มีลักษณะยาวและปล้องทุกปล้องมีขนาดเท่ากัน

– แบบฟันเลื่อย (serrate) แต่ละปล้องมีลักษณะคล้ายรูปสามเหลี่ยมเรียงต่อกัน

1.2 ตา เป็นแบบตารวม (compound eyes) ลักษณะคล้ายวงกลมสีดำสองวงติดกัน

ซึ่งจากลักษณะนี้ทำให้หิ่งห้อยมองรอบตัวได้โดยรอบ โดยไม่ต้องหันลำตัว

2. ส่วนอก (thorax) คือ ส่วนที่อยู่ระหว่างหัวกับท้อง เป็นตำแหน่งของขาและปีก ส่วนอกแบ่งออกเป็น 3 ปล้อง คือ

2.1 อกปล้องแรก (prothorax)

2.2 อกปล้องกลาง (mesothorax)

2.3 อกปล้องหลัง (metathorax)

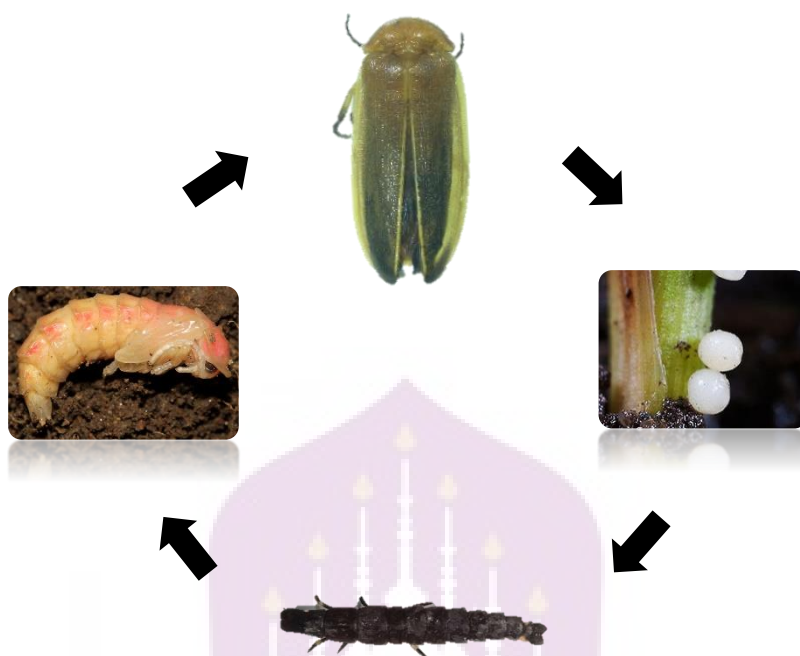
อกแต่ละปล้องประกอบด้วยขา 1 คู่ สำหรับหิ่งห้อยบางชนิดพบว่าบริเวณอกปล้องแรกจะมีแผ่นแบนที่ยื่นออกมาคลุมส่วนหัว เว้นบริเวณตาทั้งสองข้างเป็นช่องใส ทำให้หิ่งห้อยสามารถมองเห็นทะลุผ่านมายังด้านบนได้ (ยุพา, 2541 อ้างถึงใน วันดี, 2541) ส่วนปีก มีปีก 2 คู่ ประกอบด้วยปีกคู่

หน้า เป็นปีกที่ไม่ได้มีไว้ใช้ในการบิน ตำแหน่งอยู่ที่บริเวณอกปล้องกลาง มีลักษณะเป็นแผ่นหนา (elytra) มีขนปกคลุม ปีกคู่หลัง เป็นปีกที่ใช้ในการบินตำแหน่งอยู่ที่บริเวณอกปล้องหลัง ปกติพับซ้อนกันอยู่ใต้ปีกคู่หน้า เวลาบินจึงจะกางออก ลักษณะของปีกคู่หลังเป็นเยื่อบาง ๆ (membrane) โดยปีกทั้งสองคู่มีความยาวเท่ากัน โดยยาวพอดีกับปลายปล้องท้องปล้องสุดท้าย นอกจากนี้ยังพบว่ามิ่งห้อยบางชนิดตัวเต็มวัยไม่มีปีก ตัวเต็มวัยมีลักษณะรูปร่างคล้ายระยะตัวอ่อน เช่น *Rhagothalmus* sp. (Thompson, 1991)

3. ส่วนท้อง (abdomen) มีลักษณะเป็นปล้อง ๆ โดยทั่วไปมักพบอวัยวะผลิตแสง (light organ) อยู่ที่บริเวณท้องปล้องที่ 6 – 8 ซึ่งแตกต่างกันไปตามแต่ชนิดและเพศ อวัยวะผลิตแสงนี้ทำให้มิ่งห้อยต่างจากด้วงชนิดอื่น มิ่งห้อยใช้แสงที่ผลิตจากอวัยวะผลิตแสงเป็นตัวส่งสัญญาณสื่อสารกันระหว่างเพศเพื่อการผสมพันธุ์ (Copeland, 1997) โดยทั่วไปมิ่งห้อยที่มีระยะตัวเต็มวัยมีปีก ตัวเต็มวัยเพศผู้ มีอวัยวะผลิตแสง 2 ปล้อง อยู่ที่ปล้องท้อง 2 ปล้องสุดท้าย เช่น ถ้ามิ่งห้อยชนิดนั้นมีปล้องท้องทั้งหมด 7 ปล้อง อวัยวะผลิตแสงจะอยู่บริเวณปล้องท้องปล้องที่ 6 และ 7 ส่วนมิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมีย มีอวัยวะผลิตแสงเพียง 1 ปล้อง อยู่ที่บริเวณปล้องท้องปล้องรองสุดท้าย ดังนั้นแสงของมิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้จึงมองเห็นได้ชัดเจนกว่าแสงของมิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมีย อย่างไรก็ตามมิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียบางชนิดสามารถผลิตแสงได้ชัดเจนกว่ามิ่งห้อยเพศผู้เนื่องจากมีขนาดตัวที่ใหญ่กว่า นอกจากนี้ ยังพบว่ามิ่งห้อยบางสกุลที่เพศผู้มีปีกแต่ไม่มีอวัยวะเรืองแสง แต่มิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียไม่มีปีกลักษณะคล้ายตัวอ่อนที่เรืองแสงได้ (มนต์สวรรค์, 2540)

2.3 วงจรชีวิตและการเจริญเติบโตของมิ่งห้อย

มิ่งห้อยมีการเปลี่ยนรูปร่างแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis) ประกอบด้วยวัฏจักรชีวิต 4 ระยะ คือ ระยะไข่ ระยะตัวอ่อน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย ซึ่งใช้เวลา 1 – 2 ปี แตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของมิ่งห้อย



ภาพ 1 วงจรชีวิตของหิ่งห้อย

ระยะไข่ (egg)

ไข่ของหิ่งห้อยมีรูปร่างกลม ผิวเรียบ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5-1 มิลลิเมตร (สมหมาย และอรุณ, 2539; Buuschman, 1984) มีหลายสี เช่น สีขาว สีเหลือง หรือไม่มีสี อาจวางเดี่ยวๆ หรือเป็นกลุ่ม ประมาณ 20-100 ฟอง บางครั้งอาจมีเมือกใสๆ ช่วยยึดให้ไข่อยู่ติดกัน ไข่บางชนิดสามารถเรืองแสงได้ 2 หรือ 3 วัน (อัฏฐนา, 2552) และฟักออกเป็นตัวหนอนภายใน 13-27 วัน (Labella and Lloyd, 1991) หิ่งห้อยชนิดที่มีตัวหนอนดำรงชีวิตในน้ำ จะวางไข่บนดินที่ชื้นและริมน้ำ หรือใต้ใบพีชน้ำ ส่วนที่ดำรงอยู่บนบกวางไข่บนดินที่ชื้นแฉะ (อัฏฐนา, 2552)

ระยะตัวอ่อน (larvae)

ตัวอ่อนมีรูปร่างยาว ลำตัวแบ่งเป็นปล้องชัดเจน แต่ปล้องถูกปกคลุมด้วยแผ่นแข็ง ตั้งแต่ส่วนหัวถึงลำตัว มีขา 3 คู่ ส่วนปลายลำตัวมีอวัยวะคล้ายพู่ (holdfast organ หรือ caudal gasping organ) ระยะตัวอ่อนนี้มีอวัยวะเรืองแสง 1 คู่ ที่ส่วนท้องปล้องที่ 8 แสงไม่กะพริบจะเป็นแสงต่อเนื่อง (องค์การสวนพฤกษศาสตร์, 2546; อัฏฐนา, 2552)

ในระยะตัวอ่อนไม่ได้ใช้แสงเพื่อหาคู่ผสมพันธุ์เหมือนตัวเต็มวัย แต่ใช้แสงเพื่อป้องกันศัตรู แสงของตัวหนอนเป็นสัญญาณเตือนภัยผู้ล่าหรือสัตว์อื่นที่เป็นอันตราย (aposematic display) โดยจะเรืองแสงเมื่อถูกรบกวนทั้งจากการสัมผัสสัมผัสอื่น (ปัทมา, 2557)

ตัวอ่อนหิ่งห้อยจัดเป็นผู้ล่าในห่วงโซ่อาหาร ส่วนใหญ่จะกินหอยฝาดเดียวเป็นอาหาร ตัวอ่อนสามารถกินหอยได้หลายชนิด ชนิดของหอยจะสัมพันธ์กับสภาพที่อยู่อาศัยหรือระบบนิเวศนั้น เช่น อาศัยบนบกบริเวณที่ชื้นแฉะ ตามร่องดิน ใต้เศษใบไม้ ใต้หิน จะกินหอยทากบกและแมลงที่มีลำตัวนิ่มเป็นอาหาร ส่วนที่อาศัยอยู่ในน้ำ เช่น บ่อน้ำ พื้นที่ชุ่มน้ำ จะกินหอยน้ำจืด แมลงน้ำ และตัวอ่อนแมลงน้ำต่างๆ เป็นอาหาร (อัญชนา, 2552)

ระยะตัวอ่อนเป็นระยะที่ยาวนานที่สุดในวงจรชีวิตของหิ่งห้อย โดยการเจริญเติบโตในระยะนี้จำนวนครั้งของการลอกคราบเพื่อเป็นหนอนวัยต่างๆ ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ เมื่อหนอนเข้าสู่วัยสุดท้ายจะหยุดการเจริญเติบโตและหยุดกินอาหารเพื่อเตรียมเข้าสู่ระยะดักแด้ต่อไป (สุทิศา, 2551)



ภาพ 2 หิ่งห้อยในระยะตัวอ่อน (Larvae)

ระยะดักแด้ (pupa)

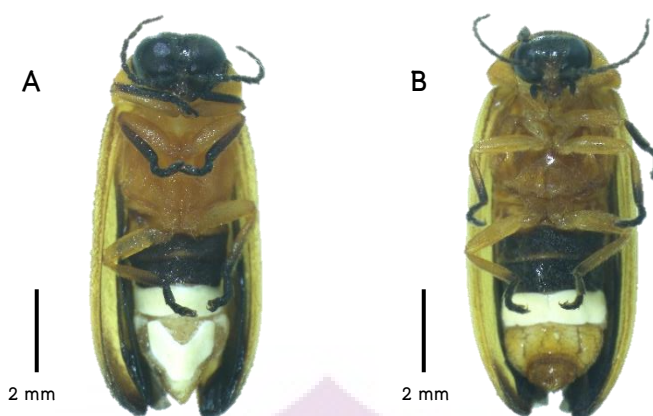
ระยะดักแด้จะไม่กินอาหาร ดักแด้เป็นแบบ exarate สามารถมองเห็นส่วนปีก ขา ปาก อก และหัวแยกกันอย่างชัดเจน และสามารถที่จะขยับหรือเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระเมื่อมีการกระตุ้น (จุฑารัตน์, 2546) ไม่มีเปลือกแข็งห่อหุ้ม (cocoon) ดักแด้ของหิ่งห้อยจะเข้าดักแด้ใต้พื้นดิน อยู่ในโพรงที่ตัวอ่อนสร้างขึ้น (excavated cell) หรือในโพรงไม้ โดยทั่วไป ดักแด้มีสีขาว สีขาวอมเหลือง หรือสีขาวอมชมพู เมื่อมีผู้ล่าดักแด้จะเรืองแสง ทำให้เห็นแสงทั้งตัวเพื่อป้องกันศัตรู แต่ดักแด้ของ

หิ่งห้อยบางชนิดจะเข้าดักแด้นบนต้นไม้ เรียกว่า “aerial pupation” หรือ “arboreal pupation” ดักแด้นสามารถปรับสีสันทให้กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมเพื่อพรางตัว เช่น หิ่งห้อยในสกุล *Pyrausta*

ระยะดักแด้นใช้เวลาประมาณ 1-3 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับชนิดและเพศของหิ่งห้อย ดักแด้นหิ่งห้อยเพศผู้จะมีการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยที่นานกว่าเพศเมีย ได้แก่ ดักแด้นของหิ่งห้อยชนิด *Pyrausta lucifera* ดังนั้น ตัวเต็มวัยหิ่งห้อยเพศเมียจึงมักเป็นตัวเต็มวัยก่อนเพศผู้ (อัญชนา, 2552)

ระยะตัวเต็มวัย (adult)

หิ่งห้อยในระยะตัวเต็มวัย มีขนาดความยาวลำตัวตั้งแต่ 5 – 25 มิลลิเมตร ลักษณะทั่วไปของเพศผู้จะมีปีกและตาขนาดใหญ่เพื่อใช้ในการมองหาเพศเมีย (Lloyd, 1966) หิ่งห้อยตัวเต็มวัยไม่มีพินแกรมและระบบย่อยอาหาร เพราะไม่มีความจำเป็นที่จะต้องกินอาหารอีกต่อไป แต่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้จากอาหารที่สะสมไว้ตั้งแต่ในระยะที่เป็นตัวอ่อน ปกติหิ่งห้อยเพศเมียจะออกจากดักแด้นมาเป็นตัวเต็มวัยก่อนหิ่งห้อยเพศผู้ประมาณ 2 – 3 วัน หิ่งห้อยในระยะตัวเต็มวัยจะใช้ชีวิตแข่งกับเวลา โดยการจับคู่ผสมพันธุ์ และวางไข่ ก่อนที่พลังงานที่สะสมไว้จะหมด หิ่งห้อยตัวเต็มวัยจะบินกระพริบแสงเพื่อจับคู่ผสมพันธุ์ในเวลากลางคืน ส่วนในเวลากลางวันจะหลบซ่อนตัวอยู่ตามต้นไม้ใบหญ้าและที่ชุ่มชื้น หิ่งห้อยในระยะตัวเต็มวัยจะมีชีวิตอยู่ได้ประมาณ 1 เดือน เมื่อผสมพันธุ์และวางไข่เรียบร้อยแล้วหิ่งห้อยจะตาย (Ohba and Sim, 1994) หิ่งห้อยในระยะตัวเต็มวัยมีลักษณะพิเศษซึ่งแตกต่างจากแมลงชนิดอื่นอย่างชัดเจน นั่นคือ การกระพริบแสง โดยพฤติกรรมการกระพริบแสงนี้เป็นลักษณะสำคัญที่หิ่งห้อยใช้ในการจับคู่ผสมพันธุ์ หิ่งห้อยแต่ละชนิดจะมีสี ความสว่าง และช่วงความถี่ในการกระพริบแสงในการส่งสัญญาณที่แตกต่างกัน หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้มักจะบินในระดับที่สูงทำให้เห็นแสงกระพริบได้ชัดเจน หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียส่วนใหญ่จะบินอยู่ในระดับที่ต่ำใกล้ ๆ กับพื้นดินเพื่อรอสัญญาณการกระพริบแสงในการจับคู่ผสมพันธุ์จากหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้ ในหิ่งห้อยบางชนิด เช่น *Phosphaenus hemipterus* และ *Lampyris noctiluca* ใช้ฟีโรโมนเป็นสารสื่อสัญญาณในการผสมพันธุ์



ภาพ 3 หิ่งห้อยในระยะตัวเต็มวัย A) หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้ (male),
B) หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมีย (female)

2.4 แหล่งที่อยู่ของหิ่งห้อย

หิ่งห้อยมีการแพร่กระจายอยู่เกือบทุกทวีป โดยส่วนใหญ่พบมากในเขตร้อนชื้นของทวีปเอเชีย เช่น ประเทศพม่า ประเทศมาเลเซีย และประเทศไทย เป็นต้น ยกเว้นในเขตทะเลทรายซึ่งไม่พบว่ามี หิ่งห้อยอาศัยอยู่ นอกจากนี้หิ่งห้อยยังพบได้ในทวีปยุโรปอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ โดยทั่วไปมักพบหิ่งห้อยตามพื้นที่ชุ่มชื้นใกล้หนองน้ำหรือลำธารที่สะอาด ตลอดจนบริเวณป่าโกงกางชายฝั่งทะเลที่ได้รับอิทธิพลของระดับน้ำทะเล (Fu, 2009) หิ่งห้อยตัวเต็มวัยมักหลบซ่อนตัวอยู่ตามพุ่มไม้ในที่ชื้นแฉะ กองใบไม้ พงหญ้า กองวัชพืช หรือหลบอยู่ตามซอกเปลือกไม้ กาบต้นไม้ที่รุ่มชื้น แฉะ ใกล้แหล่งน้ำในเวลากลางวัน และในเวลากลางคืนจะบินออกจากแหล่งซ่อนตัว ไปเกาะและกระพริบแสง ต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ตามชายน้ำ เพื่อจับคู่ผสมพันธุ์ หิ่งห้อยตัวเต็มวัยไม่มีความจำเพาะเจาะจงในการเกาะอาศัยกับพืชชนิดใดชนิดหนึ่ง (Tyler, 1994) และจากการศึกษาของ ศุภสรณ์ ในปี 2546 พบว่าชนิดพืชที่พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะอาศัยแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่

1. พืชน้ำ เช่น สาหร่ายต่างๆ สาหร่ายพวงชะโด สาหร่ายหางกระรอก ฤๅษี และแห่นเป็ด เป็นต้น
2. พืชยืนต้นหรือพืชที่สามารถให้ร่มเงาต่างๆได้ เช่น ไม้ ลำพู ลำแพน โปทะเล ต้นฝาด แสม สาครู พุทรา และกระถิน เป็นต้น

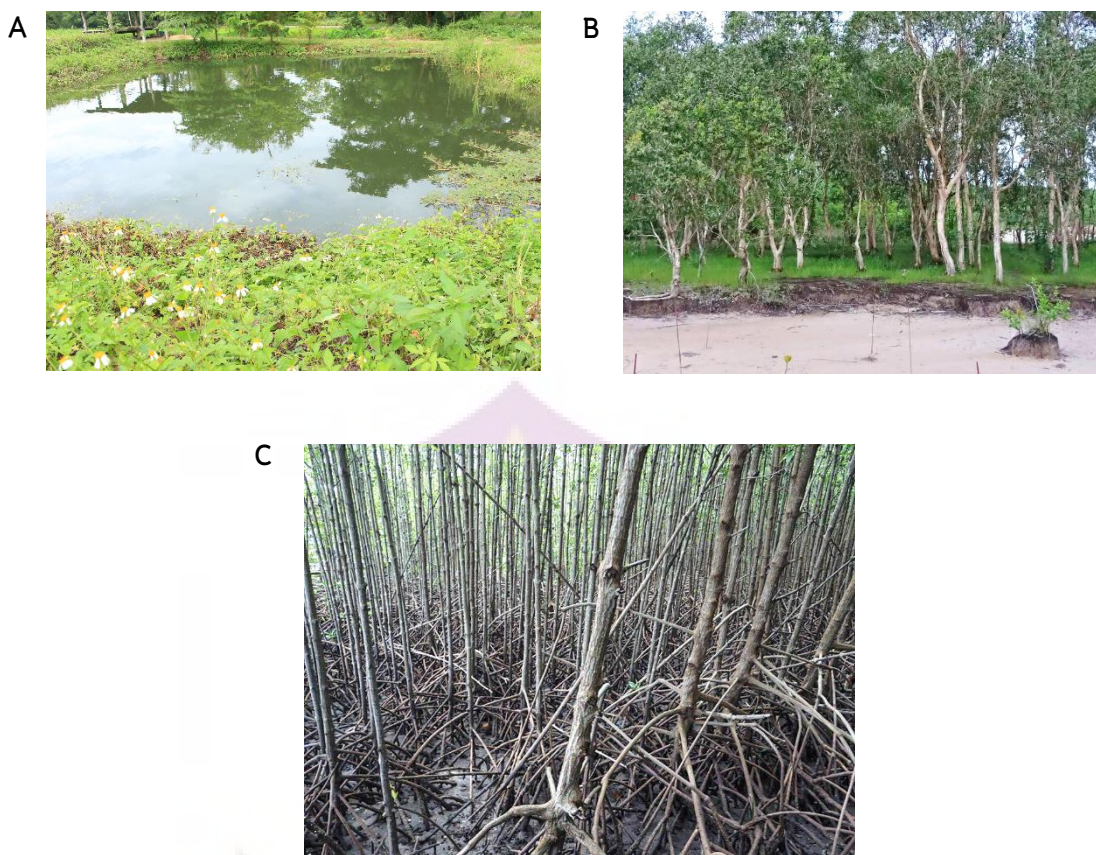
3. วัชพืชต่างๆ ที่ขึ้นอยู่บริเวณใกล้ๆ แหล่งน้ำ เช่น โคมัยราบ หญ้าชั้นอากาศหญ้าวงช้าง ผักบุ้ง และสาบเสือ เป็นต้น

หิ่งห้อยมีหลายชนิดพันธุ์ ดังนั้นแหล่งที่อยู่ของหิ่งห้อยจะแตกต่างกันออกไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของหิ่งห้อย (Bushman, 1988) โดยทั่วไปหิ่งห้อยมักอาศัยอยู่ในบริเวณที่ชุ่มชื้น มีแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์ จากรายงานของคณะวิจัยของโครงการความร่วมมือทางวิชาการ อุทยานการเรียนรู้ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ในปี 2548 จัดกลุ่มของหิ่งห้อยตามลักษณะของแหล่งที่อยู่ของหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

4. หิ่งห้อยที่มีระยะตัวอ่อนอาศัยอยู่บริเวณแหล่งน้ำจืด (aquatic firefly) เช่น บึง หนอง คลอง หรือ นาข้าว (ภาพ 4A) มักพบหิ่งห้อยชนิด *Luciola brahmina* Bourgeois ซึ่งเป็นหิ่งห้อยที่พบมากที่สุดในประเทศไทย และ *Luciola cingulata* Olivier หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียจะวางไข่ไว้ที่บริเวณใต้ใบ หรือบริเวณรากของจอกหรือแห่น ในระยะตัวอ่อนมักอาศัยอยู่บริเวณโคนก้านใบของพีชน้ำ เมื่อเจริญเติบโตเป็นหิ่งห้อยตัวเต็มวัยจะบินไปมาอยู่ระหว่างต้นไม้อื่นในบริเวณนั้น

5. หิ่งห้อยที่มีระยะตัวอ่อนอาศัยอยู่บริเวณพื้นดินในพื้นที่ป่าซึ่งมีความชื้นตลอดปี (terrestrial firefly) ซึ่งบริเวณนี้พบว่ามีความหลากหลายทางชนิดของหิ่งห้อยมากที่สุด หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียจะวางไข่อยู่ตามบริเวณพื้นดินที่มีความชุ่มชื้น เมื่อไข่ฟักออกมาในระยะตัวอ่อนจะอาศัยอยู่บนพื้นดินและหลบซ่อนตัวตามเศษใบไม้ กิ่งไม้เสี้ยนหรือหอยเป็นอาหาร (ภาพ 4B) และเมื่อเจริญเติบโตเป็นหิ่งห้อยตัวเต็มวัยก็จะอาศัยอยู่บนต้นไม้ใกล้ๆ บริเวณนั้น หิ่งห้อยที่พบในบริเวณนี้ ได้แก่ *Luciola chinensis* (Linnaeus), *L. circumdata* Motschulsky, *L. ovalis* (Hope), *L. substriata* Gorham, *Pyrophanes indica* Motschulsky, *Pyrocoelia analis* (Fabricius), *P. grata* (Olivier), *P. tonkinensis* (Olivier), *Rhagophthalmus flavus* (Kawashima & Sato), *Diaphanes fenetrellus* (Bourgeois), *Lamprigera tenebrosa* (Walker) และ *Sternocladus* sp. เป็นต้น

6. หิ่งห้อยที่มีระยะตัวอ่อนอาศัยอยู่บริเวณที่ได้รับอิทธิพลขึ้น – ลงของระดับน้ำทะเลหรือบริเวณป่าชายเลนและปากแม่น้ำ (semi – aquatic firefly) ซึ่งหิ่งห้อยที่พบอาศัยอยู่ในบริเวณนี้มี 1 สกุล คือ สกุล *Pteroptyx* พบ 2 ชนิด คือ *P. malacca* (Gorham) และ *P. valida* Olivier (ภาพ 4C) โดยพบว่าหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อนจะอาศัยอยู่บริเวณโคนไม้ริมตลิ่ง ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลของระดับน้ำทะเล เต็มไปด้วยพรรณไม้ป่าชายเลน เช่น ต้นลำพู ลำแพน แสม โกงกาง ลักษณะเด่นของหิ่งห้อยทั้งสองชนิดนี้คือ มีการกระพริบแสงที่เป็นจังหวะและพร้อมเพรียงกัน รวมไปถึงการอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม



ภาพ 4 แหล่งที่อยู่ของหิ่งห้อย A) บริเวณแหล่งน้ำซึ่งเป็นน้ำจืด B) บริเวณพื้นดินในพื้นที่ป่า
ซึ่งมีความชื้นตลอดปี C) บริเวณที่ได้รับอิทธิพลขึ้น - ลงของระดับน้ำทะเล
หรือบริเวณป่าชายเลน และปากแม่น้ำ

2.5 ทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

อัษฎนา ทานเจริญ และ สังวรณ กิจทวี (2545) ศึกษาความหลากหลายของประชากรหิ่งห้อยในบริเวณที่สูงและที่ราบ จากการศึกษาพบว่าหิ่งห้อยในบริเวณที่สูงมีความหลากหลายของชนิดสูงกว่าบริเวณที่ราบ ในบริเวณที่สูง พบหิ่งห้อย 13 สปีชีส์ จาก 7 สกุล และในบริเวณที่ราบต่ำ พบ 3 สปีชีส์ จาก 2 สกุล พบความหลากหลายของชนิดหิ่งห้อยในฤดูฝน ($H'=1.191$) สูงกว่าในฤดูแล้ง ($H'=0.082$) การศึกษาฤดูกาลของหิ่งห้อยในทั้งสองพื้นที่วิจัยให้ผลที่คล้ายกัน มีประชากรสูงในช่วงฤดูฝนและแนวโน้มน้อย ๆ ลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูแล้ง ปัจจัยกายภาพส่งผลต่อ แนวโน้มน้อยของประชากรหิ่งห้อยในทั้งสองพื้นที่วิจัยแตกต่างกัน อิทธิพลของแสงจากดวงจันทร์มีผลต่อการประชากรหิ่งห้อย ในบริเวณที่มีหิ่งห้อยหลายชนิดในบริเวณเดียวกัน ในบริเวณที่สูง หิ่งห้อยแต่ละชนิดมีช่วงเวลาในการออกกระพริบแสงแตกต่างกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการหาคู่ผสมพันธุ์ ตัวอ่อนของหิ่งห้อยในบริเวณที่สูงก็มีการ แบ่งแยกพื้นที่อาศัยเช่นกัน เพื่อลดการแก่งแย่งอาหารและศัตรู หิ่งห้อยเพศผู้และเพศเมีย มีพฤติกรรมที่แตกต่างกันทั้งสองเพศใช้ชีวิตส่วนใหญ่นอกฤดูบิน แต่เพศผู้มีสัดส่วนของ พฤติกรรมบินสูงกว่าเพศเมีย ในขณะที่เพศเมียมีสัดส่วนการดำรงชีวิตอยู่ในถ้ำพื้นดินมากกว่า ในเพศผู้ อาจเป็นผลเนื่องมาจากเพศเมียต้องทำหน้าที่วางไข่

Takeda, et al., (2004) ศึกษาลักษณะที่อยู่อาศัย ความสมบูรณ์ของที่อยู่อาศัย รูปแบบการกระจายตัวของหิ่งห้อยชนิด *Luciola cruciata* ในพื้นที่เกษตรกรรม และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นแบบจำลองในการอนุรักษ์ในเชิงปฏิบัติ ทำการศึกษาทั้งหมด 44 พื้นที่ศึกษา พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นนาข้าว ผลการศึกษาพบว่า ค่า pH ของน้ำที่ส่งผลการเจริญเติบโตตัวอ่อนหิ่งห้อยอยู่ในช่วง 6.0 – 8.46 ค่า DO อยู่ในช่วง 6.26 – 9.12 ปัจจัยทางชีวภาพโดยเฉพาะอาหารของตัวอ่อนหิ่งห้อย เช่น หอย *Semisulcospira libertina* มีผลต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนหิ่งห้อยอย่างมีนัยสำคัญ ปัจจัยทางกายภาพลักษณะโครงสร้างของคูน้ำ เช่น ความกว้างและความยาวของคูน้ำมีผล ต่อการเจริญของพีชน้ำ และมีผลกระทบกับการการวางไข่ของตัวเต็มวัยของหิ่งห้อยเพศเมีย

ภัทรวรรณ เลิศสุชาตวนิช (2548) ศึกษาการประเมินผลกระทบจากการท่องเที่ยวแบบโฮมสเตย์ต่อประชากรหิ่งห้อย ณ บ้านโคกเกตุ จังหวัดสมุทรสงคราม จากผลการสำรวจพบหิ่งห้อย 2 ชนิด ได้แก่ *Pteroptyx malacca* (Gotham) และ *Pteroptyx valida* Olivier พบจำนวนมากระหว่างเดือน กรกฎาคม – ธันวาคม 2548 เกาะอาศัยอยู่บนต้นไม้ริมคลอง โดยพีชที่หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะอาศัยไม่มีความจำเพาะเจาะจงต่อชนิดพีชที่เกาะอาศัย เสี่ยงเรือหางยาวของนักท่องเที่ยว และการ

ตัดต้นลำพูการทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของหิ่งห้อยโดยตรง ดังนั้นการท่องเที่ยวแบบโฮมสเตย์อาจส่งผลกระทบต่อประชากรหิ่งห้อยได้ในระยะยาว

Kathrin F. Stanger-Hall, et al., (2007) ศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของอวัยวะกำเนิดแสงของหิ่งห้อย การกระพริบแสงของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยที่ใช้เป็นสัญญาณในการการผสมพันธุ์ ในเขตอเมริกาเหนือ ผลการศึกษาพบว่าหิ่งห้อยในเขตอเมริกาเหนือมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับกลุ่มของหิ่งห้อยในทวีปเอเชียและอเมริกาในโซนเขตร้อน

อัญชนา ทานเจริญ (2550) ศึกษาชีววิทยาและพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของหิ่งห้อยน้ำจืดชนิด *Luciola aquatilis* sp. nov. Thancharoen (Coleoptera: Lampyridae) โดยการนำหิ่งห้อยชนิด *Luciola aquatilis* sp. nov. ทำการเพาะเลี้ยง เพื่อศึกษาชีววิทยาและศึกษาพฤติกรรมการผสมพันธุ์ วงจรชีวิตของหิ่งห้อยในห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษาสามารถสร้างความรู้พื้นฐานเพื่อการอนุรักษ์หิ่งห้อย และสามารถคิดค้นวิธีการเพาะเลี้ยงหิ่งห้อยเพื่อใช้ในห้องทดลอง ขยายพันธุ์เพื่อปล่อยคืนสู่ธรรมชาติ หรือเพื่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์

Shinsaku Koji, et al., (2012) ศึกษาหิ่งห้อยชนิด *Luciola lateralis* ในพื้นที่การเกษตรกรรมของเมืองซาโตยามา ประเทศญี่ปุ่น ผลการศึกษาพบว่าหิ่งห้อยชนิด *Luciola lateralis* มีจำนวนเพิ่มขึ้นบนพื้นที่เกษตรกรรมที่ได้รับการฟื้นฟู และตัวเต็มวัยมีจำนวนลดลงตามฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงไป

นันทิยา รัตนจันทร์ และคณะ (2553) สสำรวจความหลากหลายของหิ่งห้อยในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว โดยเก็บข้อมูลใน 3 สภาพป่า ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง และป่าดิบชื้น สสำรวจหิ่งห้อยตัวเต็มวัยโดยใช้สวิงในช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. เดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2552 ถึงเดือนกันยายน 2553 จากการศึกษาพบหิ่งห้อยจำนวน 14 ชนิด 5 สกุล ได้แก่ *Diaphanes* sp.1, *Diaphanes* sp.2, *Diaphanes* sp.3, *Lamprigera tenebrosus*, *Luciola ovalis*, *L. filiformis*, *L. chinensis*, *Luciola* sp.1, *Luciola* sp.2, *Luciola* sp.3, *Pyrocoelia tonkinensis*, *Pyrocoelia* sp.1, *Pyrocoelia* sp.2, และ *Stenocladus* sp. โดยสกุล *Stenocladus* sp. นี้พบเฉพาะระยะตัวหนอนซึ่งสามารถสร้างแสงได้ และจากการศึกษาพบว่าในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ 2553 เป็นช่วงเดือนที่มีความชุกชุมของหิ่งห้อย *Diaphanes* sp.1 มากที่สุดโดยมีจำนวนตัวมากมายจนไม่สามารถนับได้ ซึ่งควรมีการศึกษาและติดตามประชากรหิ่งห้อยชนิดนี้เพิ่มเติม

ในปี 2555 นพรัตน์ พงศ์จันทร์ ได้ศึกษา ชนิด ความชุกชุม และการกระพริบแสงของหิ่งห้อยในป่าชายเลนบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี

ตั้งแต่ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 จนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 พบหิ่งห้อย 3 ชนิด คือ *Pteroptyx malaccae*, *Pteroptyx valida* และ *Asymmetricata circumdata* โดยใช้วิธีการถ่ายภาพ การกระพริบแสงของหิ่งห้อยในช่วงคืนเดือนแรม และใช้จำนวนแสงกระพริบของหิ่งห้อยที่ปรากฏ อยู่บนภาพถ่ายเป็นข้อมูลของความชุกชุมและข้อมูลการกระพริบแสงของหิ่งห้อย ผลการศึกษา ความชุกชุมของหิ่งห้อยพบว่ามีความชุกชุมของหิ่งห้อย *Pteroptyx malaccae* และ *Pteroptyx valida* มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในเดือนตุลาคมนอกจากนี้ยังพบว่าความชุกชุมของหิ่งห้อยแปรผันตาม อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์อากาศแต่แปรผกผันกับปริมาณน้ำฝน ช่วงเวลาที่หิ่งห้อย กระพริบแสงมากอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 19:00 – 22:00 น.

ยุวรินทร์ บุญทบ และคณะ (2555) ศึกษาความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อยในเขตภาคใต้ของ ประเทศไทย ได้แก่ ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าชายเลน และป่าดิบชื้น ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนกันยายน 2554 ผลการศึกษาพบตัวอย่างหิ่งห้อยบก และหิ่งห้อยน้ำกร่อย โดยเป็น หิ่งห้อย ใน 5 สกุล (Genus) ได้แก่ *Lamprigera* (Motschulsky) 1853, *Stenocladus* Deyrolle and Fairmaire, 1878, *Luciola Lapote*, 1833, *Asymmetricata* Ballantyne, 2009 และ *Pyrocoelia* Gorham, 1880 และจากการตรวจวินิจฉัยระดับชนิด (Species) พบหิ่งห้อยทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ *Lamprigera* sp., *Stenocladus* sp., *Luciola aquatilis* Thancharoen, 2007, *Asymmetricata circumdata* (Motschulsky), 2009, *Pyrocoelia praetexta* Olivier, 1911, *Pyrocoelia analis* (Fabricius, 1801) และ *Pyrocoelia* sp.

กมลชนก บริบูรณ์ (2557) ศึกษาการเลือกกินหอยทากบกของตัวอ่อนหิ่งห้อย *Pyrocoelia tonkinensis* Olivier และพลวัตประชากรในพื้นที่ป่าอนุรักษ์และสถานีวิจัยของจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน พบว่าตัวอ่อนหิ่งห้อยห้อยมีจำนวนการ โจมตีเฉลี่ยต่อหอยทากสยาม *Cryptozonia siamensis* มากกว่าหอยชดเป็ลือก *Sarika resplendens* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพฤติกรรมการกินอาหารของตัวอ่อนหิ่งห้อยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะหาเหยื่อและระยะจัดการกับเหยื่อ จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่าประชากรหอย ทากสยามเป็นปัจจัยสำคัญที่มีความสัมพันธ์ต่อจำนวนประชากรตัวอ่อนหิ่งห้อยอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ การปกคลุมของพืชคลุมดิน เป็นปัจจัยสำคัญทางสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อประชากรตัวอ่อน หิ่งห้อย อีกทั้งความชื้นของดิน การปกคลุมของพืชเรือนยอดและการปกคลุมของพืชคลุมดิน เป็น ปัจจัยสำคัญทางสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อจำนวนประชากรหอยทากสยามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปัทมา บุญทิพย์ (2557) สำรวจประชากรหิ่งห้อยตัวเต็มวัยบริเวณพื้นที่แหล่งน้ำใน 3 พื้นที่ของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประกอบไปด้วยพื้นที่ป่า พื้นที่เกษตรกรรม ผลการศึกษา พบเพียงหิ่งห้อยสกุล *Luciola* จำนวน 2 ชนิด คือ *Luciola substriata* Gort และ *Luciola aquatilis* Thancharoen พื้นที่ป่าพบประชากรของหิ่งห้อยมากที่สุด คิด เป็นร้อยละ 39.25 พื้นที่ที่อยู่อาศัย คิดเป็นร้อยละ 32.03 และพื้นที่เกษตรกรรม คิดเป็นร้อยละ 28.71 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างประชากร หิ่งห้อย กับปัจจัยแวดล้อมบางประการ พบว่า จำนวนประชากรหิ่งห้อย มีความสัมพันธ์กับค่า DO และจำนวนชนิดสัตว์หน้าดิน อย่างมีนัยสำคัญ ยิ่งทางสถิติ (p -value < 0.01) และมีความสัมพันธ์ กับค่า BOD มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ (p -value < 0.05)

วิชฎฐ์ คนชื้อ และคณะ (2557) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงกลุ่มที่เป็น ตัวชั่วัดสิ่งแวดล้อม และเป็นประโยชน์ต่อการท่องเที่ยวเชิงเกษตรและเชิงนิเวศ ศึกษาความ หลากหลายของชนิดหิ่งห้อย ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จากการศึกษาค้นพบหิ่งห้อยจำนวน 7 ชนิด จัดอยู่ในวงศ์ Lampyridae, Family Lampyridae Olivier, 1790 จัดอยู่ใน Subfamily Lampyrinae Olivier, 1790 จำนวน 2 ชนิด คือ *Lamprigera tenebrosa* (Walker, 1858) และ *Pyrocoelia* sp. ที่จัดอยู่ใน Subfamily Luciolinae Lacordaire, 1857 จำนวน 5 ชนิด คือ *Aquatica* sp., *Asymmetrica circumdata* (Motschulsky, 1854), *Luciola aquatilis* Thancharoen, 2007, *Luciola praeusta* Kiesenw, 1874, *Pygoluciola* sp

Sorasak Nakeiam (2015) ศึกษาหิ่งห้อยในพื้นที่ภาคเหนือ เพื่อสร้าง dichotomous key ใน การแบ่งกลุ่มย่อยของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย โดยเปรียบเทียบความแตกต่างที่ละคู่ของโครงสร้าง ลักษณะหนึ่งหรือหลายลักษณะ โดยแบ่งตาม subfamily, genus และ species แสดงภาพการ กระจายตัวและจุดที่พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยบนแผนที่ ผลการศึกษาสรุปว่าการกระจายพันธุ์ของ หิ่งห้อยในภาคเหนือของประเทศไทยมีความสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่อาศัยตามความสูงจากระดับน้ำทะเล จำนวนของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยจะเพิ่มขึ้นสูงในช่วงต้นของฤดูฝน

นฤมล นิมลป (2560) ชีววิทยา ศึกษาพฤติกรรมการผสมพันธุ์ และการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการจากลักษณะทางสัณฐานของหิ่งห้อยในสกุล *Trisinuata* ที่พบในพื้นที่ ภาคเหนือของประเทศไทย จากการศึกษาค้นพบว่าหิ่งห้อยสกุล *Trisinuata* มีรูปแบบการดำรงชีวิตอยู่ บนบก ระยะเวลาการเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิตนาน 10-13 เดือน หิ่งห้อยเพศเมียสามารถ วางไข่เฉลี่ย 16.954 ± 8.52 ฟองต่อตัว หลังจากนั้นไข่จะฟักเป็นตัวอ่อนโดยมีอัตราการฟัก 74.66 % ตัวอ่อนประกอบด้วย 6 ระยะย่อยก่อนที่จะเข้าสู่ระยะดักแด้ซึ่งใช้เวลา 8-9 วัน ในการผสมพันธุ์

ของหิ่งห้อย *Trisinuata* sp.1 พบว่าหิ่งห้อยมีการสื่อสารกันด้วยสัมผัสทางร่างกายและการกะพริบแสง โดยในขั้นตอนการผสมพันธุ์แบ่งออกเป็น 5 ช่วง ประกอบด้วย 1) ช่วงหยุดนิ่ง 2) ช่วงก่อนการเกี่ยวพาราลี 3) ช่วงเกี่ยวพาราลี 4) ช่วงที่หิ่งห้อยเพศผู้ขึ้นคร่อมหิ่งห้อยเพศเมีย และ 5) ช่วงผสมพันธุ์ โดยมีรูปแบบการกะพริบแสงที่สามารถจำแนกได้ 4 รูปแบบ และมีช่วงระยะเวลาที่เกิดแสง (pulse duration) และช่วงระยะเวลาระหว่างการเกิดแสงแต่ละครั้ง (flash interval)

เกียรติศักดิ์ โพธิ์นาค และคณะ (2561) ศึกษาความหลากหลายของหิ่งห้อย (Coleoptera: Lampyridae) ในเขตพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความหลากหลายและถิ่นอาศัยของหิ่งห้อยในเขตพื้นที่ของจังหวัดพิษณุโลก โดยศึกษาหิ่งห้อย 5 พื้นที่ ได้แก่ ไร่ร้าง สวนยางพารา สระบัว ทุ่งนา และ ริมคลอง ช่วงเวลา 19.00 น. ถึง 21.00 น. ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2559 ถึงเดือน กันยายน 2560 จากการศึกษาพบหิ่งห้อย 5 ชนิด และ 2 รูปแบบ สัณฐาน ใน 2 วงศ์ย่อย คือ 1) วงศ์ย่อย Luciolinae (*Sclerotia aquatilis*, *Trisinuata* sp., *Medeopteryx* sp. *Asymmetricata circumdata* และ *Asymmetricata ovalis*) และ 2) วงศ์ย่อย Lampyrinae (*Pyrocoelia praetexta* และ *Lamprigera tenebrosa*) ทั้งนี้ในพื้นที่สวนยางพาราสามารถพบหิ่งห้อยได้ถึง 4 ชนิด คือ *Pyrocoelia praetexta*, *Lamprigera tenebrosa*, *Asymmetricata circumdata* และ *Medeopteryx* sp. นอกจากนี้หิ่งห้อย *Sclerotia aquatilis* เป็นเพียงชนิดเดียวที่สามารถพบได้หลากหลายพื้นที่ ได้แก่ สระบัว ทุ่งนา และ ริมคลอง อีกทั้งยังพบได้ตลอดการสำรวจ ผลค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (H') ความสม่ำเสมอ (E) และดัชนีความเด่น (D) โดยรวมเท่ากับ 1.028, 0.574 และ 0.53 ตามลำดับ ค่าความคล้ายคลึง (Ss) ระหว่างหิ่งห้อยที่สำรวจพบในแหล่งอาศัยต่าง ๆ พบว่ามีค่าตั้งแต่ 0.33–1.00

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1.1 อุปกรณ์

- 1.1 ไฟฉาย
- 1.2 กล้องถ่ายรูป
- 1.3 สวิงสำหรับจับแมลง
- 1.4 ขวดแก้วเก็บแมลง
- 1.5 หลอดไมโครเซ็นตริฟิวก์
- 1.6 กระชอนจับสัตว์น้ำ
- 1.7 แวนชขาย 10 เท่า
- 1.8 ปากคีบ
- 1.9 พู่กัน
- 1.10 เข็มปักแมลง
- 1.11 จานเพาะเชื้อแบบแก้ว
- 1.12 หลอดทดลองแบบแก้ว
- 1.13 ปีกเกอร์แก้ว
- 1.14 เทปวัดระยะทาง
- 1.15 รองเท้าบูท
- 1.16 สมุดบันทึก
- 1.20 ตู้อบแมลง

3.1.2 สารเคมี

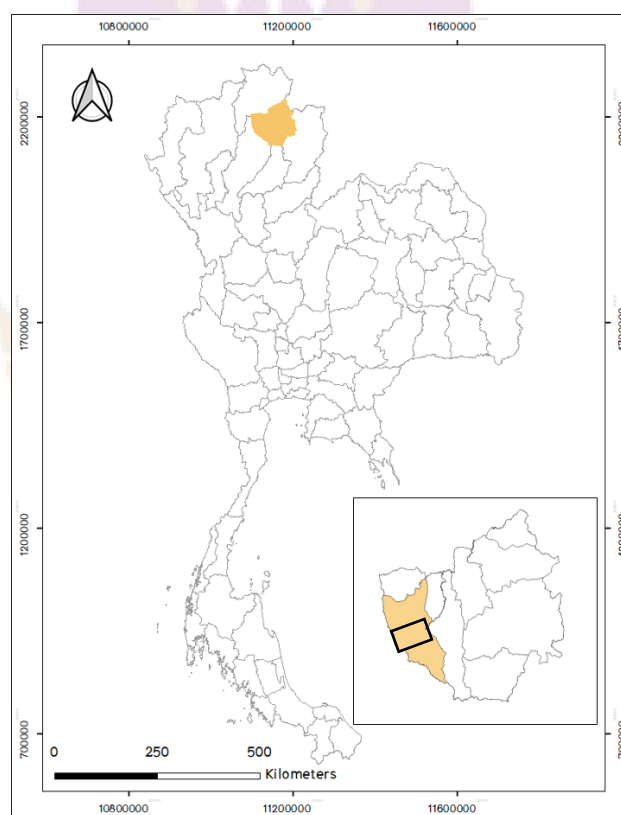
- 2.1 แอลกอฮอล์ 70%
- 2.2 โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 10%

3.1.3 เครื่องมือ

- 1.1 เครื่องกวนสารละลายพร้อมเตาให้ความร้อน (Hotplate and Magnetic Stirrer)
- 1.2 กล้องสเตอริโอไมโครสโคป (Stereomicroscope)
- 1.3 เครื่องวัดความชื้นและอุณหภูมิ (DIGITAL THERMO-HYGROMETER)
- 1.4 เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ (Multi-Function Water Quality)
- 1.5 คอมพิวเตอร์และโปรแกรม เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าทางสถิติ
- 1.6 เครื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก GPS (Global Positioning System)

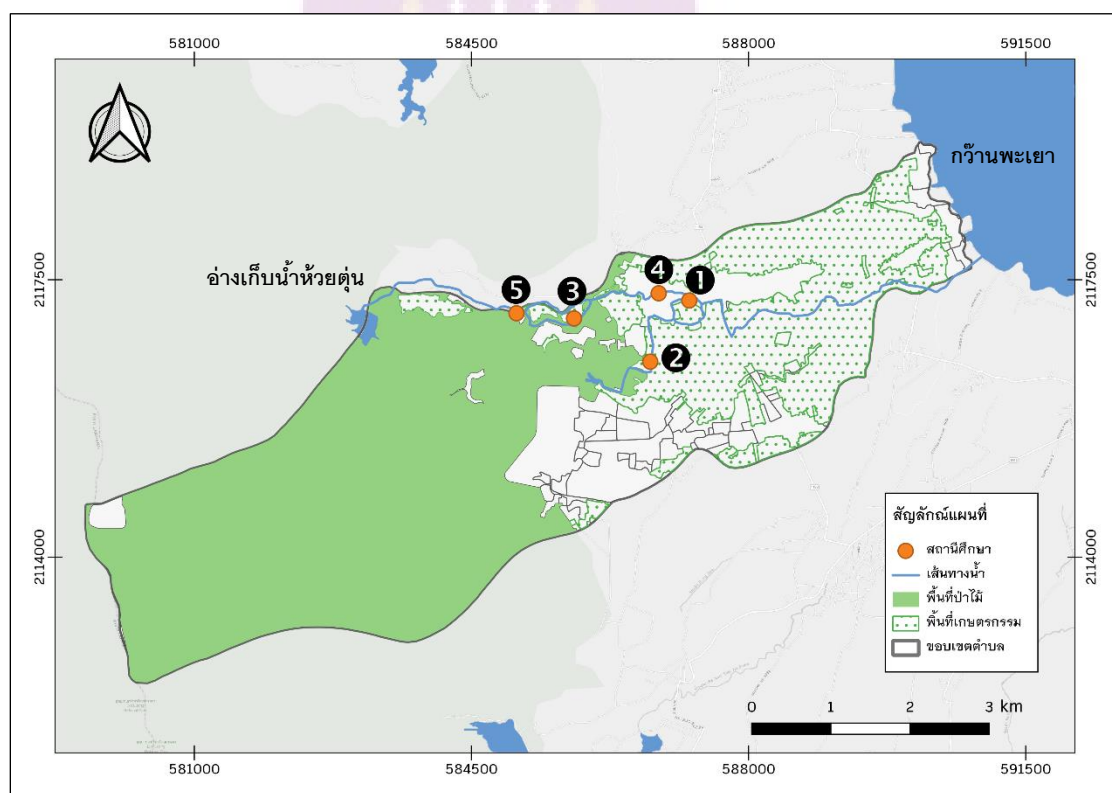
3.1.4 พื้นที่ศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาที่จังหวัดพะเยา ดังรูปภาพ 5



ภาพ 5 พื้นที่ศึกษาวิจัยจังหวัดพะเยา หมายเหตุ แสดงพื้นที่ศึกษา
บ้านบัวตำบลบ้านต๋อน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยาจังหวัดพะเยา

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ที่บ้านบัว พิกัด GPS 19.145782, 99.827623 ตั้งอยู่ที่หมู่ 4 ตำบลบ้านต๋อน อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา ห่างจากอำเภอเมืองพะเยา ประมาณ 20 กิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม อาชีพหลักของชุมชนคือการทำนา การศึกษาในครั้งนี้เลือกท้องนาที่ใช้สารอินทรีย์ ท้องนาทั่วไปที่ใช้สารเคมี ท้องนาที่ใกล้กับแหล่งน้ำธรรมชาติ และท้องนาที่มีแหล่งน้ำที่สร้างขึ้นเอง ก่อนการกำหนดจุดศึกษาผู้วิจัยได้ทำการสำรวจพื้นที่ที่มีการปรากฏของหิ่งห้อย และได้กำหนดจุดศึกษาในบริเวณที่มีการปรากฏของหิ่งห้อยชุกชุมในแต่ละจุดศึกษา โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 5 สถานี ได้แก่ สถานีที่ 1 พื้นที่ทุ่งนาใกล้แหล่งชุมชน สถานีที่ 2 พื้นที่ทุ่งนาเนินเขา สถานีที่ 3 พื้นที่ทุ่งนาติดฝายชลประทาน สถานีที่ 4 จุดชมหิ่งห้อยของหมู่บ้าน และสถานีที่ 5 ป่าชายคลองใกล้อ่างเก็บน้ำ (ภาพ 6)



ภาพ 6 พื้นที่ศึกษาแต่ละสถานีศึกษา บ้านบัว ตำบลบ้านต๋อน
อำเภอเมือง จังหวัดพะเยาจังหวัดพะเยา



ภาพ 7 สถานีที่ 1 ทุ่งนาใกล้แหล่งชุมชน



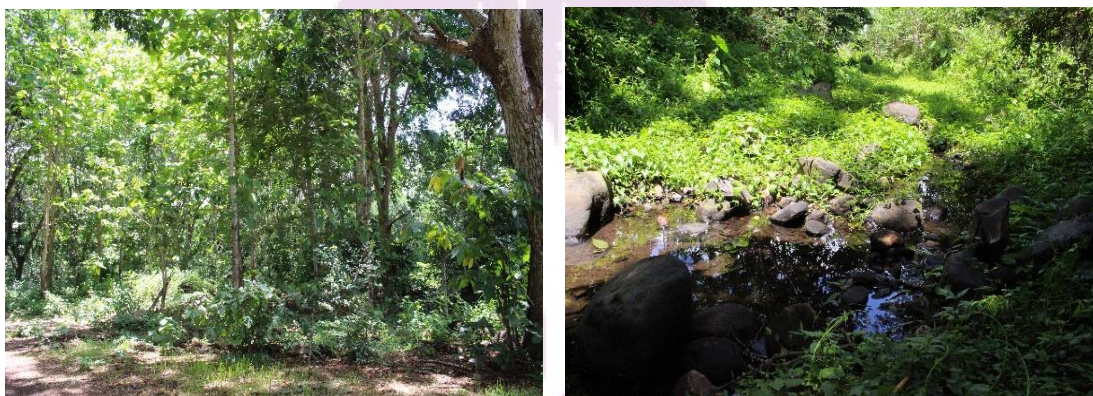
ภาพ 8 สถานีที่ 2 พื้นที่ทุ่งนาเนินเขา



ภาพ 9 สถานีที่ 3 ทุ่งนาติดลำธาร



ภาพ 10 สถานีที่ 4 จุดชมหิ่งห้อยของหมู่บ้าน



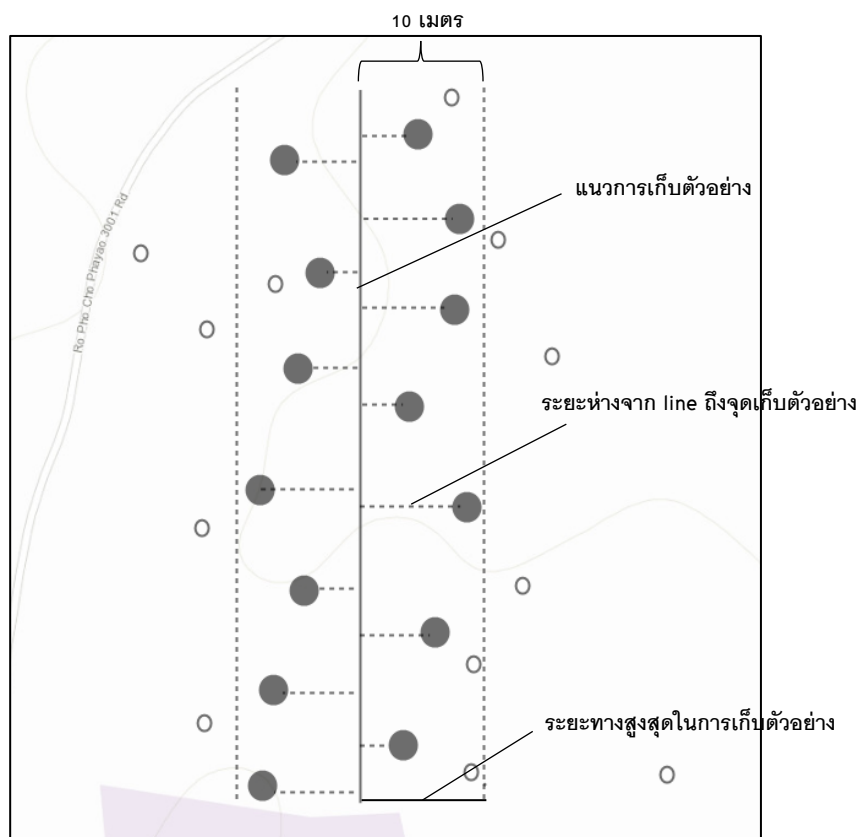
ภาพ 11 สถานีที่ 5 ป่าชายคลองใกล้อ่างเก็บน้ำ

3.1.5 วิธีการศึกษา

1) การสำรวจหิ่งห้อยในพื้นที่ศึกษา

เก็บข้อมูลเป็นระยะเวลาทั้งหมด 12 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2561 ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2562 โดยทำการเก็บตัวอย่างเดือนละ 3 ครั้ง กำหนดช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลให้อยู่ในช่วงเดือนข้างแรม โดยเริ่มตั้งแต่แรม 8 ค่ำของแต่ละเดือน ตั้งแต่เวลา 19.00 – 23.00 น. สุ่มเก็บตัวอย่างหิ่งห้อยตัวเต็มวัย ตามแนวสำรวจแบบ line transect บนพื้นที่ศึกษา โดยใช้สวิงจับแมลง (aluminum insect collecting net) จับตัวเต็มวัย โดยการโยบหิ่งห้อยแล้วสะบัดสวิงให้พับปิด เพื่อป้องกันไม่ให้แมลงหลุดออกมา นำตัวอย่างใส่หลอด centrifuge tube ขนาด 1.5 มล. ที่ภายในบรรจุเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 และเก็บตัวอย่างตัวอ่อน (larvae) โดยตัวอ่อนจะอาศัย

และหาถิ่นอาหารบริเวณสระน้ำ ลำธาร คูน้ำ ดงหญ้า หรือพื้นที่ชื้นแฉะบริเวณพื้นที่ศึกษา ใช้ปากคีบ (forceps) คีบตัวอย่างใส่หลอด centrifuge tube ขนาด 1.5 มล. ที่ภายในบรรจุเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 95 บันทึกวันที่ เดือน พ.ศ. และสถานที่เก็บ บันทึกกระดับความสูงจากน้ำทะเล และพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS)



ภาพ 12 การเก็บตัวอย่างตัวเต็มวัยโดยใช้เทคนิค Line Transect Sampling

2) การศึกษาปัจจัยทางกายภาพ

2.1) ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศโดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ ความชื้นแบบดิจิตอล (DIGITAL THERMO-HYGROMETER) ก่อนการบันทึกผล เปิดเครื่องทิ้งไว้ 30 นาที ตั้งไว้บนพื้นที่ศึกษา ในการวัดอุณหภูมิโดยมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C) และความชื้นสัมพัทธ์อากาศมีหน่วยเป็น (%)

2.2) วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่า DO ของน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยใช้เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำหลายพารามิเตอร์ (Multiparameter Waterproof Meter) จุ่มวัดที่ระดับความลึกจากผิวน้ำประมาณ 3 เซนติเมตร

2.3) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่ตกบนพื้นที่ศึกษา โดยนำข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย

2) การศึกษาปัจจัยทางชีวภาพ

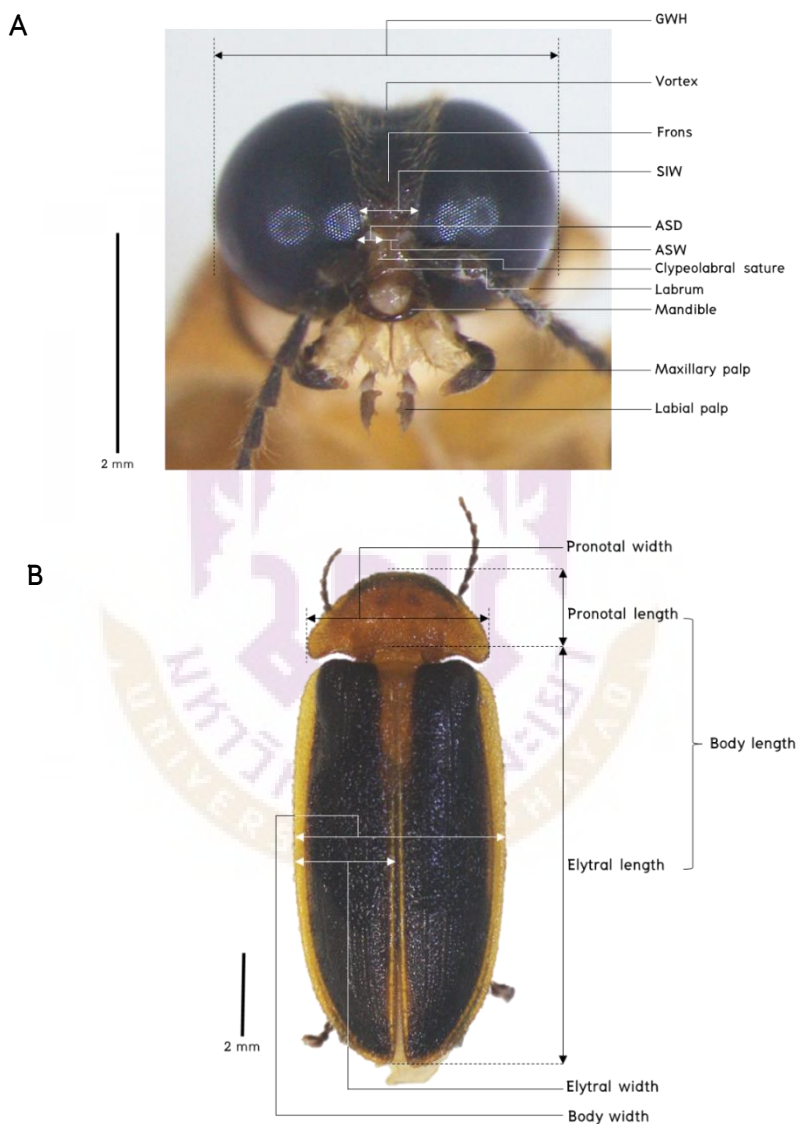
บันทึกจำนวนและเก็บตัวอย่างพืชเพื่อนำมาจัดจำแนกชนิด ประกอบไปด้วย พืชยืนต้น พืชล้มลุก พืชชายน้ำ พืชลอยน้ำ และศึกษาอาหารของหิ่งห้อย บันทึกจำนวนและเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาจัดจำแนกชนิด โดยเก็บตัวอย่างบริเวณริมฝั่งแหล่งน้ำและในแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา

3) การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา

นำตัวอย่างหิ่งห้อยตัวเต็มวัยตรวจจำแนกวิเคราะห์ชนิดจาก ลักษณะภายนอกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ (Stereo microscope) บันทึกลักษณะทั่วไป เช่น รูปร่าง ลักษณะขนาด และสี เป็นต้น โดยตรวจสอบลักษณะที่สำคัญทางอนุกรมวิธานด้วยการใช้เอกสารแนวทางการวินิจฉัยชนิดของหิ่งห้อยของ (Ballantyne, 2001), (Nak-eiam, 2015) และ (Fu et al., 2012) โดยรายละเอียดในการศึกษามีดังนี้

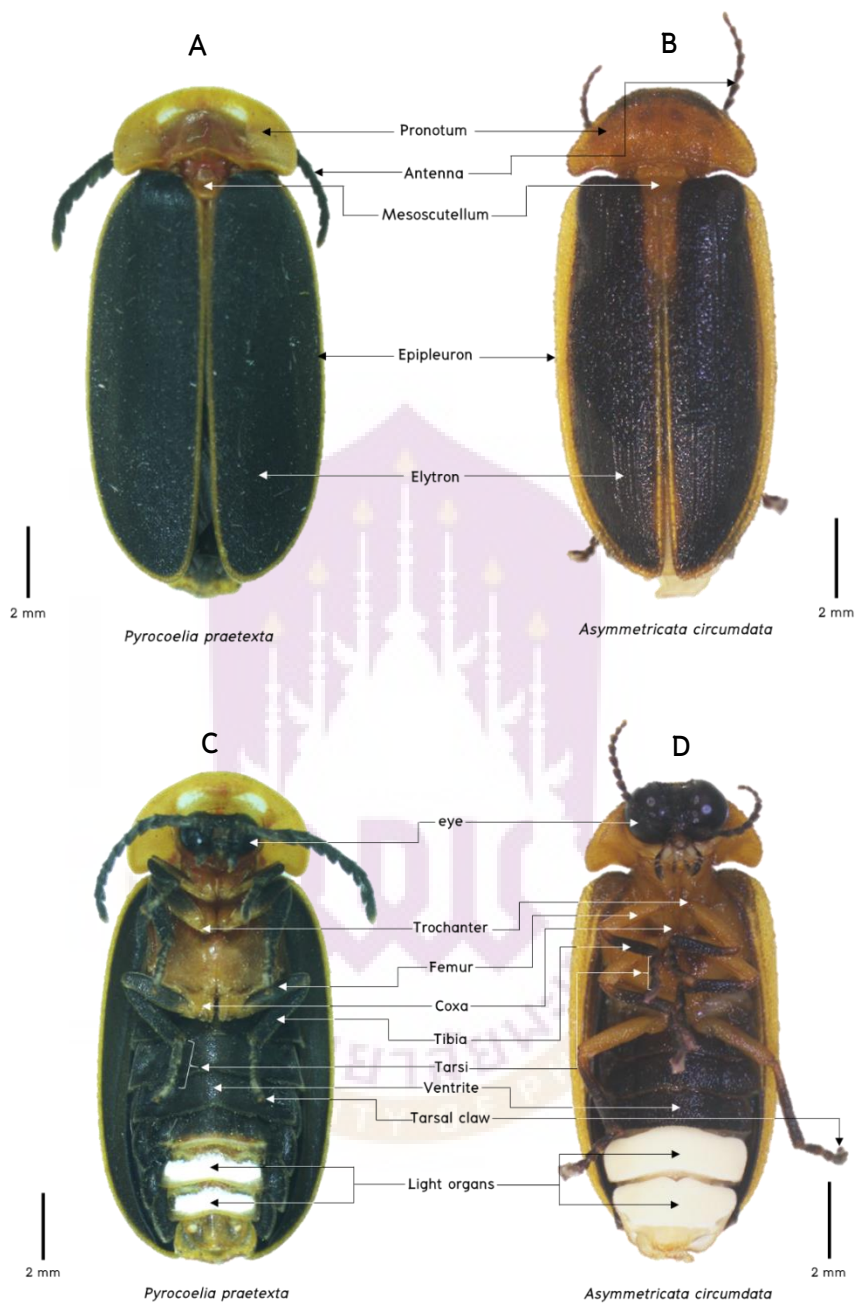
ASD	smallest distance between inner margins of antennal sockets
ASW	antennal socket width measured along the same horizontal line as for ASD
BP	basal piece of aedeagus
GHW	greatest head width (across eyes, measured parallel to ASD)
LL	lateral lobes of aedeagus
LO	light organ
ML	median lobe of aedeagus
MPP	median posterior projection of ventrite 7
MS	mesoscutellum
PLP	posterolateral projections of posterior margin of ventrite 7

- SIW smallest inter-ocular width (measured horizontally, may be on the same level as ASD, above it if the eyes are closer there)
- T7, 8 etc. visible abdominal tergites
- V6, 7 etc. visible abdominal ventrites, referred to by actual, not visible number



ภาพ 13 (A) หัวของหิ่งห้อยเพศผู้ front view; (B) หิ่งห้อยเพศผู้ dorsal view ด้วยวิธีวัด

ขนาด อ้างอิงจาก: Sorasak Nakeiam, 2015, หน้า 20



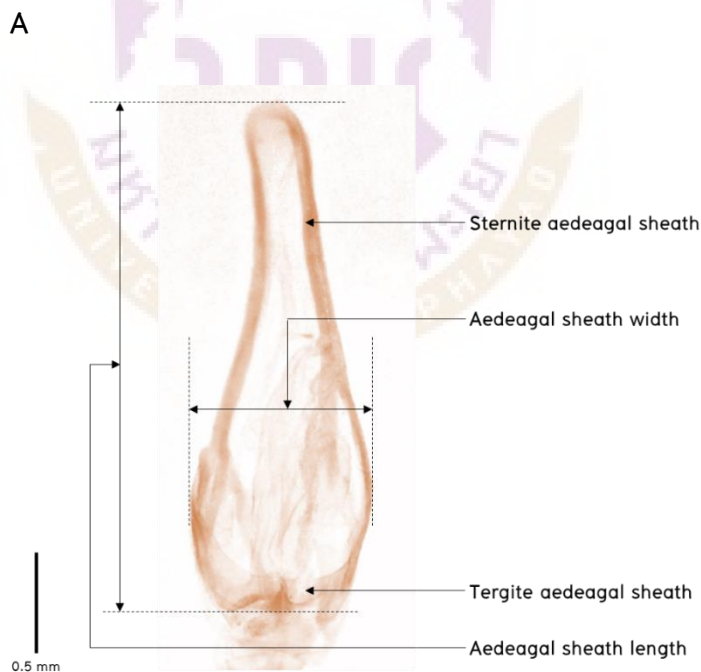
ภาพ 14 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของหิ่งห้อยเพศผู้ (A) *Pyrocoelia praetexta*
 (B) *Asymmetricata circumdata* dorsal view, (C) *Pyrocoelia praetexta*
 (D) *Asymmetricata circumdata* ventral view

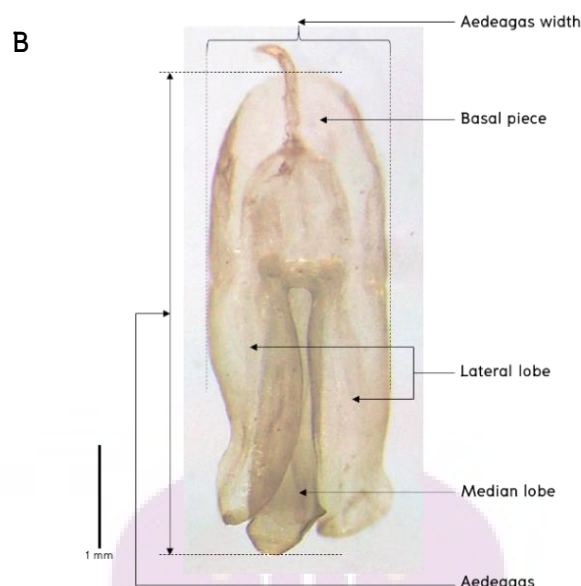
อ้างอิงจาก: Sorasak Nakeiam, 2015, หน้า 19

4) การศึกษาเพื่อจำแนกชนิด

ใช้กรรไกรขนาดเล็กหรือมีดผ่าตัดปลายแหลม ตัดส่วนท้องของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้ใส่ในหลอดทดลองแก้ว (Test tube) ขนาด 10x100 มิลลิเมตร เติมน้ำละลาย KOH 10% ลงในหลอดทดลองปริมาตร 5 ml จากนั้นนำหลอดทดลองที่มีชิ้นตัวอย่างและสารละลาย KOH 10% นำมาแช่ในบีกเกอร์ขนาด 500 ml ที่บรรจุน้ำไว้ $\frac{1}{4}$ เท่าของขนาดบีกเกอร์ และนำมาต้มบน hot plate เป็นเวลา 10 นาที สังเกตสีของตัวอย่างจะเกิดการเปลี่ยนสี โดยมีสีใสขึ้น นำชิ้นส่วนตัวอย่างออกจากน้ำยา แช่ในน้ำกลั่นและเอทานอล และส่วนที่ไม่ใช่อวัยวะเพศออก โดยใช้พู่กันขนาดเล็ก และปากคีบ (Forcep) ปลายแหลมค่อยๆ เชี่ยวเอาเฉพาะอวัยวะเพศออกมาจากส่วนของท้อง และแช่ในแอลกอฮอล์ 75% และ 95% ตามลำดับ นานครั้งละ 5 นาที

จำแนกวิเคราะห์ชนิดจากรูปร่างลักษณะภายนอก และอวัยวะเพศของเพศผู้ ภายใต้กล้อง Stereo microscope Olympus รุ่น SZX7 แล้วบันทึกภาพ และลักษณะที่สำคัญทางอนุกรมวิธาน โดยใช้เอกสารแนวทางการวินิจฉัยชนิดของหิ่งห้อยหลักการจำแนกของ Ballantyne et al., (2016) และ Sorasak Nakeiam, (2015)





ภาพ 15 ภาพอวัยวะสืบพันธุ์ของหิ่งห้อยเพศผู้ ด้วยวิธีวัดขนาด (A) aedeagal sheath in ventral view; (B) aedeagus in dorsal view.

อ้างอิงจาก: Sorasak Nakeiam, 2015, หน้า 21

5) การศึกษาความชุกชุมของหิ่งห้อย

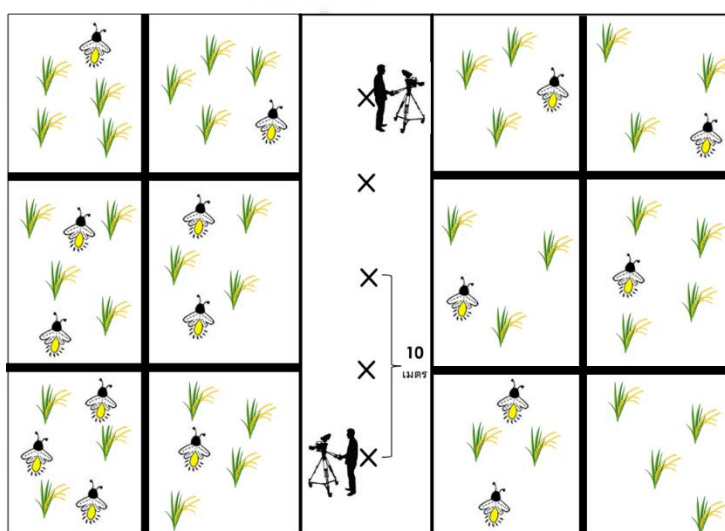
การเก็บข้อมูลในแต่ละเดือน ผู้ศึกษาจะเข้าไปในพื้นที่ศึกษาก่อนเวลาพระอาทิตย์ตกดิน ประมาณ 30 นาที เพื่อทำการสำรวจหิ่งห้อยภายในพื้นที่ศึกษาและติดตั้งอุปกรณ์การถ่ายภาพหิ่งห้อย โดยการถ่ายภาพหิ่งห้อยจะใช้กล้อง Digital Single Lens Reflex (DSLR) รุ่น Canon 750D ถ่ายภาพแสงกระพริบของหิ่งห้อยในเวลากลางคืน รูปแบบการตั้งค่ากล้องและการถ่ายภาพ

ตั้งค่าความไวแสงของฟิล์ม หรือ ISO ตั้งค่าไว้ที่ประมาณ 100 – 400 (ขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้าในแต่ละเดือน) ความไวชัตเตอร์ ที่ 30 วินาที และรูรับแสง $f = 5.6$ ดัดแปลงมาจาก (Kirton, 2012)

ถ่ายภาพตามแนวเส้นตรง (line transect) ตั้งแต่เวลา 19:00 น. – 21:00 น. จากตำแหน่งจุดเริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด ทำการถ่ายภาพบันทึกความชุกชุมของหิ่งห้อยจุดศึกษาละ 10 ภาพ โดยระยะห่างระหว่างแนวเส้นสำรวจจนถึงบริเวณที่พบความชุกชุมของหิ่งห้อยประมาณ 10 เมตร เนื่องจากหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีอัตราความเร็วในการบินอยู่ที่ประมาณ 2–3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพื่อการลดความผิดพลาดในการถ่ายภาพตัวซ้ำกันในแต่ละจุด เพิ่มความเร็วในการเดินถ่ายภาพจุดต่อจุดให้ไวขึ้น โดยใช้เวลาเฉลี่ยในการบันทึกภาพประมาณ 30 วินาที ต่อจุดในแนวสำรวจ นำภาพถ่าย

นับจำนวนความชุกชุมของหิ่งห้อย และคำนวณหาค่าเฉลี่ยจำนวนความชุกชุมของหิ่งห้อยต่อหนึ่งภาพ (กำหนดให้ 1 จุดสว่าง = หิ่งห้อย 1 ตัว) จากนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนชนิดในแต่ละสถานี (ภาพ 16)

หากบริเวณศึกษามีจำนวนหิ่งห้อยตัวเต็มวัยน้อย จำนวนแสงที่หิ่งห้อยตัวเต็มวัยกระพริบออกมานั้นไม่สามารถถ่ายภาพได้ จะใช้วิธีการนับด้วยตาเปล่าด้วยเทคนิค Line Transect Sampling เดินนับจำนวนหิ่งห้อยตัวเต็มวัยบนสถานีศึกษา ทำการนับ 3 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย



ภาพ 16 ตัวอย่างการถ่ายภาพความชุกชุมของหิ่งห้อยในพื้นที่ศึกษา

6) การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1) วิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายชนิด (species diversity index) ของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย โดยใช้ Shannon–Wiener function (Krebs, 1999) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

โดย H' คือ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิด

p_i คือ สัดส่วนความหนาแน่นของชนิดที่ i th ในสถานีนั้น โดยคำนวณได้จากสูตร

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

N คือ ผลรวมจำนวนตัวทั้งหมดของทุกชนิดที่พบในสถานีนั้น คำนวณได้จากสูตร

$$N = \sum_{i=1}^k ni \quad i=1, \dots, k$$

n_i คือ จำนวนตัวของชนิดที่ i th

k คือ จำนวนชนิดที่พบในแต่ละสถานี

6.2) ความชุกชุมทางชนิด (Species Richness หรือ Richness Index) เป็นค่าที่พิจารณาจากจำนวนชนิดทั้งหมดของสัตว์ที่พบในตัวอย่าง (S) ส่วนใหญ่ชนิดมักขึ้นอยู่กับขนาดของตัวอย่างที่เก็บในการสำรวจ ถ้าเก็บตัวอย่างมากก็มักจะพบจำนวนชนิดมากขึ้น การศึกษาใช้วิธีของ Margalef's index ดังนี้

$$R = (S - 1) / \ln(N)$$

R คือ ค่าดัชนีมาร์กาเลฟ

S คือ จำนวนชนิดทั้งหมด

N คือ จำนวนตัวทั้งหมด

6.3) ค่าดัชนีความเท่าเทียม (Evenness Index) ใช้บ่งชี้การกระจายตัวของชนิด และปริมาณสิ่งมีชีวิตเต็มวันในจุดสำรวจต่างๆกัน เมื่อคำนวณแล้วได้ค่าสูง แสดงว่าที่จุดสำรวจนั้นๆ ประกอบด้วยสัตว์ชนิดต่างๆที่มีปริมาณใกล้เคียงกัน และมีการกระจายที่เหมือนกัน ใช้วิธีของ Pielou's evenness index ดังนี้

$$J' = H' / \ln S \quad \text{หรือ} \quad H' / H'_{\max}$$

J' คือ ดัชนีความเท่าเทียม

H' คือ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิด

S คือ จำนวนของสิ่งมีชีวิตเต็มวัยที่พบในจุดสำรวจนั้น

H'_{\max} คือ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิดที่มีค่ามากที่สุดจะเป็นไปได้เมื่อสัตว์

ทุกชนิดมีความชุกชุมเท่ากัน

6.4) ค่าร้อยละความชุกชุม (Relative abundance) เป็นการวิเคราะห์ถึงความมากน้อยของตัวเต็มวัย โดยนับจำนวนครั้งที่จับได้หารด้วยจำนวนครั้งที่สำรวจโดยคำนวณได้จาก

ความชุกชุมสัมพัทธ์ (Relative abundance) = $\frac{\text{จำนวนครั้งที่จับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยได้}}{\text{จำนวนครั้งที่สำรวจ}} \times 100$

นำค่าที่ได้มาตัดสินว่า มีความมากน้อยเพียงใดโดยตัดแปลงจากวิธีการของ Pettingill (1950) ดังนี้

90– 100 %	หมายถึงหิ่งห้อยตัวเต็มวัยที่พบได้บ่อยมาก (Abundant)
65 – 89 %	หมายถึงหิ่งห้อยตัวเต็มวัยที่พบบ่อย (Common)
31 – 64 %	หมายถึงหิ่งห้อยตัวเต็มวัยที่พบได้ปานกลาง (Moderately Common)
10 – 31 %	หมายถึงหิ่งห้อยตัวเต็มวัยที่พบได้น้อย (Uncommon)
1 – 9 %	หมายถึงหิ่งห้อยตัวเต็มวัยที่พบได้น้อยมาก (Rare)

6.5) ค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงของชนิดของหอยที่พบในแต่ละสถานี โดยใช้ Sorensen's Similarity Coefficient (Krebs, 1999) มีสูตรดังนี้

$$S_s = \frac{2a}{2a + b + c}$$

เมื่อ S_s = สัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงของ Sorensen (Sorensen's Similarity Coefficient)

a = จำนวนชนิดหิ่งห้อยตัวเต็มวัยที่พบในพื้นที่ A และ B

b = จำนวนชนิดหิ่งห้อยตัวเต็มวัยทั้งหมดในพื้นที่ B แต่ไม่พบในพื้นที่ A

c = จำนวนชนิดหิ่งห้อยตัวเต็มวัยทั้งหมดในพื้นที่ A แต่ไม่พบในพื้นที่ B

7) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

แบ่งเป็น 3 การวิเคราะห์ ดังนี้

7.1) นำข้อมูลตัวแปรคุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้วิธีการทางสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนเดียว (one-way ANOVA) Dunn's Test และ Scheffe' Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 เพื่ออธิบายความแตกต่างของปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมีระหว่างบริเวณสถานีศึกษา ทั้ง 5 สถานี

7.2) นำข้อมูลดัชนีของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยที่สำรวจพบทั้งหมดมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้วิธีการทางสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA)) Dunn's Test และ Scheffe'

Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 เพื่ออธิบายความแตกต่างของปัจจัยทางชีวภาพ ระหว่าง บริเวณสถานีศึกษา ทั้ง 5 สถานี

7.3) การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Correlation coefficient) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยกับปัจจัยทางกายภาพ



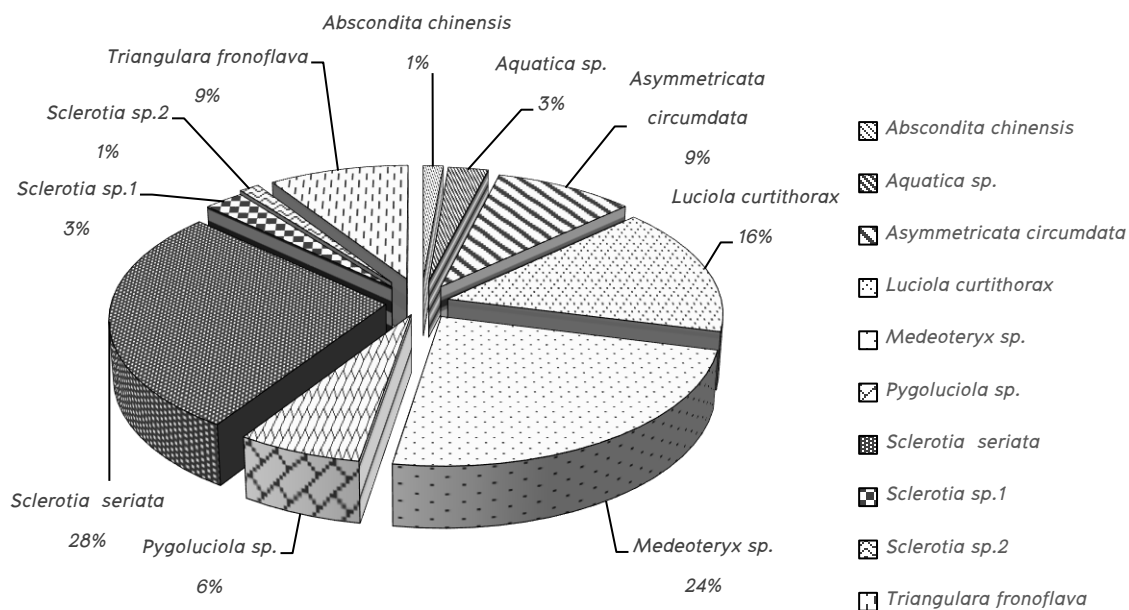
บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 การศึกษาความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อย

4.1.1 ร้อยละจำนวนชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยที่พบในพื้นที่ศึกษา ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนตุลาคม 2562

ผลการศึกษาความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อยบนพื้นที่ศึกษาทั้ง 5 สถานี ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนตุลาคม 2562 สามารถจำแนกได้ 1 Subfamily คือ *Luciolineae* ประกอบไปด้วย 5 Genus ได้แก่ *Aquatica*, *Asymmetricata*, *Luciola*, *Medeopteryx* และ *Pygoluciola* จัดจำแนกได้ 10 ชนิด ได้แก่ *Abscondita chinensis*, *Aquatica* sp., *Asymmetricata circumdata*, *Luciola curtithorax*, *Medeoteryx* sp., *Pygoluciola* sp., *Sclerotia seriata*, *Sclerotia* sp.1, *Sclerotia* sp.2 และ *Triangulara fronoflava* โดยพบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Sclerotia seriata* มีร้อยละจำนวนชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุดจำนวน 21 ตัว (27.63%) รองลงมาคือชนิด *Medeopteryx* sp. จำนวน 18 ตัว (23.68%) *Luciola curtithorax* จำนวน 12 ตัว (15.79%) *Asymmetricata circumdata* จำนวน 7 ตัว (9.21%) *Triangulara fronoflava* จำนวน 7 ตัว (9.21%) *Pygoluciola* sp. จำนวน 5 ตัว (6.58%) *Aquatica* sp. จำนวน 2 ตัว (2.63%) *Sclerotia* sp.1 จำนวน 2 ตัว (2.63%) *Abscondita chinensis* จำนวน 1 ตัว (1.32%) *Sclerotia* sp.2 จำนวน 1 ตัว (1.32%) (ภาพ 17)



ภาพ 17 ร้อยละจำนวนชนิดของหึ่งห้อยตัวเต็มวัย ที่พบบนสถานีศึกษา ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนตุลาคม 2562

สถานีที่ 1 พบหึ่งห้อยตัวเต็มวัยเพียงชนิดเดียว คือ *Sclerotia seriata* จำนวน 4 ตัว มีร้อยละจำนวนชนิดของหึ่งห้อยตัวเต็มวัย (100%)

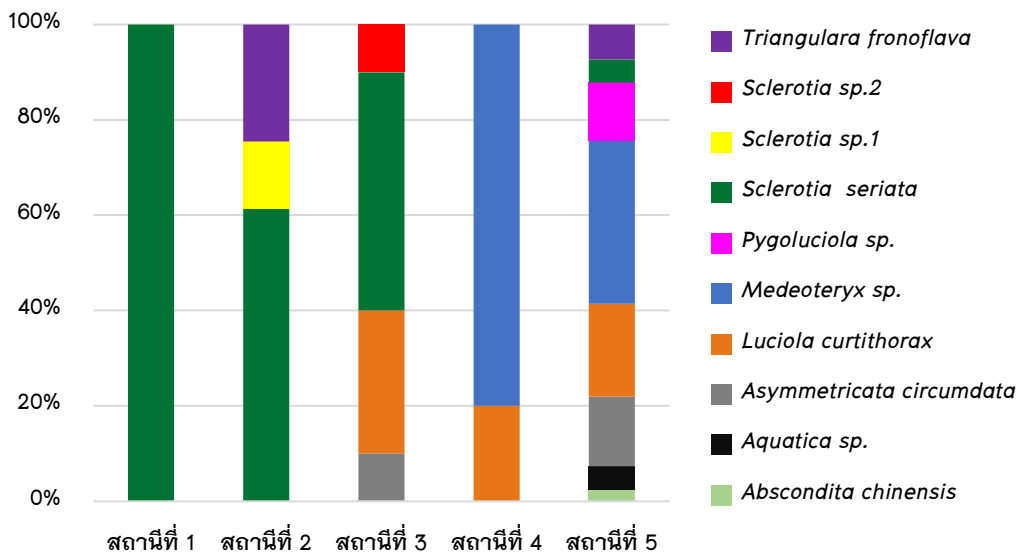
สถานีที่ 2 พบหึ่งห้อยตัวเต็มวัย 3 ชนิด โดยชนิด *Sclerotia seriata* มีร้อยละจำนวนชนิดหึ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (62.50%) 10 ตัว รองลงมาคือ *Triangulara fronoflava* (25.00%) 4 ตัว และ *Sclerotia sp.1* (14.29%) 1 ตัว

สถานีที่ 3 พบหึ่งห้อยตัวเต็มวัย 4 ชนิด โดยชนิด *Sclerotia seriata* มีร้อยละจำนวนชนิดหึ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (50.00%) 5 ตัว รองลงมาคือ *Luciola curtithorax* (30.00%) 3 ตัว *Asymmetricata circumdata* (10.00%) 1 ตัว และ *Sclerotia sp.2* (10.00%) 1 ตัว

สถานีที่ 4 พบหึ่งห้อยตัวเต็มวัย 2 ชนิด โดยชนิด *Medeoteryx sp.* มีร้อยละจำนวนชนิดหึ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (80.00%) 4 ตัว และ *Luciola curtithorax* (20.00%) 1 ตัว

สถานีที่ 5 พบหึ่งห้อยตัวเต็มวัย 8 ชนิด โดยชนิด *Medeoteryx sp.* มีร้อยละจำนวนชนิดหึ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (34.15%) 14 ตัว รองลงมาคือ *Luciola curtithorax* (19.51%) 8 ตัว *Asymmetricata*

circumdata (14.63%) 6 ตัว *Pygoluciola* sp. (12.20%) 5 ตัว *Triangulara fronoiflava* (7.32%) 3 ตัว *Aquatica* sp. (4.88%) 2 ตัว *Sclerotia seriata* (4.88%) 2 ตัว และ *Absccondita chinensis* (2.44%) 1 ตัว (ภาพ 18)



ภาพ 18 ร้อยละจำนวนชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย ที่พบแต่ละสถานีศึกษา ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนตุลาคม 2562

4.2 การศึกษาความชุกของหิ่งห้อย

ความชุกของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเฉลี่ยในแต่ละเดือน เริ่มพบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2562 จนถึงเดือนตุลาคม 2562 พบความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุดในเดือน มิถุนายน (25.20 ± 20.69) และในเดือนตุลาคมพบความชุกของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเฉลี่ยน้อยที่สุด (5.800 ± 4.10) และจากการวิเคราะห์สถิติเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม (Multiple Comparison) โดยวิธี Sheffe พบว่าค่า Sig มีค่ามากกว่า 0.05 (Sig = 0.273) ดังนั้นค่า ความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเฉลี่ยในแต่ละเดือนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (ตาราง 2)

ตาราง 2 แสดงจำนวนรวมเฉลี่ยความชุกของหึ่งห้อยตัวเต็มวัย (Mean \pm SD) ตั้งแต่ เดือน มิถุนายน 2562 – ตุลาคม 2562

เดือน	จำนวนรวมเฉลี่ย		
	หึ่งห้อยตัวเต็มวัย (ตัว)	พบน้อยที่สุด (ตัว)	พบมากที่สุด (ตัว)
มิถุนายน 2562	25.20 \pm 20.69	82.65	107.00
กรกฎาคม 2562	12.00 \pm 6.93	31.25	39.00
สิงหาคม 2662	11.40 \pm 7.73	32.86	42.00
กันยายน 2562	9.40 \pm 8.17	32.08	42.00
ตุลาคม 2562	5.80 \pm 4.10	17.19	21.00

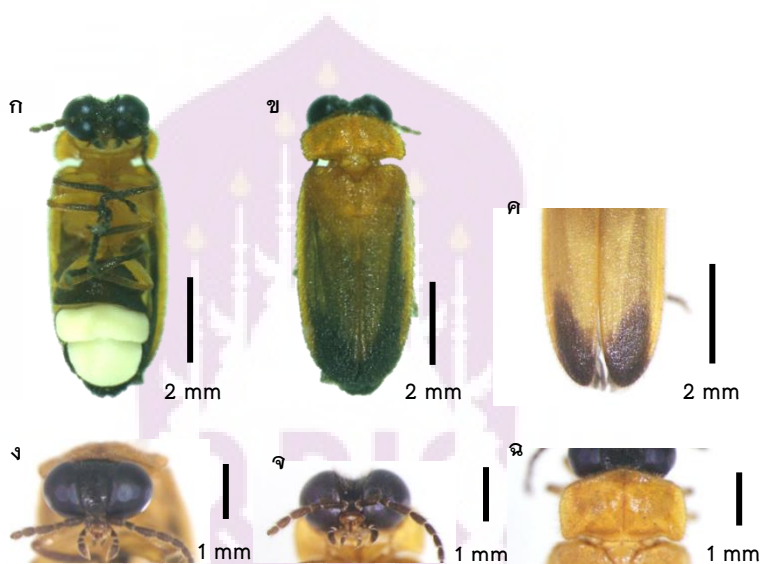
ความชุกของหึ่งห้อยตัวเต็มวัยเฉลี่ยแยกตามสถานศึกษา พบค่าเฉลี่ยของความชุกหึ่งห้อยตัวเต็มวัยบนสถานีที่ 5 มากที่สุด (11.82 \pm 1.76) และสถานีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของความชุกหึ่งห้อยตัวเต็มวัยน้อยที่สุด (0.76 \pm 0.70) และจากการวิเคราะห์สถิติเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม (Multiple Comparison) โดยวิธี Sheffe พบว่าค่า Sig มีค่ามากกว่า 0.05 (Sig = 0.151) ดังนั้นค่าความชุกของหึ่งห้อยตัวเต็มวัยเฉลี่ยในแต่ละสถานีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 3)

ตาราง 3 แสดงจำนวนรวมเฉลี่ยความชุกของหึ่งห้อยตัวเต็มวัย (Mean \pm SD) แต่ละสถานี ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2561 – ตุลาคม 2562

สถานี	จำนวนรวมเฉลี่ย		
	หึ่งห้อยตัวเต็มวัย (ตัว)	พบน้อยที่สุด (ตัว)	พบมากที่สุด (ตัว)
สถานีที่ 1	0.76 \pm 0.70	2.26	12.00
สถานีที่ 2	6.24 \pm 1.21	13.04	42.00
สถานีที่ 3	2.47 \pm 1.33	5.28	21.00
สถานีที่ 4	1.71 \pm 1.08	4.00	17.00
สถานีที่ 5	11.82 \pm 1.76	26.16	107.00

Abscondita chinensis (L., 1758)

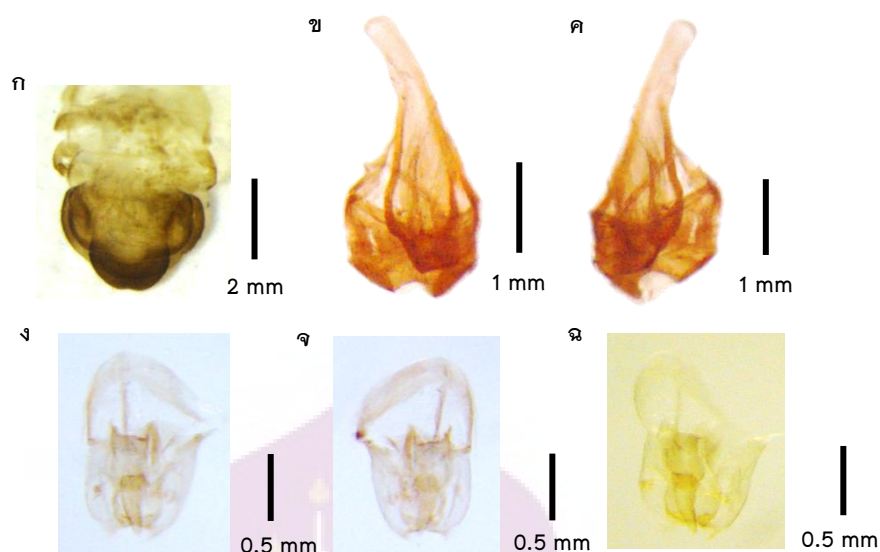
เพศผู้ขนาดลำตัว ยาว 8.00–8.70 มม. กว้าง 2.90–3.40 มม. หัวเชื่อมติดกับ pronotum ตาเป็นตาประกอบมีขนาดใหญ่แยกส่วนกันทั้งสองข้าง มีสีน้ำตาลอ่อน ระหว่างตาทั้งสองข้างมีร่องบุ่มเว้าตื้นๆ หนวดเป็นแบบเส้นด้าย (filiform) มีปล้อง 11 ออกแบ่งออกเป็นสองส่วนมีร่องยาวตรงกลาง มีสีน้ำตาลเหลือง ปีกยาวและหนูนเล็กน้อย สีน้ำตาลอมเหลืองปลายปีกมีสีดำ มีขนปกคลุมทั่วปีก ขามีสีน้ำตาลอมเหลือง ท้องมีสีน้ำตาลเข้ม อวัยวะผลิตแสงอยู่ปล้องท้องที่ 6 และปล้องที่ 7 (ภาพ 19)



ภาพ 19 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้ *Abscondita chinensis* (ก) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Dorsal, (ข) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Ventral, (ค) ปีก (elytra), (ง-จ) หัว (Head), (ฉ) pronotum

Aedeagal sheath รูปร่างเป็นแบบสมมาตร ลักษณะคล้ายซ็อน sheath sternite มีขอบที่โค้งมนและยกหนูนเล็กน้อย

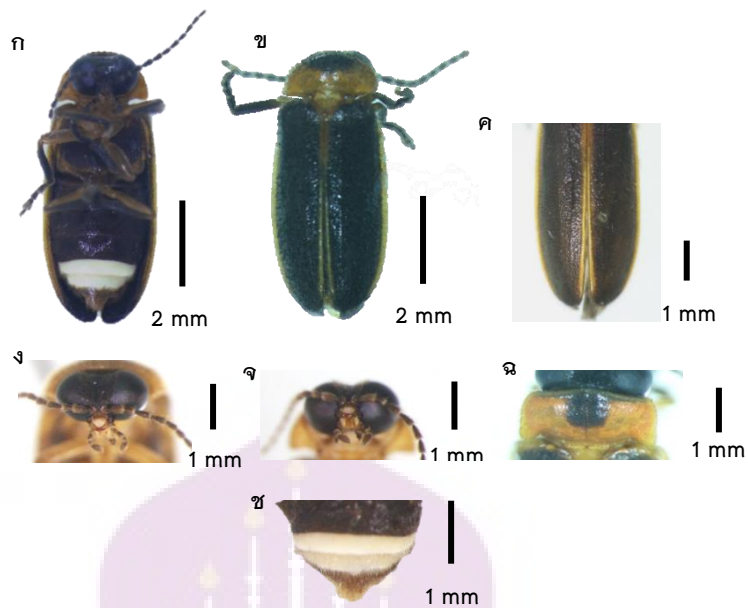
Aedeagus ส่วนฐานมีลักษณะแบบครึ่งวงกลมยาวประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวทั้งหมด และครอบคลุมส่วนของ ML และ LL, ML ยื่นยาวออกมา โค้งงอและมีปลายแหลม มีความยาวกว่า LL เล็กน้อย (ภาพ 20)



ภาพ 20 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ *Abscondita chinensis* (ก) abdomen in Ventral view, (ข) aedeagal sheath in ventral view, (ค) aedeagal sheath in dorsal view, (ง) aedeagus in ventral view, (จ) aedeagus in dorsal view, (ฉ) aedeagus in left lateral view

Aquatica sp.

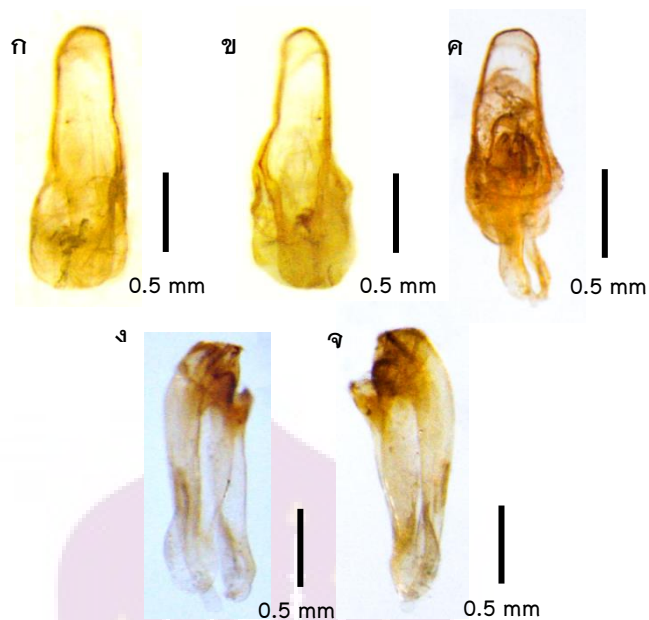
เพศผู้ลำตัวยาว 5.30–6.10 มม. กว้าง 3.00–3.30 มม. ตามีขนาดใหญ่ มีเว้าตื้นๆ ระหว่างตาสองข้าง หนวดเป็นแบบเส้นด้าย (filiform) มีปล้องทั้งหมด 11 ปล้อง ลักษณะพิเศษคือ Pronotum สีส้มอมเหลืองมีวงสีดำอยู่ตรงกลาง ออกมีลักษณะคล้ายรูปประฆัง ปีกโคนจนถึงปลายปีกมีสีดำอมน้ำตาล ขา trochanters และ femora มีสีดำมน้ำตาล ส่วนที่เหลือเป็นสีน้ำตาลเข้ม ท้องปล้องที่ 2 ถึงปล้องที่ 5 มีสีน้ำตาลเข้ม T8 มีสีน้ำตาลอ่อน อวัยวะเปล่งแสงอยู่ปล้องท้องปล้องที่ 6 และปล้องที่ 7 (ภาพ 21)



ภาพ 21 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้ *Aquatica sp.* (ก) เพศผู้ Ventral, (ข) เพศผู้ Dorsal, (ค) ปีก (elytra) (ง-จ) หัว (Head), (ฉ) pronotum, (ช) อวัยวะผลิตแสง (light organs) ปล้องท้องปล้องที่ 6-7

Aedeagal sheath รูปร่างเป็นแบบไม่สมมาตร ปลอก aedeagal รูปร่างคล้ายทรงกระบอก ส่วนปลายโค้งมน

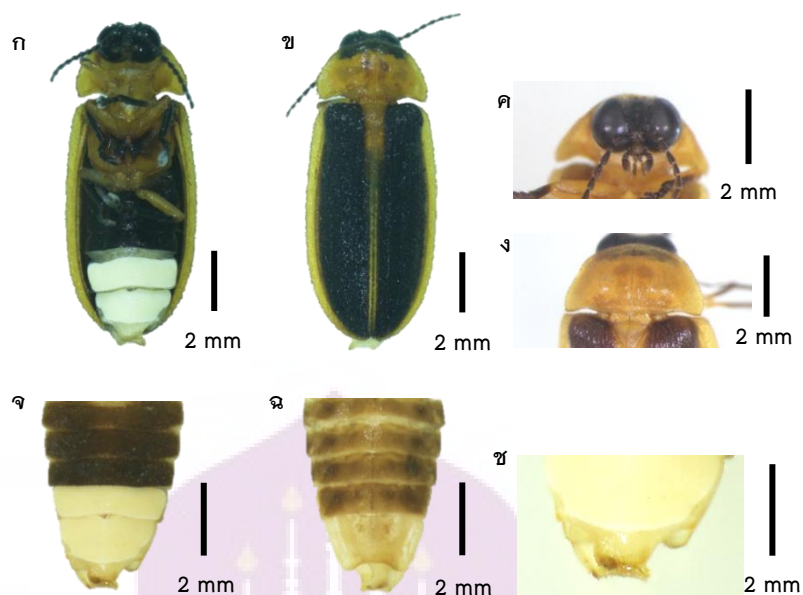
Aedeagus ส่วนฐานมีลักษณะเป็นครึ่งวงกลม ที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นวงกลมสั้นๆยื่นออกมาตรงกลางของขอบด้านนอก BP มีความยาว 1 ใน 4 ของความยาวทั้งหมด (ภาพ 22)



ภาพ 22 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ *Aquatica* sp. (ก) aedeagal sheath in ventral view, (ข) aedeagal sheath in dorsal view, (ค) male genitalia in ventral view, (ง) aedeagus in right lateral view, (จ) aedeagus in left lateral view

Asymmetricata circumdata (Motschulsky, 1854)

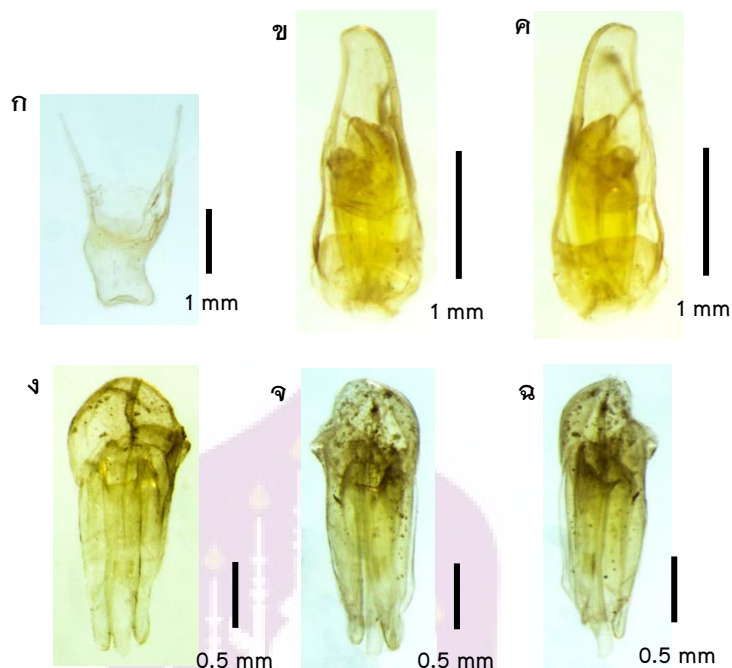
เพศผู้ลำตัวยาว 10.20–10.80 มม. กว้าง 4.60–4.80 มม. หัวมีสีดำ มีตามีขนาดใหญ่ทำให้หัวติดกับขอบของ Pronotum มีสีเหลืองอมส้ม และมีร่องตื้นๆตามแนวยาว เพศผู้มีปีกที่ยาว มีสีดำอมน้ำตาลจนถึงดำ สีของปลายปีกและขอบปีกมีสีเหลืองอมส้มเชื่อมต่อกัน ขาส่วนต้นมีสีส้ม ส่วน ปลายมีสีดำ อวัยวะผลิตแสงอยู่ปล้องท้องปล้องที่ 6 และปล้องที่ 7 (ภาพ 23)



ภาพ 23 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้ *Asymmetricata circumdata* (ก) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Ventral, (ข) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Dorsal, (ค) หัว (Head), (ง) pronotum, (จ) ท้อง (Abdomen in ventral view), (ฉ) ท้อง (Abdomen in dorsal view), (ช) แผ่นแข็งปลายท้อง (T7)

Aedeagal sheath กว้าง 1.90 มม. ยาว 3.40 มม. ปลอกของ aedeagal เป็นรูปทรงกรวยแบบไม่สมมาตร

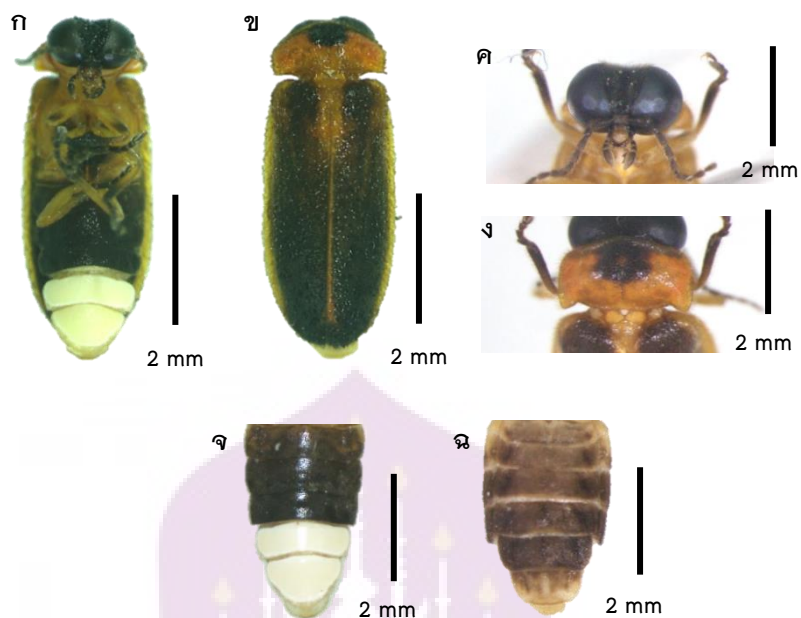
Aedeagus ฐานลักษณะโค้งเหมือน hood โดยจะครอบคลุมทั้ง ML และ LL โดยมีความยาวเป็น 1 ใน 3 เท่าของความยาวทั้งหมด ML มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกจนถึงปลาย (ภาพ 24)



ภาพ 24 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ *Asymmetricata circumdata* (ก) แผ่นแข็งปลายท้อง (T7), (ข) male genitalia in ventral view, (ค) male genitalia in dorsal view, (ง) aedeagus in ventral view, (จ) aedeagus in dorsal view, (ฉ) aedeagus in left lateral view

Luciola curtithorax Pic, 1928

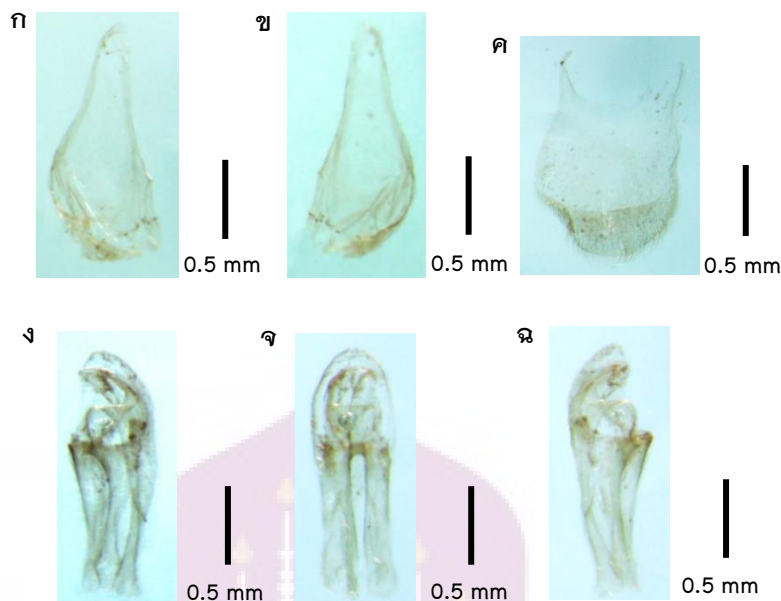
เพศผู้ลำตัวยาว 7.50–8.60 มม. กว้าง 2.80–3.50 มม. ตามีขนาดใหญ่ยื่นออกมาเกิน Pronotum ส่วนหัวมีสีดำอมน้ำตาล หนวดมีลักษณะเป็นแบบเส้นด้าย ประกอบด้วย 11 ปล้อง Pronotum รูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้า ผิวมีสีส้ม มีลักษณะพิเศษคือ มีวงกลมสีดำอยู่ตรงกลาง ขอบด้านหน้ามีความโค้งมน ปีกยาว 6.10–7.00 กว้าง 1.50–1.80 มม. ปีกทั้งหมดมีสีดำเข้มจากฐานถึงปลายยกเว้นขอบปีกจะมีสีส้มจากโคนปีกจนสิ้นสุดเกือบถึงปลาย บนปีกมีแนวสัน รอยประตลอดแนวตั้งแต่ฐานปีกจนถึงเกือบปลายปีก ขา tibiae และ tarsi มีสีดำอมน้ำตาล ส่วนท้องทั้งหมดมีสีดำอมน้ำตาลจนถึงดำ อวัยวะเปล่งแสงมีสีขาวครีม อยู่ปล้องท้องปล้องที่ 6 และปล้องที่ 7 (ภาพ 25)



ภาพ 25 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้ *Luciola curtithorax* (ก) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Ventral, (ข) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Dorsal, (ค) หัว (Head), (ง) pronotum, (จ) ท้อง (Abdomen in ventral view), (ฉ) ท้อง (Abdomen in dorsal view)

Aedeagal sheath มีรูปร่างแบบสมมาตร ปลอกมีรูปร่างทรงกรวย ส่วนของฐานเป็นส่วนที่มีความกว้างที่สุด

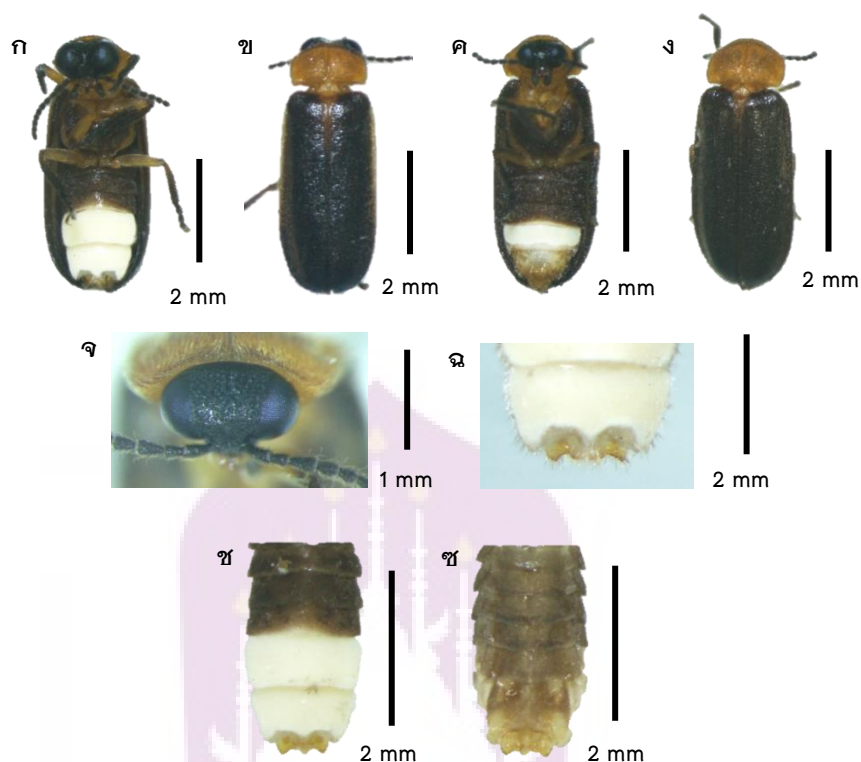
Aedeagus มีรูปร่างสมมาตร ส่วนของฐานยื่นออกมาจากตรงกลาง มีขอบที่ซ้อนทับกันเล็กน้อย BL คลอบคลุมทั้ง ML และ LL โดยมีความยาวเป็น 1 ใน 3 เท่าของความยาวทั้งหมด ML ทั้งสองข้าง ช่วง 1 ใน 3 ส่วน จะแบนเรียวยาวปลายจะแหลมคม ด้านหน้า ML ขอบจะโค้งมนและจะเห็นขอบของฐานอย่างชัดเจน (ภาพ 26)



ภาพ 26 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ *Luciola curtithorax* (ก) aedeagal sheath in ventral view, (ข) aedeagal sheath in dorsal view, (ค) แผ่นแข็งปลายท้อง (T7), (ง) aedeagus in ventral view, (จ) aedeagus in dorsal view, (ฉ) aedeagus in left lateral view

Medeopteryx sp.

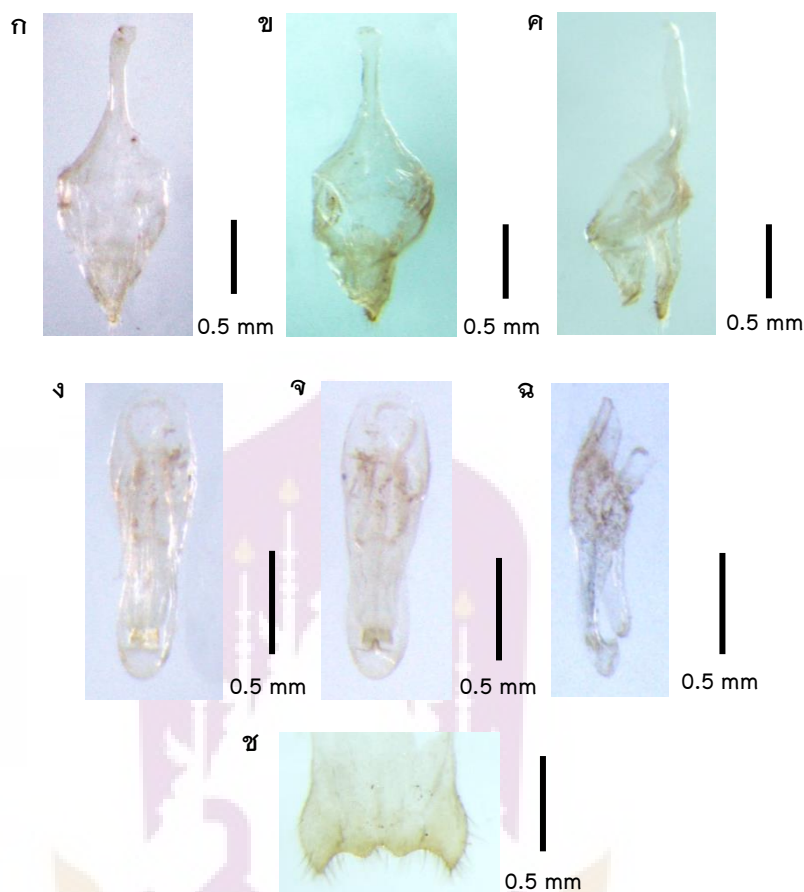
เพศผู้มีลำตัวยาว 4.60–6.20 มม. กว้าง 1.60–2.30 มม. มีตาขนาดใหญ่สองข้าง หัวมีขนาดใหญ่มีสีน้ำตาลเข้ม มีร่องเว้าระหว่างตา หนวดมีลักษณะเป็นแบบเส้นด้ายมี 11 ปล้อง ลักษณะคล้ายลูกประคำ Pronotum มีรูปร่างคล้ายสีเหลี่ยมผืนผ้า มีสีส้มอมเหลืองกับ ปีกมีสีน้ำตาลเข้มเกือบเป็นสีดำ และมีสีส้มเล็กน้อยบริเวณขอบของปีก ขามีลักษณะตรง มีสีดำมน้ำตาลเข้ม ท้องมีสีน้ำตาลเข้มมาก อวัยวะผลิตแสงมีสีขาวครีมอยู่ปล้องท้องปล้องที่ 6 และปล้องที่ 7 มีลักษณะพิเศษคือปลายปล้องท้องปล้องที่ 7 มีลักษณะโค้งเว้าคล้ายตัวอักษรภาษาอังกฤษ m (ภาพ 27)



ภาพ 27 หิ้งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้ *Medeopteryx sp.* (ก) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Ventral, (ข) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Dorsal, (ค) ตัวเต็มวัยเพศเมีย Ventral, (ง) ตัวเต็มวัยเพศเมีย Dorsal, (จ) หัว (Head), (ฉ) อวัยวะผลิตแสง (light organs), (ช) ท้อง (Abdomen in ventral view), (ซ) ท้อง (Abdomen in dorsal view)

Aedeagal sheath มีรูปร่างแบบสมมาตร คล้ายรูปซ็อน ทรงกระบอกแบบยาวและปลายจะกลมมน sheath sternite ตรงกลางเห็นเป็นมุมสองข้าง มองจากด้านหลัง Sheath sternite จะเรียวยาวส่วนปลายจะโค้งมนและมีขน

Aedeagus มีรูปร่างคล้ายทรงกระบอก BP มีลักษณะเป็น 2 รูปแบนติดกัน และมีความยาวเป็น 2 ใน 5 เท่าของความยาวทั้งหมด ถ้ามองจากด้านหลัง ML มีลักษณะเป็นกระเปาะที่มีปลายโค้งมน ML มีความยาวมากกว่า LL และครอบคลุม LL ทั้งหมด (ภาพ 28)

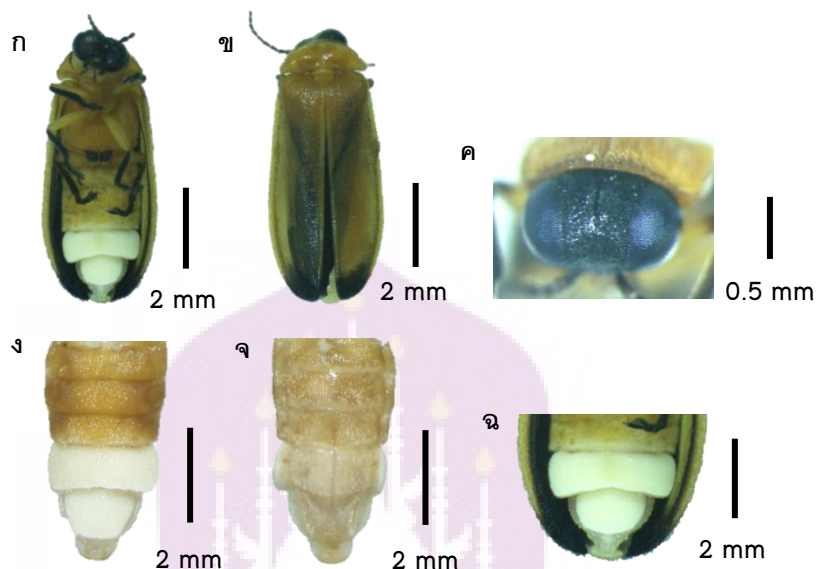


ภาพ 28 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ *Medeopteryx* sp. (ก) aedeagal sheath in ventral view, (ข) aedeagal sheath in dorsal view, (ค) aedeagal sheath in left lateral view, (ง) aedeagus in dorsal view, (จ) aedeagus in ventral view, (ฉ) aedeagus in right lateral view, (ช) แผ่นแข็งปลายท้อง (T7)

Pygoluciola sp.

เพศผู้มีลำตัวยาว 8.50 กว้าง 3.20 มม. หัวทั้งหมดมีสีดำ ตาสองข้างมีขนาดใหญ่ หนวดเป็นแบบเส้นด้าย ประกอบด้วยปล้อง 11 ปล้อง Pronotum มีสีส้มอมเหลืองและมีลายสีเหลืองอ่อน ปีกมีสีส้มอมเหลือง ปลายปีกมีแถบสีดำเข้ม ปลายปีกมีลักษณะขอบโค้ง จุดกลางบริเวณเชื่อมระหว่างปีก 2 ข้าง จะมีสีเหลืองซีด รอยเว้าตื้นเป็นแถวกระจายแบบส้อมไม่เรียงเป็นแถวตั้งแต่โคนปีกจนถึงปลาย ขาเรียบตรง tibiae และ tarsi มีสีดำ ส่วน trochanters, femora และ coxae มีสีส้มเหลือง หน้าท้องเห็นเป็นสีส้มละสีเหลืองอ่อนปน ลักษณะเหมือนลายหินอ่อน อวัยวะผลิตแสงอยู่

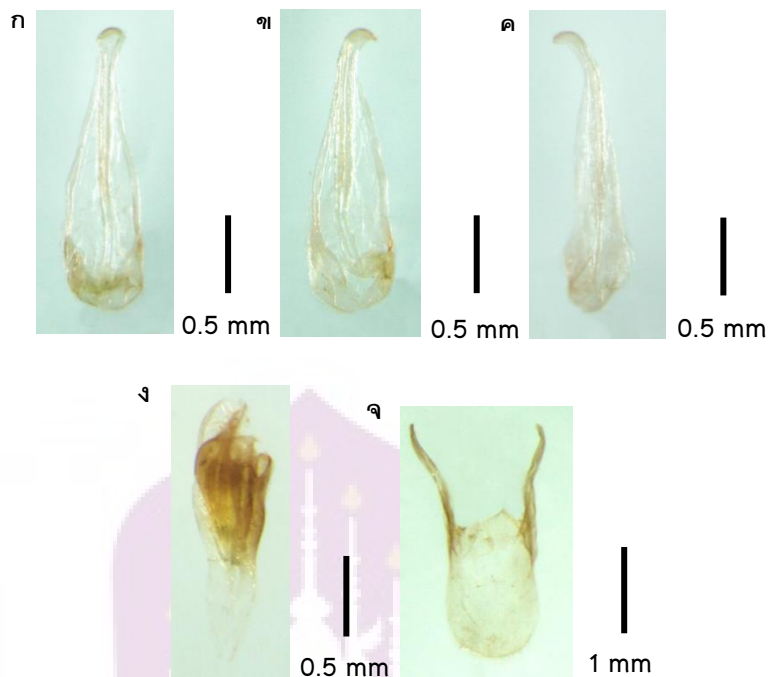
ปล้องท้องปล้องที่ 6 และ 7 ในส่วนของท้องปล้องที่ 7 มีลักษณะโค้งมนและรี ชั้น T8 มีลักษณะโค้งมนและโปร่งแสง โดยขอบของ T8 จะขนานกับขอบของปล้องที่ 7 (ภาพ 29)



ภาพ 29 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้ *Pygoluciola* sp. (ก) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Ventral, (ข) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Dorsal, (ค) หัว(Head), (ง) ท้อง (Abdomen in ventral view), (จ) ท้อง (Abdomen in dorsal view), (ฉ) อวัยวะผลิตแสง (light organs)

Aedeagal sheath มีรูปร่างแบบสมมาตร คล้ายซ้อน Sternite เห็นเป็นเส้นยาวและขนานกันเกือบตลอดความยาว ส่วนปลายมีลักษณะโค้งมน และปลายมีลักษณะแบนมีรูปร่างเหมือนกระเปาะทรงกลม

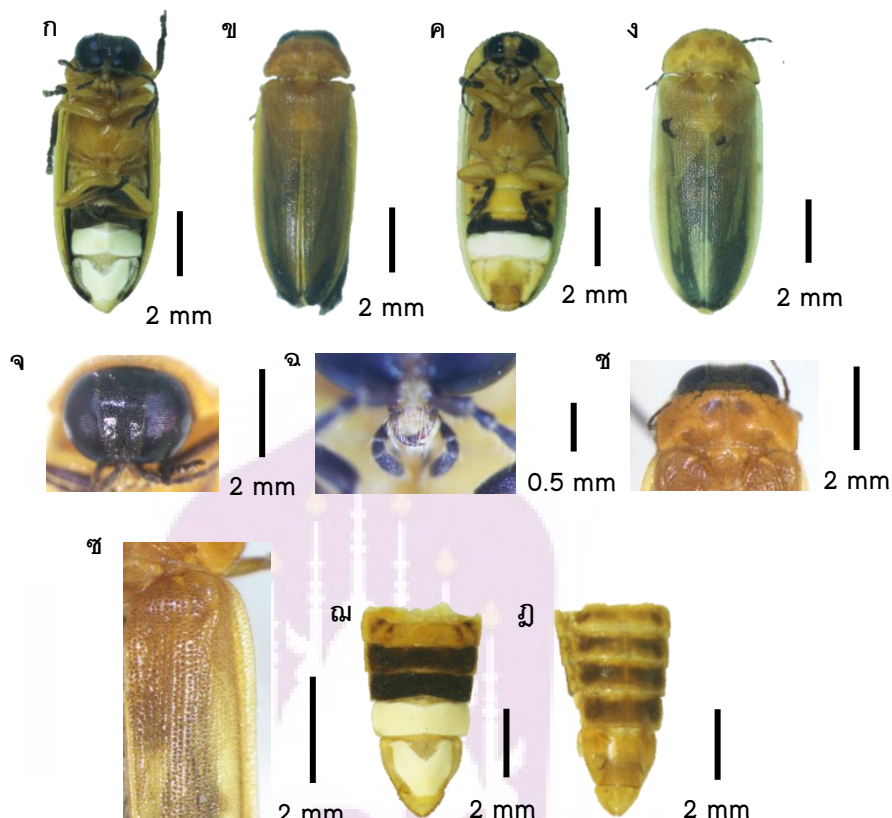
Aedeagus รูปร่างไม่สมมาตร แบ่งออกเป็น 2 ชั้น มีขนาดสั้นกว่าและแคบกว่า ML ชั้น ML มีลักษณะเรียวไปทางด้านหลังอย่างสม่ำเสมอ โค้งมนและโค้งลงเล็กน้อย ความยาวของ ML มีความยาวเพียงครึ่งหนึ่งของความยาวของ LL (ภาพ 30)



ภาพ 30 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ *Pygoluciola* sp. (ก) aedeagal sheath in ventral view, (ข) aedeagal sheath in dorsal view, (ค) aedeagal sheath in right lateral view, (ง) aedeagus in ventral view, (จ) แผ่นแข็งปลายท้อง (T8)

Sclerotia seriata (Olivier 1891) comb. nov.

เพศผู้มีลำตัวยาวประมาณ 11.12 มม. กว้างประมาณ 3.76 มม. Pronotum มีสีน้ำตาลอมเหลือง หัวมีสีน้ำตาลเข้ม ปีกสีเหลืองอ่อนโปร่งแสง ปลายปีกสีน้ำตาลดำ ออกสีน้ำตาล ขามีสีเหลืองอมน้ำตาล เท้า (tarsus) และแข้ง (tibia) สีน้ำตาลเข้ม ท้องสีน้ำตาลเข้ม ปล้องท้องปล้องที่ 6 และ 7 มีสีเหลืองครีมเป็นอวัยวะผลิตพริบแสง (ภาพ 31)

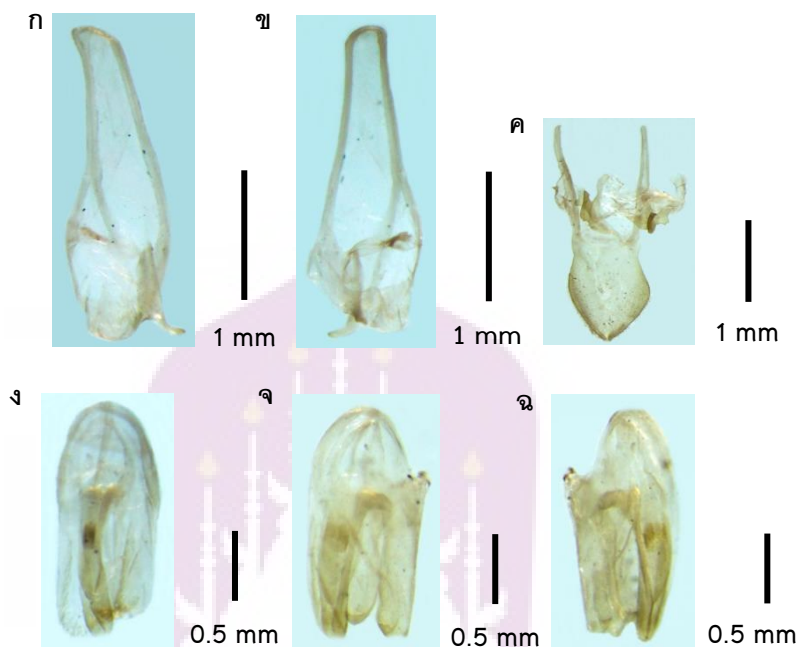


ภาพ 31 หิ้งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้ *Sclerotia seriata* (ก) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Ventral, (ข) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Dorsal, (ค) ตัวเต็มวัยเพศเมีย Ventral, (ง) ตัวเต็มวัยเพศเมีย Dorsal, (จ) หัว(Head), (ฉ) mandible, (ช) pronotum, (ซ) ปีก(elytra), (ฌ) ท้อง (Abdomen in ventral view), (ฎ) ท้อง (Abdomen in dorsal view)

Aedeagal sheath sclerites มีขอบบาง sclerite (ข้างขวา) มีลักษณะเป็นแขนยื่นยาวออก 4 แขน แขนยาวที่สุดมีลักษณะเป็นตัว Y ส่วนแขนสั้นจะอยู่ด้านข้างแขนรูปตัว Y sclerite (ข้างซ้าย) มีแขนยื่นยาว ปลายมีลักษณะโค้งมนและมีรอยปุ่มตรงกลาง ส่วนแขนอีกสามแขนมีขนาดสั้นและปลายแหลม

Aedeagal sheath รูปร่างคล้ายทรงกรวย ฐานกว้างและแคบลงในส่วนปลาย มีเส้นขนแข็งอยู่ด้านขอบของแผ่น ตรงปลายมีลักษณะโค้งมนและเว้า

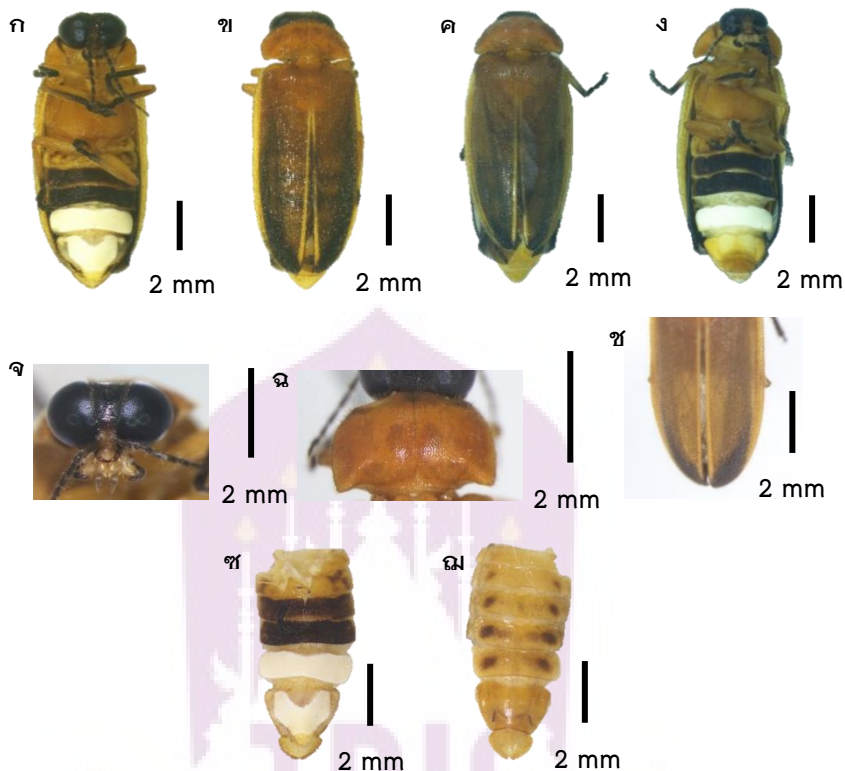
Aedeagus มีฐานโค้งมนแบบครึ่งวงกลม และมีรูป 3 รูป รูปด้านข้าง 2 รูปมีความยาวเท่ากัน รูปกลางส่วนปลายแหลมเล็กน้อย (ภาพ 32)



ภาพ 32 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ *Sclerotia seriata* (ก) aedeagal sheath in dorsal view, (ข) aedeagal sheath in ventral view, (ค) แผ่นแข็งปลายท้อง (T8) (ง) aedeagus in ventral view, (จ) aedeagus in dorsal view, (ฉ) aedeagus in right lateral view

Sclerotia sp.1

เพศผู้ลำตัวยาวประมาณ 8.1–11.65 มม. กว้าง 1.7–3.91 มม. pronotum มีสีส้มเหลือง ปีกมีสีน้ำตาลอ่อนโปร่งแสง ปลายปีกสีดำ ขอบปีกสีเหลืองอ่อน ออกสีเหลือง ปล้องท้องสีเหลือง และมีแถบสีดำ หัวสีดำน้ำตาล หรือน้ำตาลแดง หนวดสีน้ำตาลอ่อน แข้ง (tibia) สีเหลือง เท้า (tarsus) มีสีดำ ปล้องท้องปล้องที่ 6 และ 7 เป็นอวัยวะผลิตแสง ลักษณะพิเศษคือ มีร่องเว้าตื้นๆ ตรงกลางของปล้องที่ 7 ลักษณะคล้ายรูปหัวใจ เพศเมียมีลำตัวยาว 8.2–9.4 มม. กว้าง 3.3–3.6 มม. อวัยวะผลิตแสง อยู่ปล้องท้องปล้องที่ 6 (ภาพ 33)

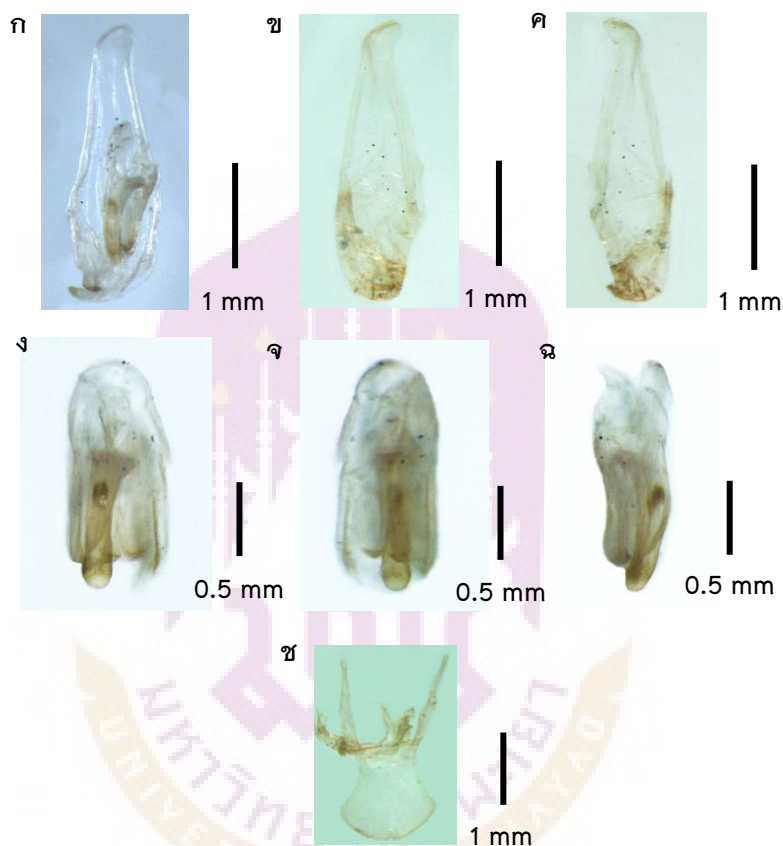


ภาพ 33 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้ *Sclerotia* sp.1 (ก) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Ventral, (ข) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Dorsal, (ค) ตัวเต็มวัยเพศเมีย Ventral, (ง) ตัวเต็มวัยเพศเมีย Dorsal, (จ) หัว (Head), (ฉ) pronotum, (ช) ปีก (elytra), (ซ) ท้อง (Abdomen in ventral view), (ฅ) ท้อง (Abdomen in dorsal view)

Adeagal sheath sclerite มีรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยมแบบฐานกว้างส่วนปลายโค้งมนและเอียงไปทางขวา sclerite (ขวา) มีลักษณะเป็นแผ่นแข็งสามชั้น ชั้นที่หนึ่งและสองโค้งงอและมีปลายแหลม ชั้นที่สามมีปลายกลมและเว้าตรงกลาง sclerite (ซ้าย) มีลักษณะเหมือนแขนกลมยาวมีสามชั้น

Adeagal sheath ลักษณะเป็นแผ่นแข็งยาวคล้ายช้อน ปลายโค้งมนมีลักษณะงอเล็กน้อย มองจากด้านหลังจะเห็นร่องเว้าตรงกลางแผ่น

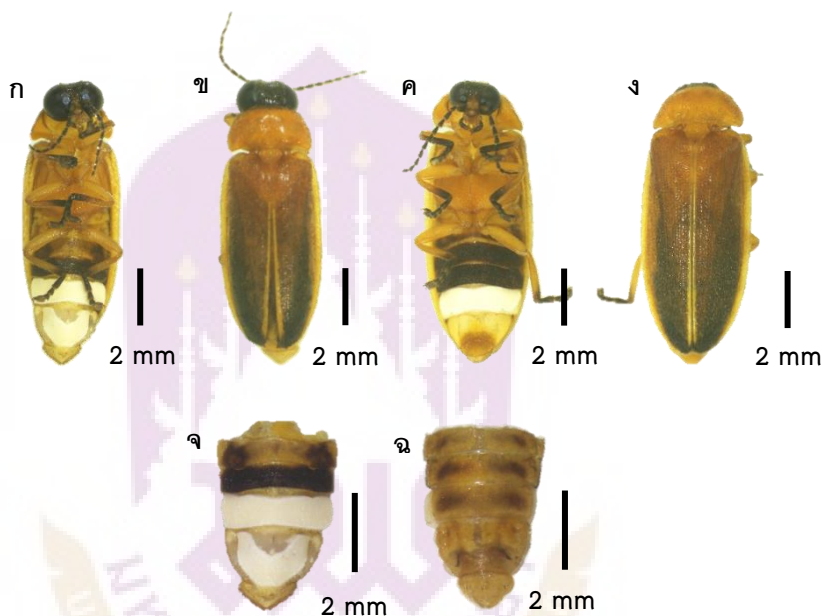
Aedeagus ลักษณะรี ยาว ปลายกลม รูปร่างไม่สมมาตร BP มีลักษณะเป็นครึ่งวงกลม แบ่งออกเป็นรูป 3 รูปติดกัน ML มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมอยู่ตรงกลางและ LL อยู่ด้านข้างอีก 2 รูป โดยรูปขวายาวกว่ารูปซ้าย ความยาวของ ML จะยาวกว่า LL (ภาพ 34)



ภาพ 34 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ *Sclerotia* sp.1 (ก) male genitalia in ventral view, (ข) aedeagal sheath in ventral view, (ค) aedeagal sheath in dorsal view, (ง) aedeagus in ventral view, (จ) aedeagus in dorsal view, (ฉ) aedeagus in right lateral view, (ช) แผ่นแข็งปลายท้อง (T8)

Sclerotia sp.2

ตาประกอบ (compound eyes) มีขนาดใหญ่มีดำ หนวดเป็นแบบเส้นด้าย (filiform) pronotum สีเหลืองอ่อนอมน้ำตาล ปีกสีน้ำตาลอ่อน ขอบปีกจะมีสีขีดหรือสีน้ำตาลอ่อนจางๆ ตรงโคนปีกและปลายปีกมีสีน้ำตาลดำ เพศเมียปีกแข็งด้านนอกจะยาวกว่าเพศผู้ ปล้องท้องปล้องที่ 5 มีสีน้ำตาล ปล้องท้องปล้องที่ 6 และ 7 มีสีเหลืองครีมเป็นบริเวณผลิตแสง ลักษณะพิเศษคือ มีร่องเว้าตื้นๆตรงกลางของปล้องที่ 7 ลักษณะคล้ายรูปหัวใจ (ภาพ 35)

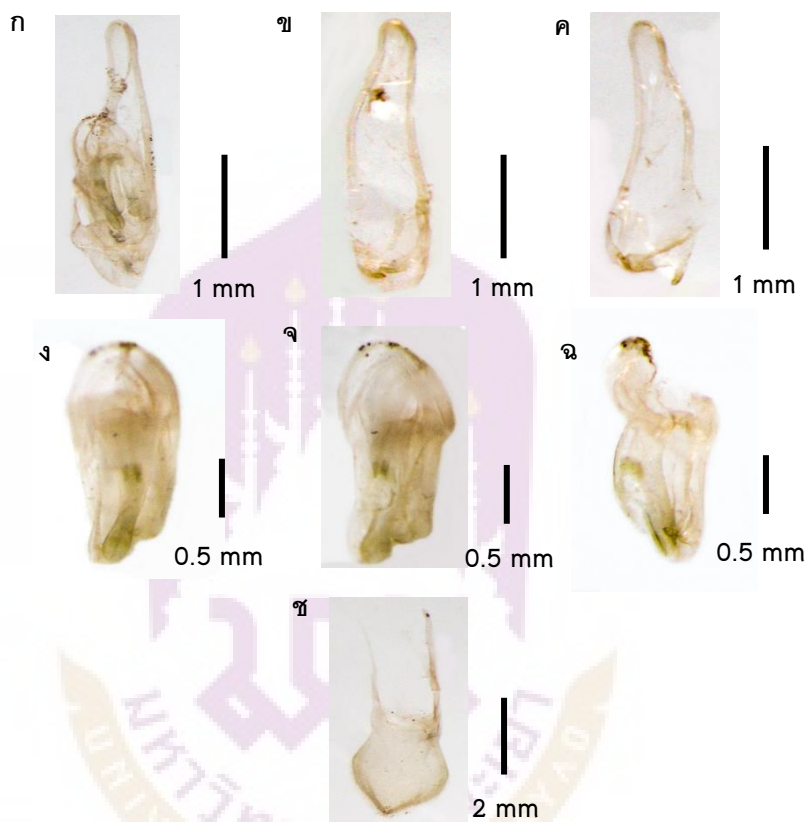


ภาพ 35 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้ *Sclerotia* sp.2 (ก) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Ventral, (ข) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Dorsal, (ค) ตัวเต็มวัยเพศเมีย Ventral, (ง) ตัวเต็มวัยเพศเมีย Dorsal, (จ) ท้อง (Abdomen in ventral view), (ฉ) ท้อง (Abdomen in dorsal view)

Adeagal sheath sclerite รูปร่างคล้ายสามเหลี่ยมมีฐานกว้าง ปลายโค้งมนและงอ ด้านล่างของ Adeagal sheath แบ่งออกเป็นข้างซ้ายและข้างขวา โดยที่ด้านขวามีแผ่นลักษณะเป็น 3 แฉก

Adeagal sheath รูปร่างทรงกระบอกแบบไม่สมมาตร มีรูปร่างโค้ง และขอบหนา ปลายแผ่นโค้งมน

Aedeagus ส่วนฐานรี และกลม มีลูป 3 ลูปติดกัน ML ตรงกลาง มีลักษณะยาว กลม ปลายโค้งมนและมีช่วงกลางลูปโค้งงอ LL อยู่ด้านข้างข้างละ 1 ลูป ความยาวของลูปข้างกับลูปกลางจะไม่เท่ากัน โดยความยาวของ ML จะยาวกว่า LL (ภาพ 36)

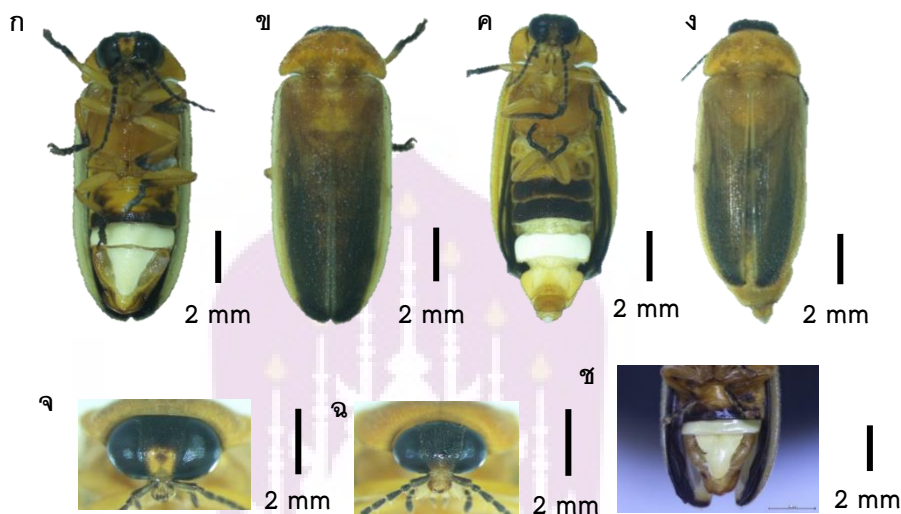


ภาพ 36 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ *Sclerotia* sp.2 (ก) male genitalia in ventral view, (ข) aedeagal sheath in ventral view, (ค) aedeagal sheath in dorsal view, (ง) aedeagus in ventral view, (จ) aedeagus in dorsal view, (ฉ) aedeagus in left lateral view, (ช) แผ่นแข็งปลายท้อง (T8)

Triangulara fronoflava

เพศผู้ลำตัวยาวประมาณ 14.01 มม. กว้างประมาณ 3.40 มม. ตาเป็นตาประกอบ (compound eyes) มีลักษณะกลมมน pronotum มีสีเหลืองอมน้ำตาล ปีกแข็งมีสีน้ำตาล ปลายปีกสี

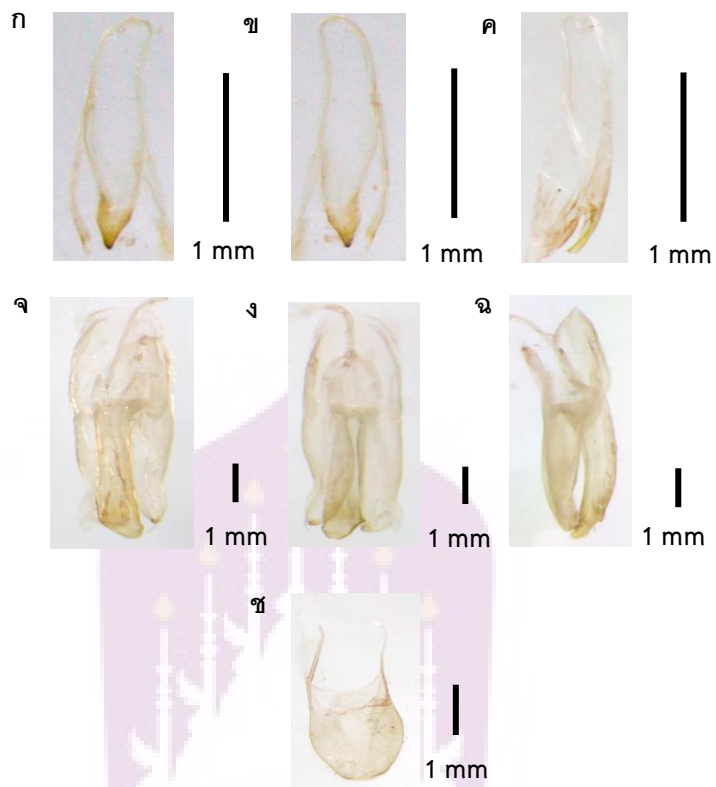
ตัว มีร่องยาวเป็นแถวตามแนวของปีก แต่ร่องแถวมีความกว้างไม่สม่ำเสมอ ไม่เท่ากัน ขอบปีกมีสีเหลืองแต่ไม่ครอบคลุมทั้งปีก ขามีสีเหลืองอมน้ำตาล เท้า (tarsus) และแข้ง (tibia) สีน้ำตาลเข้ม ปลายเท้าแบบตะขอมี 1 คู่ อวัยวะผลิตแสงอยู่ปล้องท้องปล้องที่ 6 และ 7 ลักษณะพิเศษคือปล้องท้องปล้องที่ 7 มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม (ภาพ 37)



ภาพ 37 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้ *Triangulara fronoflava* (ก) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Ventral, (ข) ตัวเต็มวัยเพศผู้ Dorsal, (ค) ตัวเต็มวัยเพศเมีย Ventral, (ง) ตัวเต็มวัยเพศเมีย Dorsal, (จ-ฉ) หัว (Head), (ช) อวัยวะผลิตแสง (light organs)

Adeagal sheath รูปร่างทรงกระบอกรี ยาวรูปร่างโค้ง และขอบหนา ปลายแผ่นโค้งมน ส่วนฐานมีลักษณะเป็นแบบสามเหลี่ยมปลายแหลมแบบไม่สมมาตร มีสีเข้ม

Adeagus มีลักษณะรี ยาว แบ่งออกเป็นรูป 3 รูปติดกัน ML ตรงกลาง มีลักษณะยาวกลม ปลายโค้งมน LL อยู่ด้านข้างข้างละ 1 รูป มีปลายที่โค้งปิดงอ ความยาวของรูปข้างกับรูปกลางจะไม่เท่ากัน (ภาพ 38)



ภาพ 38 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ *Triangulara fronoflava* (ก) aedeagal sheath in ventral view, (ข) aedeagal sheath in dorsal view (ค) aedeagal sheath in left lateral view, (ง) aedeagus in ventral view, (จ) aedeagus in dorsal view, (ฉ) aedeagus in right lateral view, (ช) แผ่นแข็งปลายท้อง (T8)

4.3 การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ

4.3.1 ดัชนีความหลากหลาย (Shannon Wiener's Index) ในพื้นที่ศึกษา ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม 2562

จากการศึกษาค่าดัชนีความหลากหลาย (Shannon Wiener's Index) ทั้ง 5 สถานีศึกษา ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2561 ถึงเดือนตุลาคม 2562 ผลการศึกษาพบว่า สถานีที่ 5 ในเดือนมิถุนายน 2562 มีความหลากหลายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (1.525) และสถานี 4 ในเดือนมิถุนายน 2562 มีความหลากหลายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยน้อยที่สุด (0.500)

สถานีที่ 1 ตลอดการศึกษาพบว่า ไม่มีความหลากหลายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย เนื่องจากพบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพียงชนิดเดียว

สถานีที่ 2 ตลอดการศึกษาพบว่า พบว่าในเดือนตุลาคม 2562 มีความหลากหลายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (0.598) ส่วนเดือนกันยายน 2562 มีความหลากหลายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยน้อยที่สุด (0.530)

สถานีที่ 3 ตลอดการศึกษาพบว่า พบว่าในเดือนมิถุนายน 2562 มีความหลากหลายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย (1.168) เพียงเดือนเดียว

สถานีที่ 4 ตลอดการศึกษาพบว่า พบว่าในเดือนมิถุนายน 2562 มีความหลากหลายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย (0.500) เพียงเดือนเดียว

สถานีที่ 5 ตลอดการศึกษาพบว่า พบว่าในเดือนมิถุนายน 2562 มีความหลากหลายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (1.525) ส่วนเดือนกรกฎาคม 2562 มีความหลากหลายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยน้อยที่สุด (1.003) (ตาราง 4)

ตาราง 4 ดัชนีความหลากหลายของแซนนอน-ไวน์เนอร์ (Shannon-wiener's Index)
เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2562

	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
มิถุนายน	0.000		1.168	0.500	1.525
กรกฎาคม	0.000	0.000	0.000	0.000	1.003
กันยายน		0.530	0.000	0.000	0.000
ตุลาคม		0.598			0.000
พฤศจิกายน			0.000		0.000

4.3.2 ดัชนีความมากมาย (richness index) ในพื้นที่ศึกษา ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม 2562

จากการศึกษาดัชนีความมากมายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย ทั้ง 5 สถานีศึกษา ช่วงเดือนเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม 2562 ผลการศึกษาพบว่า สถานี 5 ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 มีดัชนีความมากมายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (1.500) และสถานี 2 ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 มีดัชนีความมากมายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยน้อยที่สุด (0.330)

สถานีที่ 1 ตลอดการศึกษาพบว่า ไม่มีความมากมายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย เนื่องจากพบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพียงชนิดเดียว

สถานีที่ 2 ตลอดการศึกษาพบว่า ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 มีความมากมายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (0.308) และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 มีความมากมายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยน้อยที่สุด (0.330)

สถานีที่ 3 ตลอดการศึกษาพบว่า ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 มีความมากมายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (0.510) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 มีความมากมายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยน้อยที่สุด (0.460)

สถานีที่ 4 ตลอดการศึกษาพบว่า ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 มีความมากมายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย (0.350) เพียงเดือนเดียว

สถานีที่ 5 ตลอดการศึกษาพบว่า ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 มีความมากชนิดของ หิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (1.500) และเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 มีความมากชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยน้อยที่สุด (1.070) (ตาราง 5)

ตาราง 5 ดัชนีความมากชนิด (richness index) ในพื้นที่ศึกษา ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม 2562

	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
มิถุนายน	0.000		0.000	0.350	1.500
กรกฎาคม	0.000	0.720	0.460	0.000	0.820
สิงหาคม	0.000	0.000	0.510	0.000	1.070
กันยายน		0.540	0.000		0.000
ตุลาคม		0.330			0.000
พฤศจิกายน			0.000		0.000

4.3.3 ดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index) ในพื้นที่ศึกษา ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม 2562

จากการศึกษาความสม่ำเสมอของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยทั้ง 5 สถานีศึกษา ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม 2562 ผลการศึกษาพบว่า สถานี 5 ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 หิ่งห้อยตัวเต็มวัย มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอมากที่สุด (0.450) และสถานี 2 ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ น้อยที่สุด (0.196)

สถานีที่ 1 ตลอดการศึกษาพบว่า ไม่มีค่าความสม่ำเสมอของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย เนื่องจากพบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพียงชนิดเดียว

สถานีที่ 2 ตลอดการศึกษาพบว่า ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอมากที่สุด (0.308) และเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ น้อยที่สุด (0.196)

สถานีที่ 3 ตลอดการศึกษาพบว่า ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ (0.258) และเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอที่น้อยที่สุด (0.197)

สถานีที่ 4 ตลอดการศึกษาพบว่า ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ (0.311) เพียงเดือนเดียว

สถานีที่ 5 ตลอดการศึกษาพบว่า ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอมากที่สุด (0.450) และเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอที่น้อยที่สุด (0.425) (ตาราง 6)

ตาราง 6 ดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index) ในพื้นที่ศึกษา ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม 2562

	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
มิถุนายน	0.000		0.258	0.311	0.438
กรกฎาคม	0.000	0.000	0.251	0.000	0.450
สิงหาคม	0.000	0.000	0.197	0.000	0.425
กันยายน		0.196	0.000	0.000	0.000
ตุลาคม		0.308			0.000
พฤศจิกายน			0.000		0.000

4.3.4 ความชุกชุมของชนิด (Abundance) ในพื้นที่ศึกษา ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม 2562

จากการศึกษาความชุกชุมของชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยทั้ง 5 สถานีศึกษา ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม 2562 ผลการศึกษาพบว่า สถานี 5 ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีความชุกชุมของชนิดมากที่สุด (91.667) และสถานี 1 ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีความชุกชุมของชนิดน้อยที่สุด (8.333)

สถานีที่ 1 ตลอดการศึกษาพบว่า ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 หิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีความชุกชุมของชนิด (8.333) เพียงเดือนเดียว

สถานีที่ 2 ตลอดการศึกษาพบว่า ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 หิ้งห้อยตัวเต็มวัยมีความชุกชุมของชนิดมากที่สุด (83.333) และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 หิ้งห้อยตัวเต็มวัยมีความชุกชุมของชนิดน้อยที่สุด (58.333)

สถานีที่ 3 ตลอดการศึกษาพบว่า ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 หิ้งห้อยตัวเต็มวัยมีความชุกชุมของชนิดมากที่สุด (41.667) และเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 หิ้งห้อยตัวเต็มวัยมีความชุกชุมของชนิดน้อยที่สุด (25.000)

สถานีที่ 4 ตลอดการศึกษาพบว่า ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 หิ้งห้อยตัวเต็มวัยมีความชุกชุมของชนิด (33.330) เพียงเดือนเดียว

สถานีที่ 5 ตลอดการศึกษาพบว่า ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 หิ้งห้อยตัวเต็มวัยมีความชุกชุมของชนิดมากที่สุด (91.667) และเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 หิ้งห้อยตัวเต็มวัยมีความชุกชุมของชนิดน้อยที่สุด (16.667) (ตาราง 7)

ตาราง 7 ความชุกชุมของชนิด (Abundance) ในพื้นที่ศึกษา ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม 2562

	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
มิถุนายน	0.000		0.000	33.330	91.667
กรกฎาคม	8.333	0.000	41.667	0.000	75.000
สิงหาคม	0.000	0.000	0.000	0.000	83.333
กันยายน		83.333	25.000	0.000	0.000
ตุลาคม		58.333			33.333
พฤศจิกายน			0.000		16.667

4.3.5 ดัชนีความคล้ายคลึง (similarity index)

ดัชนีความคล้ายคลึง (ร้อยละ) ของหิ้งห้อยตัวเต็มวัยเปรียบเทียบแต่ละสถานีศึกษา ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562

จากการศึกษาความคล้ายคลึงของหิ้งห้อยตัวเต็มวัยทั้ง 5 สถานีศึกษา ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 พบดัชนีความคล้ายคลึงอยู่ที่ร้อยละ 50.00 ระหว่างสถานี

ที่ 1 กับสถานีอย่างอื่นที่ 2 และสถานีที่ 3 กับสถานีที่ 5 พบดัชนีความคล้ายคลึงอยู่ที่ร้อยละ 50.00 (ตาราง 8)

ตาราง 8 แสดงค่าร้อยละความคล้ายของชนิดหึ่งห้อยตัวเต็มวัยเปรียบเทียบระหว่าง สถานีศึกษา ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2561 – ตุลาคม 2562

สถานีศึกษา	1	2	3	4	5
1		●			
2	50.00				
3	40.00	28.57			●
4	0.00	0.00	33.33		
5	22.22	36.36	50.00	40.00	

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ ■ > 70 % , ● = 70 - 50 % , □ < 50 %

4.4 ปัจจัยทางนิเวศวิทยา

4.4.1 พืชพรรณในพื้นที่บริเวณแหล่งน้ำ

ในการศึกษาพรรณพืช ได้ใช้แปลงขนาดพื้นที่ 4 x 4 เมตรจำนวน 10 แปลง ทำการ สุ่มเลือกแต่ละจุดอยู่ใกล้แหล่งน้ำในแต่ละพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นแหล่งที่พบหึ่งห้อย โดยวัดตามขอบน้ำ ออกมา 10 เมตร แต่ละจุดห่างกันอย่างน้อย 20-50 เมตร (ปัทมา, 2557) พบว่าทั้ง 5 สถานีศึกษา มีพรรณพืช 51 ชนิด 24 วงศ์ โดยพบพืชวงศ์ POACEAE มากที่สุด พรรณพืชที่มีความหนาแน่น สัมพัทธ์มากที่สุด คือ หญ้าคา (*Imperata cylindrical*) ไผยราบ (*Mimosa pudica*) และปิ่นนกลี (*Bidens pilosa*) ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์เท่ากับ 15.53 13.24 และ 12.76 พรรณพืชที่ พบความหนาแน่นสัมพัทธ์บริเวณสถานีที่ 1 มากที่สุด คือ หญ้าแพรก (*Cynodon dactylon*) สถานีที่ 2 พบความหนาแน่นสัมพัทธ์ของหญ้าข้าวนก (*Echinochloa colona*) มากที่สุด สถานีที่ 3 พบความ หนาแน่นสัมพัทธ์ของปิ่นนกลี (*Bidens pilosa*) มากที่สุด สถานีที่ 4 พบความหนาแน่นสัมพัทธ์ของ หญ้าคา (*Imperata cylindrical*) มากที่สุด และสถานีที่ 5 พบความหนาแน่นสัมพัทธ์ของไผยราบ (*Mimosa pudica*) มากที่สุด (8.41 11.38 12.76 15.53 และ 13.24 ตามลำดับ) (ตาราง 9)

ตาราง 9 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของพรรณพืชใกล้แหล่งน้ำบริเวณสถานีศึกษา

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ประเภท พืช	ความหนาแน่นสัมพัทธ์				
				สถานี 1	สถานี 2	สถานี 3	สถานี 4	สถานี 5
ตะขบ	<i>Muntingia calabura</i>	TILICEAE	ไม้ยืนต้น		0.12	0.08	0.32	
มะเดื่อ	<i>Ficus hispida</i>	MORACEAE	ไม้ยืนต้น			0.16		0.33
ประดู่	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	FABACEAE	ไม้ยืนต้น		0.23			
มะละกอ	<i>Carica papaya</i>	CARICACEAE	ไม้ยืนต้น		0.46		0.32	
จามจุรี	<i>Albizia saman</i>	FABACEAE	ไม้ยืนต้น					0.27
ซีเหล็กอเมริกัน	<i>Senna spectabilis</i>	FABACEAE	ไม้ยืนต้น					0.07
จ้าว	<i>Bombax anceps</i>	MALVACEAE	ไม้ยืนต้น		0.12			
สะเดา	<i>Azadirachta indica</i>	MELIACEAE	ไม้ยืนต้น		0.12			
แค	<i>Sesbania grandiflora</i>	FABACEAE	ไม้ยืนต้น		0.12			
เพกา	<i>Oroxylum indicum</i>	BIGNONIACEAE	ไม้ยืนต้น		0.12		0.32	
ผักเลื้อย	<i>Ficus virens</i>	MORACEAE	ไม้ยืนต้น				0.32	
มะกอกป่า	<i>Spondias bipinnata</i>	ANACARDIACEAE	ไม้ยืนต้น				0.32	
มะม่วง	<i>Mangifera indica</i>	ANACARDIACEAE	ไม้ยืนต้น				0.32	
สัก	<i>Tectona grandis</i>	LAMIACEAE	ไม้ยืนต้น			1.20	1.62	0.20
กระถิน	<i>Leucaena leucocephala</i>	FABACEAE	ไม้พุ่ม			0.48	2.27	1.00
ไผ่	<i>Gigantochloa albociliata</i>	POACEAE	ไม้พุ่ม	4.49		0.32	0.65	0.40
ปอเต่า	<i>Colona floribunda</i>	MALVACEAE	ไม้พุ่ม			1.44		1.20

ตาราง 9 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของพรรณพืชใกล้แหล่งน้ำบริเวณสถานีศึกษา (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ประเภทพืช	ความหนาแน่นสัมพัทธ์				
				สถานี 1	สถานี 2	สถานี 3	สถานี 4	สถานี 5
นางแย้มป่า	<i>Clerodendrum infortunatum</i>	LAMIACEAE	ไม้ล้มลุก			1.75	8.09	2.14
มะเขือเปราะ	<i>Chionanthus parkinsonii</i>	OLEACEAE	ไม้ล้มลุก		0.58			
ปอเทือง	<i>Crotalaria juncea</i>	FABACEAE	ไม้ล้มลุก		2.32		3.88	
กล้วยตานี	<i>Musa balbisiana</i>	MUSACEAE	ไม้ล้มลุก			2.15	2.59	
บอน	<i>Balanophora abbreviata</i>	BALANOPHORACEAE	ไม้ล้มลุก			3.03	4.85	2.41
ผักกูด	<i>Asystasiella neesiana</i>	ACANTHACEAE	ไม้ล้มลุก			3.91	4.53	3.01
เอื้องหมายนา	<i>Cheilocostus speciosus</i>	COSTACEAE	ไม้ล้มลุก			2.07	2.59	
ไมยราบยักษ์	<i>Mimosa pigra</i>	FABACEAE	หญ้า/วัชพืช			3.27	1.29	1.54
ปิ่นนกลี	<i>Bidens pilosa</i>	ASTERACEAE	หญ้า/วัชพืช	6.54	7.55	12.76		6.82
ไมยราบ	<i>Mimosa pudica</i>	FABACEAE	หญ้า/วัชพืช	7.48	4.07	12.76		13.24
สาบเสือ	<i>Chromolaena odorata</i>	ASTERACEAE	หญ้า/วัชพืช	5.98		7.10		5.01
สาบแร้งสาบกา	<i>Ageratum conyzoides</i>	ASTERACEAE	หญ้า/วัชพืช		2.90	3.35	11.97	3.48
หมามุ่ย	<i>Mucuna pruriens</i>	FABACEAE	หญ้า/วัชพืช		0.58	0.96		
ผักคราดหัวแหวน	<i>Sphaeranthus africanus</i>	ASTERACEAE	หญ้า/วัชพืช	2.24	1.39			
ชี่ไถ่ย่าน	<i>Mikania micrantha</i>	ASTERACEAE	หญ้า/วัชพืช	1.50	1.74	2.87	8.09	4.08
หญ้าขจรจบ	<i>Pennisetum glaucum</i>	POACEAE	หญ้า/วัชพืช	4.86	5.46	1.44		
หญ้าคา	<i>Imperata cylindrica</i>	POACEAE	หญ้า/วัชพืช	7.85	7.08	3.91	15.53	10.03
หญ้าแฉม	<i>Eragrostis nutans</i>	POACEAE	หญ้า/วัชพืช	6.54	5.23	9.57		8.56

ตาราง 9 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของพรรณพืชใกล้แหล่งน้ำบริเวณสถานีศึกษา (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ประเภท พืช	ความหนาแน่นสัมพัทธ์				
				สถานี 1	สถานี 2	สถานี 3	สถานี 4	สถานี 5
หญ้าชันกาด	<i>Panicum repens</i>	POACEAE	หญ้า/วัชพืช	1.68	7.20	4.86		4.61
หญ้าแห้วหมู	<i>Cyperus rotundus</i>	CYPERACEAE	หญ้า/วัชพืช	1.50	4.07	3.83		3.41
หญ้าตีนกา	<i>Eleusine indica</i>	POACEAE	หญ้า/วัชพืช	1.50	9.41	5.42		2.81
หญ้าข้าวนก	<i>Echinochloa colona</i>	POACEAE	หญ้า/วัชพืช	5.23	11.38	3.59		3.41
หญ้ารังนก	<i>Chloris barbata</i>	POACEAE	หญ้า/วัชพืช	6.54	9.06	1.99		1.54
หญ้าแพรก	<i>Cynodon dactylon</i>	POACEAE	หญ้า/วัชพืช	8.41	7.20	3.67		10.29
หญ้านมหนอน	<i>Paspalum conjugatum</i>	POACEAE	หญ้า/วัชพืช	2.80	4.07	2.07		1.40
ผักแครด	<i>Synedrella nodiflora</i>	ASTERACEAE	หญ้า/วัชพืช	1.50			10.68	
ตดหมูตดหมา	<i>Paederia pilifera</i>	RUBIACEAE	หญ้า/วัชพืช		0.58		0.65	
กะเม็ง	<i>Eclipta prostrata</i>	ASTERACEAE	หญ้า/วัชพืช					2.07
สันป้ามอญ	<i>Justicia gendarussa</i>	ACANTHACEAE	หญ้า/วัชพืช					1.87
ผักนึ่งหนอง	<i>Ipomoea aquatica</i>	CONVOLVULACEAE	พืชน้ำ	5.23	1.74			2.07
ผักปราบ	<i>Murdannia nudiflora</i>	COMMELINACEAE	พืชน้ำ	2.62	1.39			2.74
ผักตบชวา	<i>Eichhornia crassipes</i>	PONTEDERIACEAE	พืชน้ำ	4.86				
แพงพวย	<i>Ludwigia adscendens</i>	ONAGRACEAE	พืชน้ำ	2.80				
จอก	<i>Pistia stratiotes</i>	ARACEAE	พืชน้ำ	7.85	3.72			
รวม				100	100	100	100	100

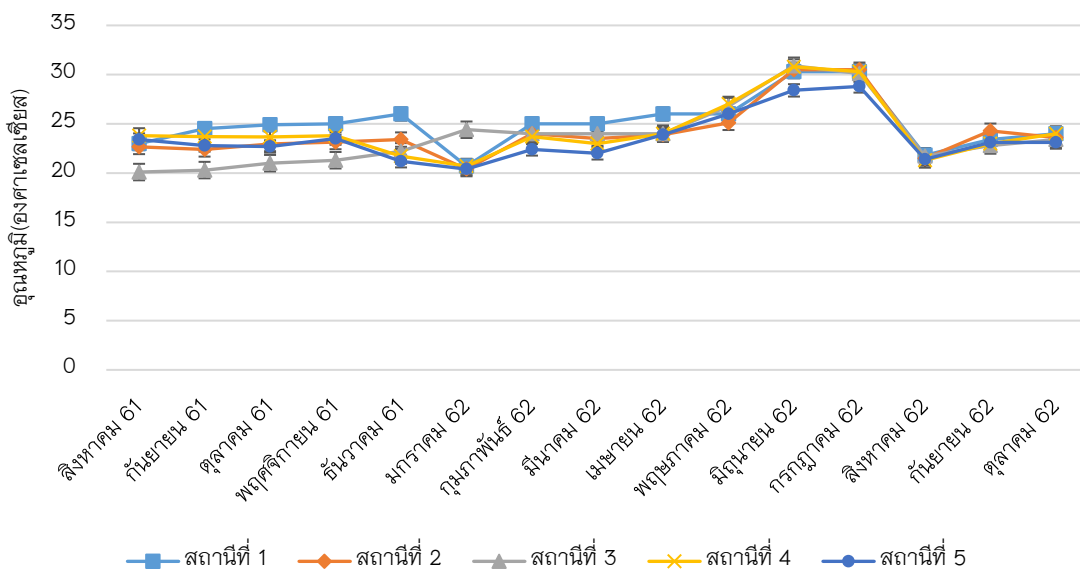
หมายเหตุ: พรรณพืชที่พบความหนาแน่นสัมพัทธ์สูงสุดในแต่ละสถานีศึกษา

4.5 ผลปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำบริเวณสถานีศึกษา ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนตุลาคม 2562

4.5.1 อุณหภูมิของอากาศ (องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในเวลากลางคืนในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 มีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี (24.49 ± 0.39 องศาเซลเซียส) มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน (30.18 ± 1.02 องศาเซลเซียส) และค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนมกราคม (21.32 ± 1.73 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในเวลากลางคืนของสถานีศึกษาทั้ง 5 สถานี ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 โดยสถานีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (25.56 ± 0.77 องศาเซลเซียส) และสถานีที่ 5 มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุด (21.41 ± 1.74 องศาเซลเซียส) และจากการวิเคราะห์สถิติโดยวิธี One-Way ANOVA พบว่าค่า Sig มีค่ามากกว่า 0.05 (Sig = 0.67) ดังนั้นค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในแต่ละสถานีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 39)

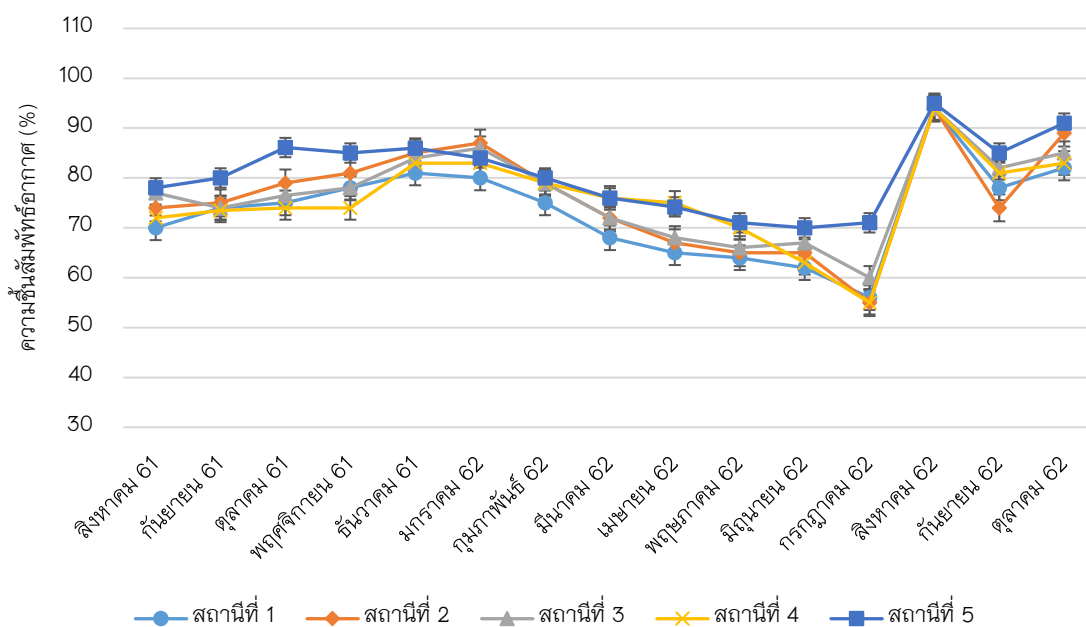


ภาพ 39 กราฟเส้นแสดงอุณหภูมิเฉลี่ย (±SD) ของอากาศในเวลากลางคืน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 – ตุลาคม พ.ศ. 2562

4.5.2 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (เปอร์เซ็นต์)

ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ยในเวลากลางคืน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 มีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี (76.52 ± 3.40 %) มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนสิงหาคม (94.20 ± 0.45 %) และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 (59.40 ± 6.80 %)

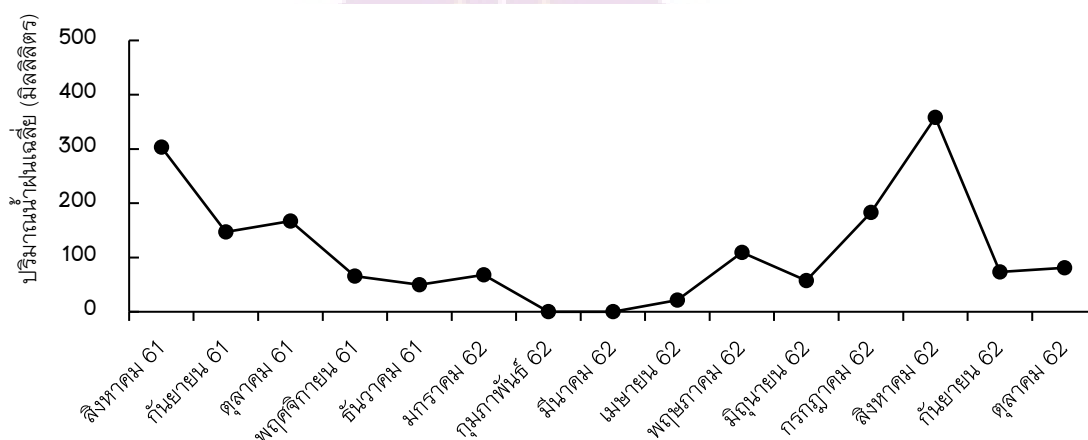
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในอากาศในบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้ง 5 สถานีศึกษา ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 พบว่าสถานีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (78.44 ± 1.74 %) และสถานีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด (70.67 ± 2.25 %) และจากการวิเคราะห์สถิติโดยวิธี One-Way ANOVA พบว่าค่า Sig มีค่ามากกว่า 0.05 (Sig = 0.20) ดังนั้นค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในอากาศในแต่ละสถานีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 40)



ภาพ 40 กราฟเส้นแสดงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (\pm SD) ของอากาศในเวลากลางคืน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 – ตุลาคม พ.ศ. 2562

4.5.3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี (มิลลิเมตร)

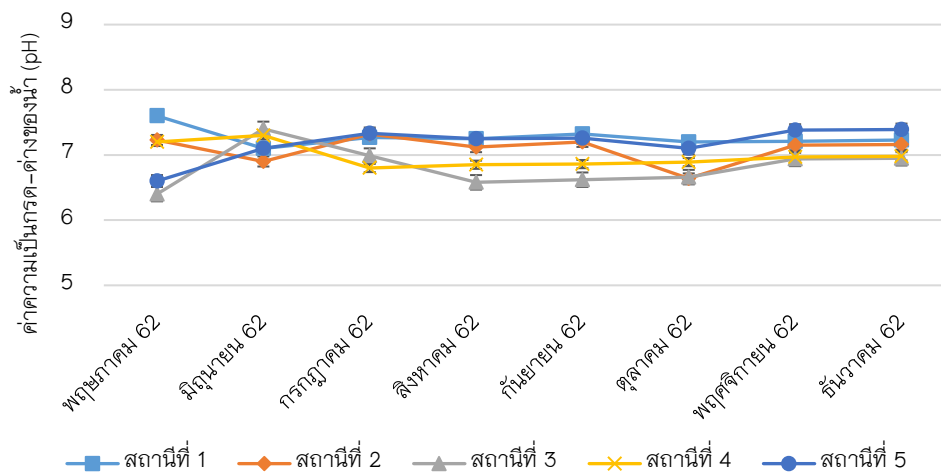
ข้อมูลจากการตรวจวัดปริมาณน้ำฝน ณ สถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ตำบลบ้านต๋อน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปี (122.37 ± 11.01 มิลลิเมตร) โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 (360.00 ± 24.19 มิลลิเมตร) และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 (21.80 ± 3.47 มิลลิเมตร) จากข้อมูลการศึกษาปริมาณน้ำฝนที่ได้รับในพื้นที่ศึกษาพบว่า มีปริมาณน้ำฝนน้อยช่วงระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 – เมษายน พ.ศ. 2562 และมีปริมาณน้ำฝนมากในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 และตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 – สิงหาคม พ.ศ. 2562 (ภาพ 41)



ภาพ 41 กราฟเส้นแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (\pm SD) ของอากาศในเวลากลางคืน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 – ตุลาคม พ.ศ. 2562

4.5.4 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ

ค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยของน้ำ พบว่าเดือนมิถุนายนมีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยของน้ำสูงที่สุด (7.16 ± 0.19) และเดือนตุลาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (6.89 ± 0.25) ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเฉลี่ย แยกตามสถานีศึกษาพบว่า สถานีที่ 1 มีค่าสูงสุด (7.28 ± 0.06) สถานีที่ 3 ความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยน้อยสุด (6.80 ± 0.13) และจากการวิเคราะห์สถิติโดยวิธี One-Way ANOVA พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยของน้ำในสถานีที่ 2 4 และ 5 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสถานีที่ 1 และ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig = 0.013) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 42)

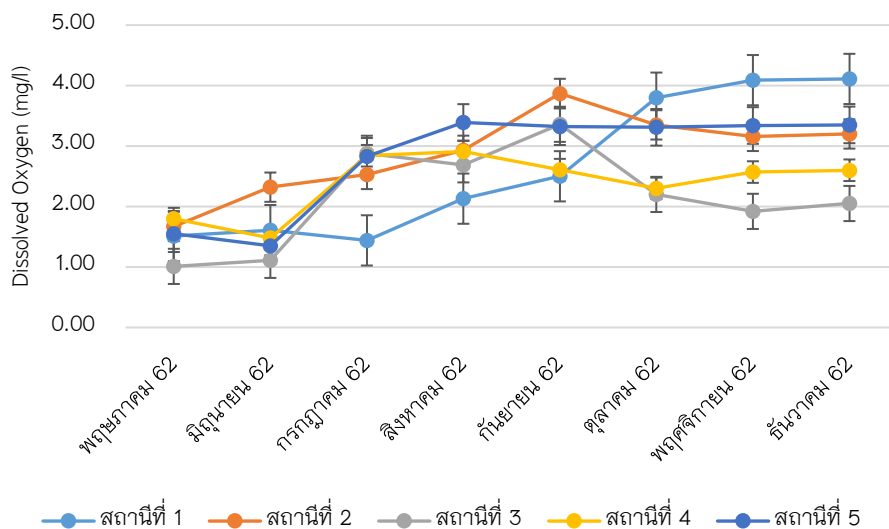


ภาพ 42 กราฟเส้นแสดงความเป็นกรด-ด่างของน้ำเฉลี่ย (\pm SD) ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 – ธันวาคม พ.ศ. 2562

4.5.5 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) เฉลี่ยพบว่า เดือนกันยายนมีค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำเฉลี่ยมากที่สุด (3.13 ± 0.57 มิลลิกรัมต่อลิตร) เดือนพฤษภาคมมีค่าต่ำสุด (1.51 ± 0.30 มิลลิกรัมต่อลิตร)

ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) บริเวณสถานีศึกษาทั้ง 5 สถานี พบว่า สถานีที่ 2 มีค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยสูงที่สุด (2.83 ± 0.34 มิลลิกรัมต่อลิตร) และสถานีที่ 3 มีค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยน้อยที่สุด (2.17 ± 0.34 มิลลิกรัมต่อลิตร) (ภาพ 43)

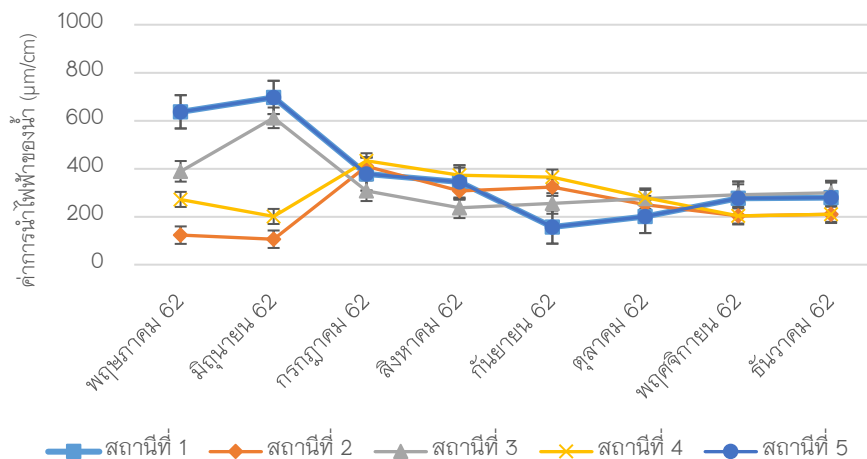


ภาพ 43 กราฟเส้นแสดงค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) เฉลี่ย (\pm SD) ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 – ธันวาคม พ.ศ. 2562

4.5.6 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร)

ผลการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (Conductivity) เฉลี่ย พบว่าเดือนมิถุนายนมีค่าสูงที่สุด (412.80 ± 255.28 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร) และเดือนพฤศจิกายนมีค่าน้อยที่สุด (279.20 ± 88.68 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร)

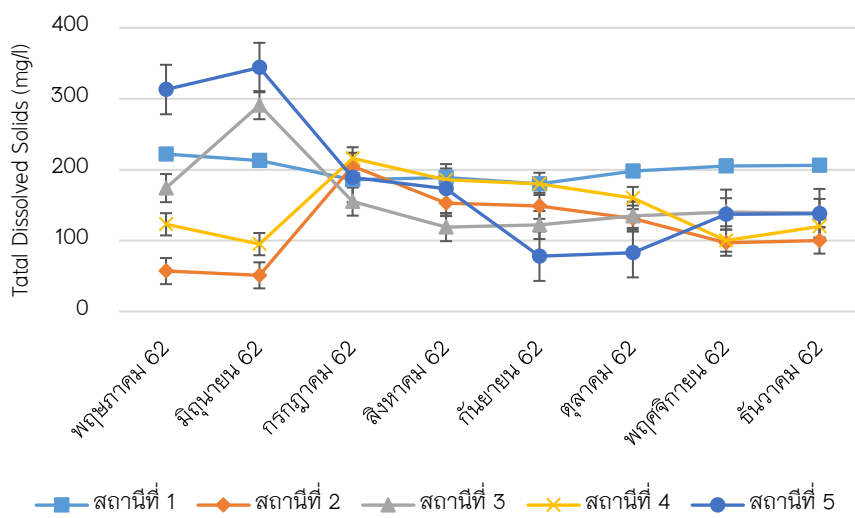
ผลการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (Conductivity) บริเวณสถานีศึกษาทั้ง 5 สถานี พบว่าสถานีที่ 1 มีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเฉลี่ยมากที่สุด (410 ± 16.89 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร) และสถานีที่ 2 มีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเฉลี่ยน้อยที่สุด (246.14 ± 41.71 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร) (ภาพ 44)



ภาพ 44 กราฟเส้นแสดงค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (Conductivity) เฉลี่ย (\pm SD) ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2562 – ธันวาคม พ.ศ. 2562

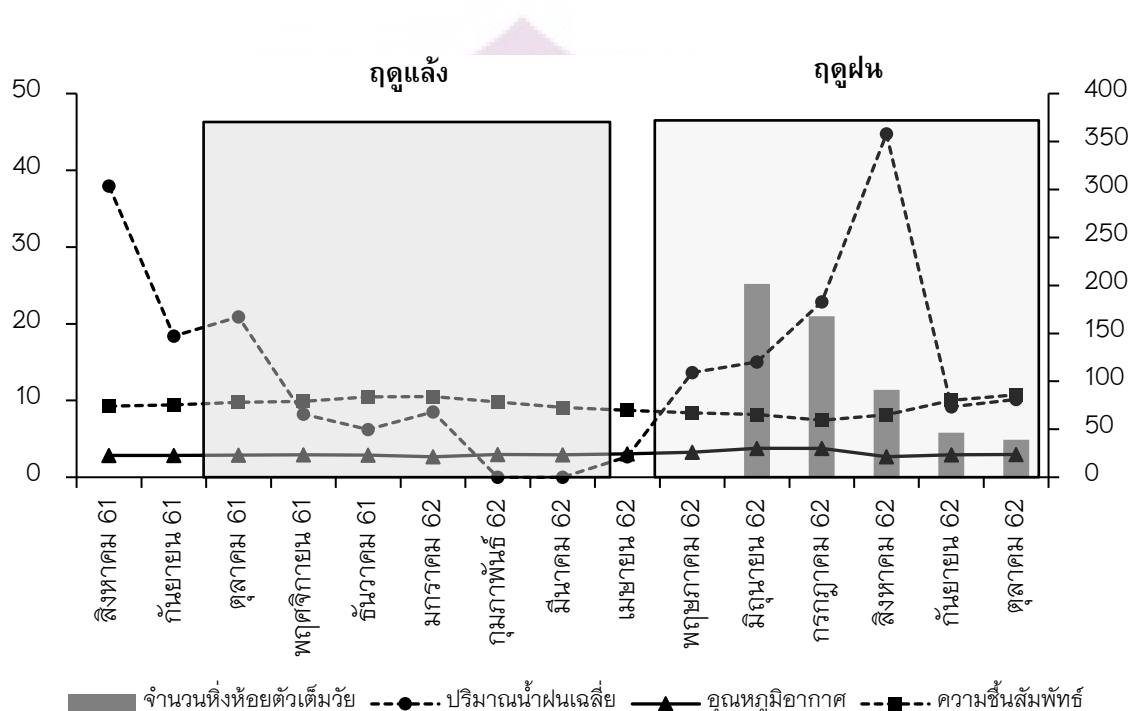
4.5.7 ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)

ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids) เฉลี่ย พบว่าเดือนมิถุนายนมีค่าสูงสุด (198.80 ± 124.90 มิลลิกรัมต่อลิตร) และเดือนตุลาคมมีค่าต่ำที่สุด (141.40 ± 42.16 มิลลิกรัมต่อลิตร) และสถานีที่ 1 มีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดเฉลี่ยมากที่สุด (199.00 ± 5.76 มิลลิกรัมต่อลิตร) และสถานีที่มีค่าน้อยที่สุดคือสถานีที่ 2 (120.43 ± 21.01 มิลลิกรัมต่อลิตร) (ภาพ 45)



ภาพ 45 กราฟเส้นแสดงค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids) เฉลี่ย (\pm SD) ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 – ธันวาคม พ.ศ. 2562

ฤดูแล้งช่วงเดือนกันยายน 61 ถึงเดือนมีนาคม 62 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อย และไม่พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัย ส่วนฤดูฝนในช่วงเดือนพฤษภาคม 62 ถึงเดือนตุลาคม 62 พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเดือนสิงหาคม 62 มีค่าสูงสุด (360.00 ± 24.19 มิลลิเมตร) สัมพันธ์กับปริมาณความชุกของหิ่งห้อยที่เพิ่มสูงขึ้นในเดือนมิถุนายน 62 (25.20 ± 20.69 ตัว) และจะลดลงตามค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม (12.00 ± 6.93 ตัว) เดือนสิงหาคม (11.40 ± 7.73 ตัว) เดือนกันยายน (9.40 ± 8.17 ตัว) และเดือนตุลาคม (5.80 ± 4.10 ตัว) (ภาพ 46)



ภาพ 46 กราฟข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ อุณหภูมิอากาศและ ความชุกของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 – ตุลาคม พ.ศ. 2562

4.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation coefficient)

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหิ้งห้อยตัวเต็มวัยกับปัจจัยทางกายภาพ ประกอบด้วย ความเป็นกรดและด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณของแข็งละลายน้ำ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ อุณหภูมิอากาศ สามารถแบ่งความสัมพันธ์ออกได้เป็น 3 รูปแบบดังนี้

รูปแบบที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพ และปัจจัยทางกายภาพ ในแต่ละสถานีศึกษาพบว่าในสถานีที่ 1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง แปรผกผันหรือมีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับสูงกับค่าการนำไฟฟ้า ($r = -.859^*$, $p < 0.05$) และค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำ ($r = -.857^*$, $p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำ ($r = .975^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ และค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศมีความสัมพันธ์เชิงลบหรือแปรผกผันในระดับสูงกับค่าอุณหภูมิอากาศ ($r = -.904^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ สถานีที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำ ($r = .994^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ และค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศมีความสัมพันธ์เชิงลบหรือแปรผกผันในระดับสูงกับค่าอุณหภูมิอากาศ ($r = -.946^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ สถานีที่ 3 ค่าความเป็นกรด-ด่างมีความสัมพันธ์เชิงลบหรือแปรผกผันในระดับสูงกับค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ($r = -.873^*$, $p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรด-ด่างมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับค่าการนำไฟฟ้า ($r = .895^{**}$, $p < 0.01$) และค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำ ($r = .899^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรด-ด่างมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับค่าอุณหภูมิอากาศ ($r = .780^*$, $p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ($r = .785^*$, $p < 0.05$) และมีความสัมพันธ์เชิงลบหรือแปรผกผันในระดับสูงกับค่าอุณหภูมิอากาศ ($r = -.836^*$, $p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำ ($r = .999^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ และมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับค่าอุณหภูมิอากาศ ($r = .757^*$, $p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับค่าอุณหภูมิอากาศ ($r = .799^*$, $p < 0.05$) ที่ระดับ

ความชื้น 95 เปอร์เซ็นต์ และค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศมีความสัมพันธ์เชิงลบหรือแปรผกผันในระดับสูงกับค่าอุณหภูมิอากาศ ($r = -.952^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความชื้น 99 เปอร์เซ็นต์ สถานีที่ 4 ค่าความเป็นกรด-ด่างมีความสัมพันธ์เชิงลบหรือแปรผกผันในระดับสูงกับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ($r = -.786^*$, $p < 0.05$) ที่ระดับความชื้น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีความสัมพันธ์เชิงลบหรือแปรผกผันในระดับสูงกับค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ($r = .947^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความชื้น 99 เปอร์เซ็นต์และค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศมีความสัมพันธ์เชิงลบหรือแปรผกผันในระดับสูงกับค่าอุณหภูมิอากาศ ($r = -.934^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความชื้น 99 เปอร์เซ็นต์ สถานีที่ 5 ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีความสัมพันธ์เชิงลบหรือแปรผกผันในระดับสูงกับค่าการนำไฟฟ้า ($r = -.781^*$, $p < 0.05$) และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ($r = -.779^*$, $p < 0.05$) ที่ระดับความชื้น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าปริมาณออกซิเจนมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ($r = .956^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความชื้น 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ($r = .998^{**}$, $p < 0.01$) ระดับความชื้น 99 เปอร์เซ็นต์

รูปแบบที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยกับชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยในแต่ละสถานีศึกษาพบว่า สถานีที่ 1 ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหิ่งห้อย สถานีที่ 2 พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Sclerotia seriata* มีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Triangulara fronoflava* ($r = 1.000^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความชื้น 99 เปอร์เซ็นต์ สถานีที่ 3 พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Asymmetricata circumdata* มีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Luciola curtithorax* ($r = 1.000^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความชื้น 99 เปอร์เซ็นต์ สถานีที่ 4 พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Luciola curtithorax* มีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Medeopteryx* sp. ($r = 1.000^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความชื้น 99 เปอร์เซ็นต์ สถานีที่ 5 พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Abscondita chinensis* มีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Luciola curtithorax* ($r = .944^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความชื้น 99 เปอร์เซ็นต์ หิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Aquatica* sp. มีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Asymmetricata circumdata* ($r = 1.000^{**}$, $p < 0.01$) *Medeopteryx* sp. ($r = .997^{**}$, $p < 0.01$) *Sclerotia seriata* ($r = 1.000^{**}$, $p < 0.01$) และ *Triangulara fronoflava* ($r = 1.000^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความชื้น 99 เปอร์เซ็นต์ หิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Asymmetricata circumdata* มีความสัมพันธ์เชิง

บวกรหรือแปรผันตามในระดับสูงกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Medeopteryx* sp. ($r = .997^{**}$, $p < 0.01$) *Sclerotia seriata* ($r = 1.000^{**}$, $p < 0.01$) และ *Triangulara fronoflava* ($r = 1.000^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ หิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Medeopteryx* sp. มีความสัมพันธ์เชิงบวกรหรือแปรผันตามในระดับสูงกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Sclerotia seriata* ($r = .997^{**}$, $p < 0.01$) และ *Triangulara fronoflava* ($r = .997^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ และหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Sclerotia seriata* มีความสัมพันธ์เชิงบวกรหรือแปรผันตามในระดับสูงกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Triangulara fronoflava* ($r = 1.000^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

รูปแบบที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพกับชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย พบว่าสถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพกับชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย สถานีที่ 4 ค่าความเป็นกรดและด่าง มีความสัมพันธ์เชิงบวกรหรือแปรผันตามในระดับสูงกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Luciola curtithorax* ($r = .922^{**}$, $p < 0.01$) และ *Medeopteryx* sp. ($r = .922^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ สถานีที่ 5 ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีความสัมพันธ์เชิงลบหรือแปรผกผันกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Luciola curtithorax* ($r = -.846^*$, $p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์เชิงบวกรหรือแปรผันตามในระดับสูงกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Aquatica* sp. ($r = .903^{**}$, $p < 0.01$) *Asymmetricata circumdata* ($r = .903^{**}$, $p < 0.001$) *Medeopteryx* sp. ($r = .921^{**}$, $p < 0.01$) *Sclerotia seriata* ($r = .903^{**}$, $p < 0.01$) และ *Triangulara fronoflava* ($r = .903^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมีความสัมพันธ์เชิงบวกรหรือแปรผันตามในระดับสูงกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Aquatica* sp. ($r = .888^{**}$, $p < 0.01$) *Asymmetricata circumdata* ($r = .888^{**}$, $p < 0.001$) *Medeopteryx* sp. ($r = .907^{**}$, $p < 0.01$) *Sclerotia seriata* ($r = .888^{**}$, $p < 0.01$) และ *Triangulara fronoflava* ($r = .888^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศมีความสัมพันธ์เชิงลบหรือแปรผกผันในระดับสูงกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Luciola curtithorax* ($r = -.809^*$, $p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าอุณหภูมิอากาศมีความสัมพันธ์เชิงบวกรหรือแปรผันตามในระดับสูงกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Abscondita chinensis* ($r = .987^{**}$, $p < 0.01$) และ *Luciola curtithorax* ($r = .962^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 10)

ตาราง 10 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation coefficient) ของสถานีที่ 1

	pH	DO	EC	TDS	Hum	Temp Air	<i>Abscondita chinensis</i>	<i>Aquatia sp.</i>	<i>Asymmetricata circumdata</i>	<i>Luciola curtithorax</i>	<i>Medeopteryx sp.</i>	<i>Pygaluciola sp.</i>	<i>Sclerotia seriata</i>	<i>Triangulara fronoiflava</i>	<i>Sclerotia sp.1</i>	<i>Sclerotia sp.2</i>
pH																
DO	-.055															
EC	-.859*	.396														
TDS	-.857*	.483	.975**													
Hum	.177	.570	.032	.125												
Temp Air	-.446	-	.324	.258	-.904**											
<i>Abscondita chinensis</i>																
<i>Aquatia sp.</i>																
<i>Asymmetricata circumdata</i>																
<i>Luciola curtithorax</i>																
<i>Medeopteryx sp.</i>																
<i>Pygaluciola sp.</i>																
<i>Sclerotia seriata</i>	.165	-.421	-.350	-	.446	-.491										
<i>Triangulara fronoiflava</i>				.289												
<i>Sclerotia sp.1</i>																
<i>Sclerotia sp.2</i>																

หมายเหตุ : **, : มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์. *, : มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์.

ตาราง 11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation coefficient) ของสถานีที่ 2

	pH	DO	EC	TDS	Hum	Temp Air	<i>Abscondita chinensis</i>	<i>Aquatica sp.</i>	<i>Asymmetricata Circumdata</i>	<i>Luciola curtithorax</i>	<i>Medeopteryx sp.</i>	<i>Pygoluciola sp.</i>	<i>Sclerotia seriata</i>	<i>Triangulara fronoflava</i>	<i>Sclerotia sp.1</i>	<i>Sclerotia sp.2</i>
pH																
DO	-.338															
EC	.516	.098														
TDS	.452	.122	.994**													
Hum	-.295	.650	-.276	-.257												
Temp Air	.073	-.700	.043	.048	-.946**											
<i>Abscondita chinensis</i>																
<i>Aquatica sp.</i>																
<i>Asymmetricata Circumdata</i>																
<i>Luciola curtithorax</i>																
<i>Medeopteryx sp.</i>																
<i>Pygoluciola sp.</i>																
<i>Sclerotia seriata</i>	.259	.073	.293	.202	-.166	-.081										
<i>Triangulara fronoflava</i>	.259	.073	.293	.202	-.166	-.081							1.000**			
<i>Sclerotia sp.1</i>	.493	-.305	.679	.699	-.718	.625							-.0167	-.0167		
<i>Sclerotia sp.2</i>																

หมายเหตุ : **, : มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์. *, : มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์.

ตาราง 12 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation coefficient) ของสถานีที่ 3

	pH	DO	EC	TDS	Hum	Temp Air	<i>Abscondita chinensis</i>	<i>Aquatica sp.</i>	<i>Asymmetricata Circumdata</i>	<i>Luciola curtithorax</i>	<i>Medeopteryx sp.</i>	<i>Pygoluciola sp.</i>	<i>Sclerotia seriata</i>	<i>Triangulara fronoilava</i>	<i>Sclerotia sp.1</i>	<i>Sclerotia sp.2</i>
pH																
DO	-.873*															
EC	.895**	-.681														
TDS	.899**	-.694	.999**													
Hum	-.632	.785*	-.570	-.591												
Temp Air	.780*	-.836*	.757*	.799*	-.952**											
<i>Abscondita chinensis</i>																
<i>Aquatica sp.</i>																
<i>Asymmetricata Circumdata</i>	.173	-.529	-.059	-.023	-.730	.594										
<i>Luciola curtithorax</i>	.173	-.529	-.059	-.023	-.730	.594		1.000**								
<i>Medeopteryx sp.</i>																
<i>Pygoluciola sp.</i>																
<i>Sclerotia seriata</i>	-.394	.255	-.241	-.266	.045	-.235			-.167	-.167						
<i>Triangulara fronoilava</i>																
<i>Sclerotia sp.1</i>																
<i>Sclerotia sp.2</i>																

หมายเหตุ : **, : มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์. *, : มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์.

ตาราง 13 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation coefficient) ของสถานี 4

	pH	DO	EC	TDS	Hum	Temp Air	<i>Abscondita chinensis</i>	<i>Aquatica sp.</i>	<i>Asymmetricata Circumdata</i>	<i>Luciola curtithorax</i>	<i>Medeopteryx sp.</i>	<i>Pygoluciola sp.</i>	<i>Sclerotia seriata</i>	<i>Triangulara fronoflava</i>	<i>Sclerotia sp.1</i>	<i>Sclerotia sp.2</i>
pH																
DO	-.301															
EC	-.742	-.122														
TDS	-.786*	-.081	.985**													
Hum	-.245	.934**	-.241	-.197												
Temp Air	.019	-.947**	.404	.356	-.934**											
<i>Abscondita chinensis</i>																
<i>Aquatica sp.</i>																
<i>Asymmetricata Circumdata</i>																
<i>Luciola curtithorax</i>	.922**	-.489	-.434	-.488	-.483	.261										
<i>Medeopteryx sp.</i>	.922**	-.489	-.434	-.488	-.483	.261				1.000**						
<i>Pygoluciola sp.</i>																
<i>Sclerotia seriata</i>																
<i>Triangulara fronoflava</i>																
<i>Sclerotia sp.1</i>																
<i>Sclerotia sp.2</i>																

หมายเหตุ : **, : มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์. *, : มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์.

ตาราง 14 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation coefficient) ของสถานี 5

	pH	DO	EC	TDS	Hum	Temp Air	<i>Abscondita chinensis</i>	<i>Aquatica sp.</i>	<i>Asymmetricata Circumdata</i>	<i>Luciola curtithorax</i>	<i>Medeopteryx sp.</i>	<i>Pygoluciola sp.</i>	<i>Sclerotia seriata</i>	<i>Triangulara fronoflava</i>	<i>Sclerotia sp.1</i>	<i>Sclerotia sp.2</i>
pH																
DO	.259															
EC	-.373	-.781*														
TDS	-.326	-.779*	.998**													
Hum	.287	.956**	-.674	-.677												
Temp Air	.164	-.684	.172	.191	-.684											
<i>Abscondita chinensis</i>	.270	-.626	.111	.129	-.596	.987**										
<i>Aquatica sp.</i>	-.582	-.660	.903**	.888**	-.638	-.072	-.167									
<i>Asymmetricata Circumdata</i>	-.582	-.660	.903**	.888**	-.638	-.072	-.167	1.000**								
<i>Luciola curtithorax</i>	.076	-.846*	.412	.425	-.809*	.962**	.944**	.167	.167							
<i>Medeopteryx sp.</i>	-.567	-.715	.921**	.907**	-.691	.004	-.091	.997**	.997**	.242						
<i>Pygoluciola sp.</i>	.421	-.089	.118	.127	.207	-.347	-.283	.113	.113	-.245	.092					
<i>Sclerotia seriata</i>	-.582	-.660	.903**	.888**	-.638	-.072	-.167	1.000**	1.000**	.167	.997**	0.113				
<i>Triangulara fronoflava</i>	-.582	-.660	.903**	.888**	-.638	-.072	-.167	1.000**	1.000**	.167	.997**	0.113	1.000**			
<i>Sclerotia sp.1</i>																
<i>Sclerotia sp.2</i>																

หมายเหตุ : **, : มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์. *, : มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์.

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาคความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อยในพื้นที่เกษตรบ้านบัว ตำบลบ้านตุน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ใช้เวลาในการศึกษา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ได้ผลการศึกษาดังนี้

5.1.1 การศึกษาคความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อย

จากการศึกษาลุ่มเก็บตัวอย่างหิ่งห้อยตัวเต็มวัยบนพื้นที่ศึกษาทั้ง 5 สถานี จำนวน 100 ตัวอย่าง จัดจำแนกได้ 1 วงศ์ย่อย (Subfamily) 5 สกุล (Genus) และ 10 ชนิด (Species) โดยพบว่า โดยพบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Sclerotia seriata* มีร้อยละจำนวนชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (27.63%) และ *Sclerotia* sp.2 มีร้อยละจำนวนชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยน้อยที่สุด (1.32%) สถานีที่ 5 พบชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด 8 ชนิด โดยชนิด *Medeoteryx* sp. มีร้อยละจำนวนชนิดหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (34.15%) 14 ตัว และ *Abscondita chinensis* มีร้อยละจำนวนชนิดหิ่งห้อยตัวเต็มวัยน้อยที่สุด (2.44%) 1 ตัว สถานีที่ 1 พบชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยน้อยที่สุด 1 ชนิด คือ *Sclerotia seriata* จำนวน 4 ตัว มีร้อยละจำนวนชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย (100%)

5.1.2 การศึกษาคความชุกของหิ่งห้อย

จากการศึกษาคความชุกของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยทั้ง 5 สถานีศึกษา ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนตุลาคม 2562 จากการศึกษาคพบว่า ในเดือนมิถุนายนพบค่าเฉลี่ยความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (25.20 ± 20.69) และในเดือนตุลาคมพบค่าเฉลี่ยความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเฉลี่ยน้อยที่สุด (5.800 ± 4.10) สถานีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยของความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (11.82 ± 6.76) และสถานีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยน้อยที่สุด 0.76 ± 0.70

5.1.3 การศึกษาคความหลากหลายทางชีวภาพ

ค่าดัชนีความหลากหลายของแซนนอน-ไวน์เนอร์ (Shannon-wiener's Index) ตลอดการศึกษาคพบว่า สถานีที่ 5 ในเดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม มีความหลากหลายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (1.525, 1.003 และ 1.020) และสถานีที่ 4 ในเดือนมิถุนายน มีความหลากหลาย

ของหึ่งห้อยตัวเต็มวัยน้อยที่สุด (1.003) แต่พบว่าในสถานี 1 และสถานีที่ 3 ไม่มีความหลากหลายของมีความหลากหลายของหึ่งห้อยตัวเต็มวัย

ค่าดัชนีความมากชนิดของหึ่งห้อยตัวเต็มวัย (richness index) ตลอดการศึกษาพบว่า ในแต่ละสถานีมีค่าดัชนีความมากชนิดของหึ่งห้อยตัวเต็มวัยที่แตกต่างกัน สถานี 5 เดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม มีค่าดัชนีความมากชนิดของหึ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (1.500, 0.820 และ 1.070) และในเดือนตุลาคม มีค่าดัชนีความมากชนิดของหึ่งห้อยตัวเต็มวัยน้อยที่สุด (0.330) แต่พบว่าในสถานี 1 ไม่มีความมากชนิดของหึ่งห้อยตัวเต็มวัย

ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของหึ่งห้อยตัวเต็มวัย (evenness index) ตลอดการศึกษา พบว่า สถานี 5 ในเดือนกรกฎาคม หึ่งห้อยตัวเต็มวัยมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอมากที่สุด (0.450) แต่พบว่าในสถานี 2 เดือนกันยายน หึ่งห้อยตัวเต็มวัยมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอที่สุด (0.196) ส่วนสถานีที่ 1 และสถานีที่ 3 ไม่มีค่าความสม่ำเสมอของหึ่งห้อยตัวเต็มวัย

ความชุกชุมของชนิดของหึ่งห้อยตัวเต็มวัย (Abundance) ตลอดการศึกษา พบว่า สถานีที่ 5 ในเดือนมิถุนายน หึ่งห้อยตัวเต็มวัยมีความชุกชุมของชนิดมากที่สุด (91.667) ส่วนสถานีที่ 1 ในเดือนกรกฎาคม หึ่งห้อยตัวเต็มวัยมีความชุกชุมของชนิดน้อยที่สุด (8.333)

ดัชนีความคล้ายคลึง (Index of similarity) ของหึ่งห้อยตัวเต็มวัยทั้ง 5 สถานีศึกษา อยู่ที่ร้อยละ 50.00 ระหว่างสถานี 1 กับสถานี 2 และระหว่างสถานี 3 กับสถานี 5 ร้อยละ 50.00

5.1.4 ผลการศึกษาปัจจัยทางชีวภาพ

จากการศึกษาปัจจัยทางชีวภาพพืชพรรณในพื้นที่บริเวณแหล่งน้ำ พบว่าทั้ง 5 สถานีมีพรรณพืช 51 ชนิด 24 วงศ์ โดยพบพืชวงศ์ POACEAE มากที่สุด สถานีที่ 1 มากที่สุด คือ หญ้าแพรก (*Cynodon dactylon*) สถานีที่ 2 พบความหนาแน่นสัมพัทธ์ของหญ้าข้าวนก (*Echinochloa colona*) มากที่สุด สถานีที่ 3 พบความหนาแน่นสัมพัทธ์ของปิ่นนกลี (*Bidens pilosa*) มากที่สุด สถานีที่ 4 พบความหนาแน่นสัมพัทธ์ของหญ้าคา (*Imperata cylindrical*) มากที่สุด และสถานีที่ 5 พบความหนาแน่นสัมพัทธ์ของไมยราบ (*Mimosa pudica*) มากที่สุด (8.41 11.38 12.76 15.53 และ 13.24 ตามลำดับ)

5.1.5 การศึกษาปัจจัยทางกายภาพ

อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยของอากาศในเวลากลางคืน มีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี (24.49 ± 0.39 องศาเซลเซียส) โดยสถานีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (25.56 ± 0.77 องศาเซลเซียส) และสถานีที่ 5 มีอุณหภูมิต่ำสุด

เฉลี่ยต่ำที่สุด (21.41 ± 1.74 องศาเซลเซียส) เดือนมิถุนายนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (30.18 ± 1.02 องศาเซลเซียส) และเดือนมกราคมมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (21.32 ± 1.73 องศาเซลเซียส)

ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ยในเวลากลางคืน โดยสถานีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (78.44 ± 1.74 %) และสถานีที่ 1 มีค่าต่ำสุด (70.67 ± 2.25 %) โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนสิงหาคม (94.20 ± 0.45 %) และต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม (59.40 ± 6.80 %)

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปี (122.37 ± 11.01 มิลลิเมตร) โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 (360.00 ± 24.19 มิลลิเมตร) และต่ำสุดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 (21.80 ± 3.47 มิลลิเมตร)

ค่าความเป็นกรด-เบสเฉลี่ยของน้ำสถานีที่ 1 มีค่าสูงสุด (7.28 ± 0.06) และสถานีที่ 3 ต่ำสุดเท่ากับ (6.80 ± 0.13)

ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) สถานีที่ 3 มีค่าต่ำสุด (29.57 ± 4.57 %) และสถานีที่ 2 มีค่าสูงสุด (38.22 ± 3.71 %)

ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (Conductivity) สถานีที่ 1 มีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเฉลี่ยสูงสุด (410 ± 16.89 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร) และสถานีที่ 2 ต่ำสุด (246.14 ± 41.71 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร)

ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids) สถานีที่ 1 มีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดเฉลี่ยสูงสุด (199.00 ± 5.76 มิลลิกรัม/ลิตร) และสถานีที่ 2 มีค่าต่ำสุด (120.43 ± 21.01 มิลลิกรัม/ลิตร)

5.1.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำ ทางกายภาพ กับชนิด และปริมาณของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยกับปัจจัยทางกายภาพ จากการศึกษพบว่า สถานีที่ 4 ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Luciola curtithorax* ($r = .922^{**}$, $p < 0.01$) และ *Medeopteryx* sp. ($r = .922^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ สถานีที่ 5 ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีความสัมพันธ์เชิงลบหรือแปรผกผันกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Luciola curtithorax* ($r = -.846^*$, $p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Aquatica* sp. ($r = .903^{**}$, $p < 0.01$) *Asymmetricata circumdata* ($r = .903^{**}$, $p < 0.001$) *Medeopteryx* sp. ($r = .921^{**}$, $p < 0.01$) *Sclerotia seriata* ($r = .903^{**}$

, $p < 0.01$) และ *Triangulara fronoflava* ($r = .903^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับ หิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Aquatica* sp. ($r = .888^{**}$, $p < 0.01$) *Asymmetricata circumdata* ($r = .888^{**}$, $p < 0.001$) *Medeopteryx* sp. ($r = .907^{**}$, $p < 0.01$) *Sclerotia seriata* ($r = .888^{**}$, $p < 0.01$) และ *Triangulara fronoflava* ($r = .888^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศมีความสัมพันธ์เชิงลบหรือแปรผกผันในระดับสูงกับ หิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Luciola curtithorax* ($r = -.809^*$, $p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าอุณหภูมิอากาศมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือแปรผันตามในระดับสูงกับ หิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Abcondita chinensis* ($r = .987^{**}$, $p < 0.01$) และ *Luciola curtithorax* ($r = .962^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาพบหิ่งห้อยชนิด *Sclerotia seriata* จำนวนมากที่สุด (27.63%) และสามารถพบหิ่งห้อยชนิดนี้ได้ทั่วไปของประเทศไทย สอดคล้องกับการศึกษาของ Nak-eiam (2015) ซึ่งพบหิ่งห้อยชนิดนี้ที่จังหวัดพะเยา มีรายงานการพบหิ่งห้อยสกุลนี้ในพื้นที่ภาคกลางและภาคอีสานของประเทศไทย ตามรายงานของ Thancharoen (2007) ส่วนชนิด *Medeoteryx* sp. (23.68%) และ *Luciola curtithorax* (15.79%) พบมากรองลงมา *Medeoteryx* sp. เป็นชนิดที่พบมากที่สุดบนสถานีที่ 5 ($C=0.037$) เนื่องจากมีพื้นที่อยู่ติดกับป่าดิบแล้ง มีคลองน้ำไหลผ่าน สอดคล้องกับการศึกษาของ Nak-eiam (2015) ที่สำรวจพบหิ่งห้อยชนิด *Medeoteryx* sp. บริเวณป่าดิบแล้งในพื้นที่จังหวัดเชียงราย อีกทั้งสถานีที่ 5 เป็นบริเวณที่พบความหลากหลายของหิ่งห้อยมากที่สุด ($H'=1.80$) และมีความชุกชุมสูงสุด (11.82 ± 6.76) พื้นที่มีสภาพเป็นป่าดิบมีคลองน้ำไหลจากอ่างเก็บน้ำห้วยแม่ต๋อน ทำให้พื้นที่มีความชื้นสัมพัทธ์อากาศเฉลี่ยสูง (78.44 ± 1.74) และมีอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยต่ำ (23.79 ± 0.76) การกระจายตัวหิ่งห้อยจะพบมากบนพื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง โดยความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อยจะสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และจะพบมากในช่วงต้นของฤดูฝน (นพรัตน์, 2556)

สถานีที่ 1 ไม่มีความหลากหลายของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย และพบเพียงชนิดเดียว อาจเป็นผลมาจากพื้นที่ศึกษาอยู่ใกล้แหล่งชุมชน การรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ แสงไฟจากรถยนต์ แสงไฟจากถนน และแสงไฟจากบ้านเรือน สิ่งเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย (Takeda et al., 2004) โดยหิ่งห้อยเพศเมียจะตอบสนองต่อเพศผู้ด้วยการกระพริบแสง อัตราการตอบสนองของหิ่งห้อยเพศเมียที่สูงขึ้นมีแนวโน้มที่จะเพิ่มความน่าจะเป็นของตัวผู้ที่จะผสมพันธุ์ได้สำเร็จ (Lewis and Wang, 1986) สภาพแวดล้อมที่ได้รับผลกระทบจากแสงไฟ (0.05–0.3 ลักซ์) มีผลทำให้ช่วงเวลาในการเกี้ยวพาราสีและช่วงเวลาที่เพศผู้ซึ่งเพศเมียยืดยาวขึ้น ดังนั้นแสงจึงน่าที่จะส่งผลให้หิ่งห้อยไม่สามารถผสมพันธุ์ได้ในธรรมชาติ (Thancharoen, 2007)

เดือนมิถุนายนมีจำนวนรวมเฉลี่ยความชุกของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุด (25.20 ± 20.69) สอดคล้องกับการศึกษาของ Takeda et al., (2004) พบหิ่งห้อย *Luciola cruciate* มากที่สุดในเดือนมิถุนายน และการศึกษาของวิรัตน์ สมมิตร (2547) พบความชุกชุมของหิ่งห้อย *Pyrocoelia praetexta* มากที่สุดในเดือนมิถุนายนซึ่งเป็นช่วงต้นของฤดูฝน การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลมีผลต่อการปรากฏของหิ่งห้อย (Nak-eiam, 2015) ปริมาณน้ำฝนส่งผลต่อการกระจายตัวของตัวอ่อนหิ่งห้อย กิจกรรมการหาเหยื่อจะเกิดมากขึ้นหลังจากฝนตก (Kakehashi et al., 2014) ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความชื้นสูงขึ้นและอุณหภูมิที่ลดลง เป็นสภาพที่เหมาะสมกับอาหารของตัวอ่อน

ของหิ่งห้อย ได้แก่ หอยน้ำ หอยทาก ใส้เดือน และกิ้งกือ ดังนั้นเมื่อเหยื่อมีจำนวนมากขึ้นจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาของหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อน (Nakeiam, 2015) จำนวนหิ่งห้อยตัวเต็มวัยจะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูฝนและจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูแล้ง (Thancharoen, 2001) ดังนั้นปริมาณน้ำฝนจึงมีความสัมพันธ์กับปริมาณความชุกชุมของหิ่งห้อยที่เพิ่มมากขึ้นในช่วงต้นฤดูฝน

คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำมีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อน (Takeda et al., 2004) หิ่งห้อยในระยะตัวอ่อนเจริญเติบโตได้ดีในแหล่งน้ำที่มี pH ค่อนข้างสูง (6.07–8.46) และค่า DO อยู่ในช่วง 6.26–9.12 ml/l (Takeda et al., 2004) อีกทั้งจำนวนชนิดสัตว์หน้าดิน และจำนวนตัวสัตว์หน้าดิน มีความสัมพันธ์กับค่า pH, DO และ BOD อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p -value < 0.01) (ปัทมา, 2557)

พืชริมฝั่งที่ ลักษณะโครงสร้างของพืชชายฝั่ง และการปกคลุมของพืชคลุมดินเป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมสำคัญที่ส่งผลต่อจำนวนหิ่งห้อยระยะตัวอ่อน อีกทั้งความชื้นของดิน การปกคลุมของพืชเรือนยอดเป็นปัจจัยสำคัญทางสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่ออาหารของหิ่งห้อย (กมลชนก, 2014) หิ่งห้อยในระยะตัวอ่อนจะอาศัยอยู่บริเวณริมฝั่ง บางชนิดตัวอ่อนในระยะสุดท้ายจะคลานออกจากน้ำเพื่อเข้าดักแด้นบนพื้นดินและพัฒนาเป็นตัวเต็มวัย (Thancharoen, 2007) พืชริมฝั่งอาจส่งผลต่อความชุกชุมของหิ่งห้อยเนื่องจากเป็นแหล่งที่สำคัญในการวางไข่ของหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อน เป็นแหล่งพักตัวของหิ่งห้อยในระยะดักแด้ (Pupa) และเป็นที่หลบซ่อนตัวของตัวเต็มวัยในช่วงเวลากลางวัน (Onba, 1988 and The Japanese Firefly Society, 1996) หิ่งห้อยตัวเต็มวัยหลังผสมพันธุ์ มักจะซ่อนตัวอยู่ในที่ปลอดภัย เช่น ใต้ใบไม้เพื่อหลีกเลี่ยงสัตว์นักล่า (Kirton et al., 2012)

จากการศึกษาอาหารของหิ่งห้อยพบ หอยเจดีย์ หอยขม หอยเชอริ หอยทากสยาม ใส้เดือนดิน และกิ้งกือ หอยเจดีย์สามารถเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนได้ในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำต่ำ และเป็นอาหารของหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อน (Ohba, 1988) หิ่งห้อยในระยะตัวอ่อนที่ฟักจากไข่จะกินหอยเชอริ (*Pomaceu canaliculata*) เป็นอาหาร (Thancharoen, 2007) และสภาพพื้นที่ที่มีความชื้นสูงและมีพืชปกคลุมหลากหลายส่งผลต่อการเจริญของหอยฝาเดียว ซึ่งเป็นอาหารหลักของตัวอ่อนหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อน และจำนวนและความชุกชุมของหอยฝาเดียวมีผลต่อต่อความชุกชุมและความอุดมสมบูรณ์ของหิ่งห้อย (Onba, 1988; The Japanese Firefly Society, 1996)

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพและชนิดของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย พบว่าค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณของแข็งละลายน้ำ มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมากกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัย แสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำที่มีสิ่งเจือปนที่

ประกอบด้วยสารแขวนลอยหรือตะกอนแขวนลอย สาหร่ายและจุลินทรีย์จำนวนมาก ซึ่งเป็นแหล่งอาหารของหอยฝาเดียว และหอยฝาเดียวก็เป็นอาหารของหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อน ดังนั้นเมื่ออาหารมีจำนวนมากขึ้นจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาของหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อน (Nak-eiam, 2015) ค่า pH มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมากกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Luciola curtithorax* และ *Medeopteryx* sp. ($r = .922^{**}$, $p < 0.01$) และ ($r = .922^{**}$, $p < 0.01$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าหิ่งห้อยทั้ง 2 ชนิดนี้จะตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมหรือปัจจัยบางประการที่คล้ายคลึงกัน ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีความสัมพันธ์เชิงลบหรือแปรผกผันกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยชนิด *Luciola curtithorax* ($r = -.846^*$, $p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานของ ปัทมา บุญทิพย์ (2557) ที่พบว่าค่า DO และจำนวนสัตว์หน้าดิน มีความสัมพันธ์กับจำนวนของหิ่งห้อยอย่างมีนัยสำคัญ อาจสรุปได้ว่าหิ่งห้อยตัวเต็มวัยทั้ง 2 ชนิด คือ *Luciola curtithorax* และ *Medeopteryx* sp. สามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพได้ (วิเชษฐ, 2557)

ข้อเสนอแนะการอนุรักษ์หิ่งห้อย

1. ส่งเสริมให้เกษตรกรลดการใช้สารเคมี และยาปราบศัตรูพืชในพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่ออาหารของหิ่งห้อย อีกทั้งยังไข่ ดักแด้ และตัวอ่อนของหิ่งห้อยที่อาศัยอยู่กับพืชปกคลุมดิน และยังมีรายงานงานวิจัยในพื้นที่ธรรมชาติและเกษตรกรรมของปากีสถาน กล่าวว่าพื้นที่ที่ฉีดพ่นด้วยยาฆ่าแมลงมีจำนวนหิ่งห้อยน้อยกว่าพื้นที่ที่ไม่ได้ฉีดพ่น

2. การอนุรักษ์แหล่งที่อยู่อาศัยของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของหิ่งห้อย โดยการให้ความรู้เรื่องการจัดการพื้นที่เกษตรกรรมแบบอาศัยธรรมชาติไม่เปลี่ยนแปลงพื้นที่แบบสิ้นเชิง ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพน้ำและความสมบูรณ์ของอาหารของหิ่งห้อย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Takeda et al., 2006 กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงคลองน้ำธรรมชาติบนพื้นที่การเกษตรในประเทศญี่ปุ่น ส่งผลต่อการลดจำนวนลงของหิ่งห้อย *Luciola cruciate* อย่างมีนัยสำคัญ

3. การให้ความรู้กับชุมชน และประชาชนด้านการอนุรักษ์หิ่งห้อย โดยการส่งเสริมให้เกิดความสนใจกับหิ่งห้อยในพื้นที่เกษตรกรรมมากขึ้น และเกิดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศบนพื้นที่เกษตรกรรม และการศึกษาความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อยในพื้นที่เกษตรกรรม อาจเป็นก้าวแรกในการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตอื่นในพื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดพะเยาต่อไป



บรรณานุกรม

- กมลชนก บริบูรณ์. (2557). การเลือกกินหอยทากบกของตัวอ่อนหิ่งห้อย *Pyrocoelia tonkinensis Olivier* และพลวัตประชากรในพื้นที่ป่าอนุรักษ์และสถานีวิจัยของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ วท.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- เกียรติศักดิ์ โพธิ์นาค พัทธเมธา คงเจริญ และ พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ. (2561). ความหลากหลายของหิ่งห้อย (*Coleoptera: Lampyridae*) ในเขตพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มจร., 3. (2) กรกฎาคม-ธันวาคม 2561.
- นฤมล นิ้มลป. (2560). ชีววิทยา พฤติกรรมการผสมพันธุ์ และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการจากลักษณะทางสัณฐานของหิ่งห้อยในสกุล *Trisinuata* ที่พบในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- นพรัตน์ พงศ์จันทร์. (2556). ชนิด ความชุกชุม และการกระจายของหิ่งห้อยในป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ วท.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- นันทิยา รัตน์จันทร์, นงพงา ปาเฉย, และวัฒนา ศักดิ์ชูวงศ์. (2553). การสำรวจความหลากหลายของหิ่งห้อยในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 1-9.
- นันทิยา รัตน์จันทร์, นงพงา ปาเฉย, และวัฒนา ศักดิ์ชูวงศ์. (2554). ความหลากหลายของหิ่งห้อยในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรี. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 1-8.
- ปัทมา บุญทิพย์. (2557). ปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการที่มีต่อความมากมายของหิ่งห้อยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ภัทรวรรณ เลิศสุชาติวิช, (2548) การประเมินผลกระทบจากการท่องเที่ยวแบบโฮมสเตย์ต่อประชากรหิ่งห้อย ณ บ้านโคกเกตุ จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

- มนต์สวรรค์ จินดาแสง. (2540). **ชีวิตริบหรี่ของหิ่งห้อย**. (3). กรุงเทพฯ: มูลนิธิโลกสีเขียว. 21–26.
- ยุวรินทร์ บุญทาบ, ศิริณี พูนไชยศรี, ลักขณา บำรุงศรี, สุนัดดา เชาวลิต, ชมัยพร บัวมาศ, อธิทิพล บรรณากาการ, และสิทธิศิริโรตม แก้วสวัสดิ์. (2554). **ความหลากหลายชนิดของหิ่งห้อยในเขตภาคใต้ของประเทศไทย**. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2554 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, 1–9.
- วันดี สันติวุฒิเมธี. (2541) **หิ่งห้อยดวงไฟชีวิตในรัตติกาล**. (14).
- วิษณุ คุนซื่อ, ชัชวาล ใจซื่อกุล, และมุสตี ปริยานนท์. (2557). **ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงกลุ่มที่เป็นตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมและเป็นประโยชน์ต่อการท่องเที่ยวเชิงเกษตรและเชิงนิเวศ**. รายงานการวิจัยโครงการวิจัยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงาน กปร.ประจำปีงบประมาณ 2557. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 20–22.
- วิรัตน์ สมมิตร, (2547). **นิเวศประชากรของหิ่งห้อย *Pyrocoelia praetexta* Olivier ในสวนพฤกษศาสตร์ดอกท้อ**. เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วีระ เทพกรณ์. (2552). **หิ่งห้อยแมลงมหัศจรรย์ที่ไม่ธรรมดา**. (5). กรุงเทพฯ: ปันรุ้. 6–23.
- วุฒิไกร บุญคุ้ม. (2555). **ความหลากหลายทางชีวภาพ**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. สืบค้นเมื่อ 22 พฤษภาคม 2564, จาก <https://slideplayer.in.th>
- ศุภสรณ์ เจริญวัฒนา. (2546). **หิ่งห้อยแสงสว่างกลางพงไพร**. 114–127.
- อรุณ ลีวานิช. (2539). **พฤติกรรมและวงจรชีวิตของหิ่งห้อย (*Luciola* sp.)**. กรมวิชาการเกษตร.
- อัญชนา ทานเจริญ, และสังวรณ กิจทวี. (2543). **การศึกษาความหลากหลายของประชากรหิ่งห้อยในบริเวณที่สูงและที่ราบ**.วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- อัญชนา ทานเจริญ, (2550). **ชีววิทยาและพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของหิ่งห้อยผู้จัดชนิด *Luciola aquatilis* sp. nov. Thancharoen (Coleoptera: Lampyridae)**. วิทยานิพนธ์ ปร.ด., มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- Ballantyne, L. A. (2001). **The bent winged fireflies of Cambodia, Indonesia, Malaysia, Philippines and Thailand (Coleoptera: Lampyridae: Luciolinae: Luciolini)**. *Pteroptyx* spp. of the polunin collection. Serangga 6, 51–95.

- Ballantyne, L. A., and Lambkin, C. L. (2009). **Systematics and phylogenetics of Indo-Pacific Luciolinae fireflies (Coleoptera: Lampyridae) and the description of new genera.** *Zootaxa*, 3653, 1–162.
- Ballantyne, L. A., Lambkin, C. L., Luan, X., Boontop, Y., Nak-eiam, S., Pimpasalee, S., Silalom, S., and Thancharoen, A. (2016). **Further studies on south eastern Asian Luciolinae: 1. *Sclerotia* Ballantyne, a new genus of fireflies with back swimming larvae 2. *Triangulara* Pimpasalee, a new genus from Thailand (Coleoptera: Lampyridae).** *Zootaxa* 4170 (2). 201–249
- Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., Rylands, A. B., Konstant, W. R., Flick, P., Pilgrim, J., Oldfield, S., Magin, G., and Hilton-Taylor, C. (2002). **Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity.** *Conservation biology*, 16, 4, 900–923.
- Buck, J., and Buck, E. (1966). **Biology of synchronous flashing of fireflies.** *Nature* 3, 562564.
- Bushman, L. L. (1988). **Larval development and its photoperiodic control in the firefly *Pyroactomena lucifera* (Coleoptera: Lampyridae).** *Annals of the Entomological Society of America* 81, 82–90.
- Copeland, J., and Moiseff, A. (1997). The effect of flash duration and flash shape on entrainment in *Pteroptyx malacciae*, a synchronic Southeast Asian firefly. *Journal of Insect Physiology* 43, 965–971.
- Department of National parks, Wildlife and Plant Conservation Ministry of Natural Resources and Environment. (2007). **Checklists of Insects and Mites in Thailand (1)**, Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand, Ltd.
- Evans, G. (1977). *The Life of Beetles.* UK, George Allen & Unwin.
- Fu, X., Meyer-Rochow, V.B., Tyler, J., Suzuki, H., and De Cock, R. (2012). **Structure and function of the eversible organs of several genera of larval firefly (Coleoptera: Lampyridae).** *Chemoecology* 19, 155–168.

- Kakehashi, K., Karanishi, B. R., Kamata, N., **Estimation of dispersal ability responding to environmental conditions: larval dispersal of the flightless firefly, *Luciola parvula* (Coleoptera: Lampyridae).** *Ecological Research* (29). 779–787.
- Kathrin F, S., James E, L., and David M, H. (2007). **Phylogeny of North American fireflies (Coleoptera: Lampyridae): Implications for the evolution of light signals.** *Molecular Phylogenetics and Evolution* 45 (2007). 33–49
- Kirton, G. L., Nada, B., Khoo, V., and Phon, C.K. (2012). **Monitoring populations of bioluminescent organisms using digital night photography and image analysis: a case study of the fireflies of the Selangor River.** Malaysia. *Insect Conservation and Diversity* 5, 224–250.
- Koji, S., Nakamura, A. and Nakamura, K. (2012). **Demography of the Heike firefly *Luciola lateralis* (Coleoptera: Lampyridae), a representative species of Japan's traditional agricultural landscape.** *J Insect Conserv* (2012) 16. 819–827
- Lawrence, J. F. (1982). Order Coleoptera. 114–170.
- Lloyd, J. E. (1971). Bioluminescent communication in insects. *Annual review of entomology* 16, 1, 97–122.
- Marks, K. (2009). Fireflies in decline as natural habitats are destroyed. Retrieved from <http://www.independent.co.uk/environment/nature/fireflies-in-decline-as-natural-habitats-are->
- McDermott, F. A. (1966). **Lampyridae Coleopterorum Catalogus Supplementa.** Secunda 9, 1–149.
- Nak-eiam, S. (2015). **Taxonomy and species distribution of fireflies (Coleoptera; Lampyridae) in the North of Thailand.** Doctoral dissertation, Ph.D., Naresuan University, Phitsanulok.
- Ohba N. (1988). **Japanese Insects Ser.12 The Genji-firefly.** Bunichi Sogo Press, Tokyo, Japan.

- Sara M., Lewis. and Ona T., Wang. (1991). **Reproductive Ecology of Two Species of Photinus Fireflies (Coleoptera: Lampyridae)**. *Psyche A Journal of Entomology* 98(4).
- Schwalb, H. H. (1961). Beiträge zur Biologie der einheimischem Lampyriden *Lampyrus noctiluca* Geoff. und *Phausis splendidula* Lec. , und experimentelle analyse ihres beutfang- und sexualverhaltens. *Zool. Jahrb. Syst.* 88, 339–550.
- Suzuki, H., Sato, Y., Fujiyama, S., and Ohba, N. (1996). Biochemical systematics of Japanese fireflies of the subfamily Luciolinae and their flash communication systems. *Biochemical genetics* 34, 191–200.
- Takeda, M., Amano, T., Kato, K., and Higushi, H. (2004). **The habitat requirement of the Genji–firefly *Luciola cruciata* (Coleoptera : Lampyridae), a representative endemic species of Japanese rural landscapes.** *Biodiversity and Conservation* (2006) 15, 191–203
- Thancharoen, A. (2001). **Study on Diversity of Firefly Populations in Highland and Lowland Habitats.** Master thesis, M.Sc., Mahidol University. Bangkok.
- Thancharoen, A., Ballantyne, L. A., Branham, M. A., & Jeng, M. L. (2007). **Description of *Luciola aquatilis* sp. nov. , a new aquatic firefly (Coleoptera : Lampyridae : Luciolinae) from Thailand.** *Zootaxa* (1611), 55–62.
- Thancharoen, A. (2007). **The Biology and mating behavior of an aquatic firefly species, *Luciola aquatilis* sp. nov. Thancharoen (Coleoptera: Lampyridae).** Doctoral dissertation, Ph.D., Mahidol University, Bangkok.
- The Japanese Firefly Society. (1996). **A Handbook on Fireflies.** The Japanese Firefly Society, Tokyo, Japan.
- Thompson, F. J., Hayes, S.L., and Lloyd, B.D. (1991). Modulation of firefly luciferase stability and impact on studies of gene regulation. *Gene* 103, 171–177.
- Tyler, J. (1994). **Glow–worms.** Tyler–Scagell.



ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

- ชื่อ - นามสกุล** นายภาณุพงศ์ ชัยวงศ์แสน
- วัน เดือน ปี เกิด** 27 ตุลาคม พ.ศ. 2526
- ที่อยู่ปัจจุบัน** 29/1 หมู่ 5 ตำบลทุ่งรวงทอง อำเภอจุน จังหวัดพะเยา 56150
- ที่ทำงานปัจจุบัน** สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
เลขที่ 19 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000
- ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน** นักวิทยาศาสตร์
- ประสบการณ์การทำงาน**
- พ.ศ. 2550 ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 1/1
เชียงราย จังหวัดเชียงราย
- พ.ศ. 2557 ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยพะเยา
- ประวัติการศึกษา**
- พ.ศ. 2542 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม อำเภอเมือง
จังหวัดพิษณุโลก ปีที่จบการศึกษา 2544
- พ.ศ. 2545 ระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
มหาวิทยาลัยนเรศวรวิทยาเขตสารสนเทศ จังหวัดพะเยา

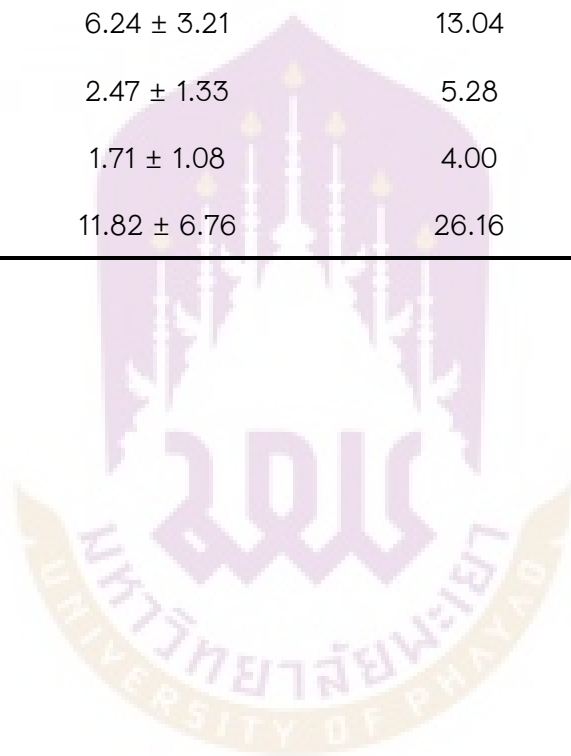


ภาคผนวก ก ตารางแสดงการจำแนกชนิดของหิ่งห้อยที่พบบนสถานีศึกษา

วงศ์	สกุล	ชนิด	สถานีที่	สถานีที่	สถานีที่	สถานีที่	สถานีที่	รวม		
			1	2	3	4	5			
<i>Luciolinae</i> Lacordaire, 1857	<i>Abscondita</i> Ballantyne, Lambkin et Fu, 2013	<i>Abscondita chinensis</i> (L., 1758)						1	1	
	<i>Aquatica</i> Fu et Ballantyne, 2010	<i>Aquatica</i> sp.						2	2	
	<i>Asymmetricata</i> Ballantyne, 2009	<i>Asymmetricata Circumdata</i> (Motschulsky, 1854)				1		6	7	
	<i>Luciola</i> Laporte, 1833	<i>Luciola curtithorax</i> (Pic., 1928)			3	1		8	12	
	<i>Medeopteryx</i> Ballantyne, 2013	<i>Medeopteryx</i> sp.				4		14	18	
	<i>Pygoluciola</i> Wittmer, 1939	<i>Pygoluciola</i> sp.						5	5	
	<i>Sclerotia</i> Ballantyne gen. nov.	<i>Sclerotia seriata</i> (Olivier 1891) comb. nov.		4	10	5			2	21
		<i>Sclerotia</i> sp.1			2					2
		<i>Sclerotia</i> sp.2					1			1
<i>Triangulara</i> Pimpasalee gen. nov.	<i>Triangulara fronoflava</i> Pimpasalee sp. nov.			4				3	7	

ภาคผนวก ข ตารางแสดงจำนวนรวมเฉลี่ยความชุกของหิ้งห้อยตัวเต็มวัย (Mean \pm SD)
ในแต่ละสถานีสถิตการศึกษ

สถานีสถิตการศึกษ	จำนวนรวมเฉลี่ย หิ้งห้อยตัวเต็มวัย (ตัว)	จำนวนหิ้งห้อย ตัวเต็มวัยที่พบ น้อยที่สุด	จำนวนหิ้งห้อย ตัวเต็มวัยที่พบ มากที่สุด
สถานีสถิตที่ 1	0.76 \pm 0.70	2.26	12.00
สถานีสถิตที่ 2	6.24 \pm 3.21	13.04	42.00
สถานีสถิตที่ 3	2.47 \pm 1.33	5.28	21.00
สถานีสถิตที่ 4	1.71 \pm 1.08	4.00	17.00
สถานีสถิตที่ 5	11.82 \pm 6.76	26.16	107.00



ภาคผนวก ค ตารางแสดงจำนวนรวมเฉลี่ยความชุกของหิ้งห้อยตัวเต็มวัย (Mean \pm SD)
แต่ละเดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2561 – ตุลาคม 2562

เดือน	จำนวนรวมเฉลี่ย หิ้งห้อยตัวเต็มวัย	จำนวนหิ้งห้อย ตัวเต็มวัยที่พบ น้อยที่สุด	จำนวนหิ้งห้อย ตัวเต็มวัยที่พบ มากที่สุด
ตุลาคม 2561	-	-	-
พฤศจิกายน 2561	-	-	-
ธันวาคม 2561	-	-	-
มกราคม 2562	-	-	-
กุมภาพันธ์ 2562	-	-	-
มีนาคม 2562	-	-	-
เมษายน 2562	-	-	-
พฤษภาคม 2562	-	-	-
มิถุนายน 2562	25.20 \pm 20.69	82.65	107.00
กรกฎาคม 2562	21.00 \pm 6.94	31.26	39.00
สิงหาคม 2562	11.40 \pm 7.73	32.86	42.00
กันยายน 2562	5.80 \pm 4.10	17.19	42.00
ตุลาคม 2562	4.90 \pm 1.96	8.82	21.00

ภาคผนวก ง ตารางแสดงค่าพารามิเตอร์ทางกายภาพ เคมี ในแต่ละสถานี ตลอดการศึกษา (Mean \pm SE)

Parameter / สถานี	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
Dissolved oxygen (mg/L)	2.44 \pm 0.41	2.83 \pm 0.27	2.17 \pm 0.34	2.36 \pm 0.20	2.73 \pm 0.34
Water temperature ($^{\circ}$ C)	27.17 \pm 0.87	28.57 \pm 0.82	28.75 \pm 0.70	25.94 \pm 0.30	25.55 \pm 0.10
Air temperature ($^{\circ}$ C)	25.56 \pm 0.77	24.37 \pm 0.89	24.09 \pm 1.03	24.68 \pm 0.90	23.79 \pm 0.76
Humidity (%)	70.67 \pm 2.25	73.67 \pm 2.70	73.96 \pm 2.22	73.13 \pm 2.28	78.44 \pm 1.74
pH	7.28 \pm 0.06	7.08 \pm 0.09	6.80 \pm 0.13	6.98 \pm 0.07	7.15 \pm 0.10
Conductivity (μ s/cm)	410.00 \pm 16.89	246.14 \pm 41.71	338.29 \pm 49.22	303.86 \pm 33.64	384.57 \pm 78.68
Total dissolved solids (mg/L)	199.00 \pm 5.76	120.43 \pm 21.00	162.29 \pm 22.62	151.43 \pm 17.52	188.15 \pm 39.62

ภาคผนวก จ สถิติ ANOVA ค่าดัชนีความหลากหลายของค่าพารามิเตอร์ทางกายภาพในแต่ละสถานี

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
tempA	Between Groups	22.059	4	5.515	0.598	0.666
	Within Groups	507.071	55	9.219		
	Total	529.130	59			
HUM	Between Groups	380.568	4	95.142	1.553	0.200
	Within Groups	3370.334	55	61.279		
	Total	3750.902	59			
pH	Between Groups	0.910	4	0.227	3.814	0.013
	Within Groups	1.789	30	0.060		
	Total	2.699	34			
DO	Between Groups	2.077	4	0.519	0.720	0.585
	Within Groups	21.645	30	0.722		
	Total	23.722	34			
ConD	Between Groups	118623.714	4	29655.929	1.800	0.155
	Within Groups	494324.857	30	16477.495		
	Total	612948.571	34			
TDS	Between Groups	27068.971	4	6767.243	1.689	0.179
	Within Groups	120225.714	30	4007.524		
	Total	147294.686	34			

ภาคผนวก จ ภาพการเก็บตัวอย่างหิ่งห้อยตัวเต็มวัยบนพื้นที่ศึกษา



ภาคผนวก ช ภาพการจัดจำแนกหิ่งห้อยในห้องปฏิบัติการ

