

ชนิด ความซุกซม และการกระพริบแสงของหิ่งห้อยในป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี

นางสาวนพรัตน์ พงศ์จันทร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554-2556 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเก่าของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR) are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

SPECIES, ABUNDANCE AND FLASHING DISPLAY OF FIREFLIES IN A MANGROVE AT  
WELU WETLAND, CHANTHABURI PROVINCE

Miss Nopparat Pongjun

The logo of Chulalongkorn University, featuring a central emblem with a sunburst and a tiered structure, set against a light background.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Zoology

Department of Biology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชนิด ความชุกชุม และการกระพริบแสงของหิ่งห้อยในป่า ชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี
โดย	นางสาวนพรัตน์ พงศ์จันทร์
สาขาวิชา	สัตววิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงแข สิริเจริญชัย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	อาจารย์ ดร.ชัชวาล ใจซื่อกุล

---

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ ดร.นพดล กิตนะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงแข สิริเจริญชัย)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
(อาจารย์ ดร.ชัชวาล ใจซื่อกุล)

.....กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.นิพาดา เรือนแก้ว ดิษยทัต)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ดร.อรุณ ลีวานิช)

นพรัตน์ พงศ์จันทร์ : ชนิด ความชุกชุม และการกระพริบแสงของหิ่งห้อยในป่าชายเลน  
 ลุ่มน้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี. (SPECIES, ABUNDANCE AND FLASHING DISPLAY OF  
 FIREFLIES IN A MANGROVE AT WELU WETLAND, CHANTHABURI PROVINCE)  
 อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.ดวงแข สิทธิเจริญชัย, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
 ร่วม: อ. ดร.ชัชวาล ใจซื่อกุล, 101 หน้า.

การศึกษา ชนิด ความชุกชุม และการกระพริบแสงของหิ่งห้อยในป่าชายเลนบริเวณ  
 สถานีพัฒนา ทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555  
 จนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 พบหิ่งห้อย 3 ชนิด คือ หิ่งห้อยชนิดเด่นที่อยู่ปะปนกัน 2 ชนิด  
 ได้แก่ *Pteroptyx malaccae* และ *P. valida* นอกจากนี้ยังพบหิ่งห้อยชนิด *Asymmetricata*  
*circumdata* อีกด้วย ในแต่ละเดือนที่ศึกษาใช้วิธีการถ่ายภาพการกระพริบแสงของหิ่งห้อยในช่วง  
 ค่ำคืนเดือนแรม และใช้จำนวนแสงกระพริบของหิ่งห้อยที่ปรากฏอยู่บนภาพถ่ายเป็นข้อมูลของความ  
 ชุกชุมและข้อมูลการกระพริบแสงของหิ่งห้อย ผลการศึกษาความชุกชุมของหิ่งห้อยพบว่ามีความ  
 ชุกชุมของหิ่งห้อย *P. valida* และ *P. malaccae* มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในเดือนตุลาคม  
 นอกจากนี้ยังพบว่าความชุกชุมของหิ่งห้อยแปรผันตามอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์อากาศ  
 แต่แปรผกผันกับปริมาณน้ำฝน อย่างไรก็ตามจากการศึกษาไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ  
 ทางสถิติของความชุกชุมของหิ่งห้อยระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้ง ช่วงเวลาที่หิ่งห้อยกระพริบแสงมาก  
 อยู่ที่ช่วงเวลาประมาณ 19:00 – 22:00 น. หลังจากช่วงเวลานี้การกระพริบแสงของหิ่งห้อยค่อย ๆ  
 ลดน้อยลงจนถึงเวลาใกล้รุ่ง แม้ว่าจะพบการกระพริบแสงของหิ่งห้อยทั้งสองชนิดในพื้นที่ศึกษา  
 มากในเดือนตุลาคมและเดือนมีนาคม แต่การกระพริบแสงยังคงปรากฏให้พบเห็นตลอดทุกเดือนที่  
 ทำการศึกษาลักษณะเช่นนี้บ่งชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ศึกษาสามารถถูกใช้เป็นที่ท่องเที่ยวเชิงนิเวศได้  
 ตลอดทั้งปี การจัดการป่าชายเลนและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศควรจะมีการวางแผนสำหรับการ  
 อนุรักษ์หิ่งห้อยในพื้นที่ เช่น ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเข้าชมการกระพริบแสงของหิ่งห้อยใน  
 พื้นที่นี้ คือ ช่วงคืนเดือนแรมเวลา 19:00 น. – 22:00 น.

ภาควิชา ชีววิทยา

ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา สัตววิทยา

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2556

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

# # 5372518323 : MAJOR ZOOLOGY

KEYWORDS: FIREFLY FLASHING / FIREFLY ABUNDANCE / MANGROVE FOREST /  
WELU WETLAND

NOPPARAT PONGJUN: SPECIES, ABUNDANCE AND FLASHING DISPLAY OF  
FIREFLIES IN A MANGROVE AT WELU WETLAND, CHANTHABURI PROVINCE.  
ADVISOR: ASST. PROF. DUANGKHAE SITTHICHAROENCHAI, Ph.D., CO-  
ADVISOR: CHATCHAWAN CHAISUEKUL, Ph.D., 101 pp.

Species, abundance and flashing displays of fireflies were investigated from August 2012 to September 2013 in a mangrove forest at Welu Wetland, Chanthaburi Province. Three firefly species were found including two dominant coexisting firefly species: *Pteroptyx malacca*, *P. valida* and *Asymmetricata circumdata*. Flashing displays of the two dominant *Pteroptyx* fireflies were photographed during waning moon nights monthly, and the flashing numbers were counted from those photographs for abundance and flashing data. The abundance of the two dominant firefly species was significantly highest in October 2012. Moreover, air temperature and relative humidity positively influenced the firefly abundance, but rainfall negatively influenced the firefly abundance. However, there was no statistic difference in the firefly abundances between the wet season and the dry season. The highest flashing displays of the fireflies were approximately from 19:00 to 22:00. Then, the average flashing numbers gradually declined until dawn. Although the flashing displays were most frequent in October 2012 and March 2013, the firefly flashing activities still occurred throughout the study period. Thus, the research site could be promoted as an ecotourism area all year round. Mangrove forest and ecotourism management should be planned for the firefly conservation in this area with the suitable time for observing synchronous flashing in this area from 19:00 to 22:00 especially during waning moon nights.

Department: Biology

Student's Signature .....

Field of Study: Zoology

Advisor's Signature .....

Academic Year: 2013

Co-Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง ชนิด ความชุกชุม และการกระพริบแสงของหิ่งห้อยในป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี ได้รับทุนอุดหนุนจาก “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงลงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือและความกรุณาจากบุคคลที่เกี่ยวข้องหลายท่าน

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์. ดร. ดวงแข สิทธิเจริญชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร. ชัชวาล ใจซื่อกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้ความรู้ชี้แนะ เมตตาและให้กำลังใจ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือเพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปอย่างราบรื่นและสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. นพดล กิตนะ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร. อุ่นลีววานิช และ อาจารย์ ดร. นิพาดา เรือนแก้ว ดิษยทัต กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากที่สุด

ขอขอบคุณ คุณสุทธิสันต์ พิมพะสาตี นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาหม่อนไหม และคุณสุนิตสรณ์ พิมพะสาตี ที่เอื้อเฟื้อข้อมูล ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือในด้านการศึกษาข้อมูลชนิดหิ่งห้อย

ขอขอบคุณ สถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษาข้อมูล และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ตลอดระยะเวลาการเก็บข้อมูล

ขอขอบคุณ ผู้ร่วมเดินทางทุกท่าน คุณแสงจันทร์ พงศ์จันทร์ คุณนรเศรษฐ์ พงศ์จันทร์ คุณรวี ยิ่งเมืองมาร คุณกรภัทร์ โรคาพ่าย คุณฉัตรพรรัช พงษ์เจริญ และคุณภัทรพร บุญชัย

ขอขอบคุณ พี่ ๆ และเพื่อน ๆ ที่ภาควิชาชีววิทยาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านเป็นอย่างดี

กราบขอบพระคุณ บิดามารดา ผู้เป็นเจ้าของปัญญา ซึ่งได้มอบพลังชีวิต ความรัก และให้การสนับสนุนด้านการศึกษา โดยเฉพาะเป็นกำลังใจสำคัญที่สุดที่อยู่เคียงข้างตลอดมาโดยไม่มีเงื่อนไขใด ๆ ทั้งสิ้น ตลอดจนขอขอบคุณทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือแต่ไม่สามารถเอ่ยนามมาได้ ณ ที่นี้

## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่ 1.....	1
บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2.....	4
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ความหลากหลายทางชนิดของหิ้งห้อย.....	4
2.2 แหล่งที่อยู่ของหิ้งห้อย.....	6
2.3 ลักษณะโดยทั่วไปของหิ้งห้อย.....	9
สัณฐานวิทยาของหิ้งห้อยตัวเต็มวัย.....	9
สัณฐานวิทยาของตัวอ่อนหิ้งห้อย.....	10
2.4 วัฏจักรชีวิตของหิ้งห้อย.....	11
ระยะไข่.....	11
ระยะตัวอ่อน.....	11
ระยะดักแด้.....	12

ระยะตัวเต็มวัย .....	13
2.5 การกระพริบแสงของหิ่งห้อย .....	14
กลไกการกระพริบแสงของหิ่งห้อย.....	16
2.6 อาหารของหิ่งห้อย .....	17
2.7 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน.....	17
บทที่ 3 .....	19
พื้นที่ศึกษา .....	19
3.1 พื้นที่ศึกษาที่ 1: พื้นที่ป่าชายเลน (ภาพที่ 4) .....	20
3.2 พื้นที่ศึกษาที่ 2: พื้นที่ป่าชายเลนที่มีการบุกรุก (ภาพที่ 5).....	20
บทที่ 4 .....	23
การศึกษาชนิด ความชุกชุมของหิ่งห้อย และความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุม .....	23
ของหิ่งห้อยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากร .....	23
ป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี .....	23
4.1 บทนำ.....	23
4.2 วิธีการศึกษา .....	25
ก. ช่วงเวลาในการศึกษา.....	25
ข. การสำรวจชนิดหิ่งห้อยภายในพื้นที่ศึกษา.....	25
ค. การศึกษาความชุกชุมของหิ่งห้อย .....	25
รูปแบบการตั้งค่ากล้องและการถ่ายภาพ.....	25
การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	26
ง. การศึกษาปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของหิ่งห้อย .....	27
ปัจจัยทางกายภาพ .....	27
ปัจจัยทางชีวภาพ .....	29
การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	29



4.3 ผลการศึกษา.....	30
ก. ชนิดของหิ่งห้อยภายในพื้นที่ศึกษาทั้งสองบริเวณ.....	30
ข. จำนวนความชุกชุมของหิ่งห้อยภายในพื้นที่ศึกษาทั้งสองบริเวณ.....	36
ค. ผลการศึกษาปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมภายในพื้นที่ศึกษา .....	40
ปัจจัยทางกายภาพ .....	40
ง. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม .....	43
ปัจจัยทางชีวภาพ .....	53
4.4 สรุปและวิจารณ์ผล .....	58
บทที่ 5 .....	62
การกระพริบแสงของหิ่งห้อยบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ .....	62
(ทำสอน) อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี .....	62
5.1 บทนำ.....	62
5.2 วิธีการศึกษา .....	64
ก. ช่วงเวลาในการศึกษา.....	64
ข. การศึกษาการกระพริบแสงของหิ่งห้อย .....	64
รูปแบบการตั้งค่ากล้องและการถ่ายภาพ.....	64
การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	64
5.3 ผลการศึกษา.....	66
ก. ตำแหน่งการเกาะบนต้นพืชของหิ่งห้อย <i>Pteroptyx species</i> .....	66
ข. การกระพริบแสงของหิ่งห้อย <i>Pteroptyx species</i> ในทุก ๆ 30 นาทีในแต่ละเดือน.....	68
ค. การเปรียบเทียบช่วงเวลาการกระพริบของหิ่งห้อย.....	71
ง. การเปรียบเทียบการกระพริบแสงของหิ่งห้อยในช่วงเวลาช่วงที่หนึ่ง (19:00 – 22:00 น.) ในแต่ละเดือน .....	72
5.4 สรุปและวิจารณ์ผล .....	73

บทที่ 6 .....	75
สรุปและข้อเสนอแนะ .....	75
6.1 สรุปผลการศึกษา.....	75
การศึกษาชนิดของหิงห้อยภายในพื้นที่ศึกษา.....	75
ผลการศึกษาคความชุกชุมของหิงห้อยตัวเต็มวัยภายในพื้นที่ศึกษาทั้งสองบริเวณ.....	75
ผลการศึกษาการกระพริบแสงของหิงห้อย .....	76
6.2 ข้อเสนอแนะในการอนุรักษ์หิงห้อย .....	77
การอนุรักษ์พืชพรรณแหล่งอาศัยของหิงห้อย.....	77
การอนุรักษ์แหล่งอาหาร .....	77
การจัดการด้านการท่องเที่ยวและการกำหนดพื้นที่อนุรักษ์หิงห้อย.....	77
รายการอ้างอิง .....	79
ภาคผนวก ก.....	85
ภาคผนวก ข.....	92
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	101

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ชนิดหิ่งห้อยทั้งหมดในแถบอินโดแปซิฟิก พบทั้งหมด 23 สกุล (Order Coleoptera: Family Lampyridae: Subfamily Luciolinae) (Ballantyne and Lambkin, 2013) .....	5
ตารางที่ 2 ผลการสำรวจหิ่งห้อยในพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอخلง จังหวัดจันทบุรี โดย พื้นที่ศึกษาที่ 1 คือ พื้นที่ป่าชายเลนแบบป่าปลูก และพื้นที่ป่าชายเลนที่ 2 คือ พื้นที่ป่าชายเลนที่มีการบุกรุก.....	31
ตารางที่ 3 ผลการศึกษาชนิดของหิ่งห้อยที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอ خلง จังหวัดจันทบุรี โดย พื้นที่ศึกษาที่ 1 คือ พื้นที่ป่าชายเลนแบบป่าปลูก และ พื้นที่ป่าชายเลนที่ 2 คือ พื้นที่ป่าชายเลนที่มีการบุกรุก.....	32
ตารางที่ 4 ผลการสำรวจความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยบนต้นพืชในพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอخلง จังหวัดจันทบุรี โดย พื้นที่ศึกษาที่ 1 คือ พื้นที่ป่าชายเลนแบบป่าปลูก และ พื้นที่ป่าชายเลนที่ 2 คือ พื้นที่ป่าชายเลนที่มีการบุกรุก ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 .....	37
ตารางที่ 5 จำนวนรวมเฉลี่ยของความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย ( $\pm$ SD) ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 : พื้นที่ป่าชายเลน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอخلง จังหวัดจันทบุรี (n = 20 จุดศึกษา).....	38
ตารางที่ 6 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนค่าเฉลี่ยรวมของความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยกับปัจจัยกายภาพ โดยใช้สถิติ Spearman's rank correlation coefficient.....	46
ตารางที่ 7 ค่าความเป็นกรด – เบสของน้ำ และค่าความเค็มของน้ำ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1 สถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอخلง จังหวัดจันทบุรี.....	49
ตารางที่ 8 ค่าความเป็นกรด – เป็นด่างของดิน และค่าความเค็มของดิน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอخلง จังหวัดจันทบุรี.....	51
ตารางที่ 9 ชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ และวงศ์ของพืชในป่าชายเลน (Aksornkoae, 1976) ที่พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะอาศัย ระหว่างเดือนสิงหาคม 2555 - กันยายน 2556 ตามแนวเส้นสำรวจ พื้นที่	

ศึกษาที่ 1 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกกา จังหวัด  
 จันทบุรี..... 53

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์ความชันของสมการเส้นตรงของกราฟเส้นแสดงจำนวนแสงกระพริบของ  
 หิ่งห้อยในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556  
 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกกา จังหวัดจันทบุรี..... 70



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**

## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แหล่งที่อยู่ของหิ่งห้อย.....	8
ภาพที่ 2 วัฏจักรชีวิตของหิ่งห้อย <i>Pteroptyx malacca</i> Gorham ตั้งแต่ระยะไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ดัดแปลงจาก (สุทิสรา ลุ่มบุตร, 2551).....	14
ภาพที่ 3 แผนที่จังหวัดจันทบุรี ประเทศไทย ซึ่งแสดงพื้นที่อาณาเขตของจังหวัดจันทบุรีทั้งหมด .....	21
ภาพที่ 4 พื้นที่ศึกษาที่ 1 พื้นที่ป่าชายเลน เป็นแปลงปลูกไม้ป่าชายเลนมีอายุประมาณ 8 – 15 ปี... ..	22
ภาพที่ 5 พื้นที่ศึกษาที่ 2 พื้นที่ป่าชายเลนที่มีการบุกรุก พบการตัดแปลงและการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ บางส่วนไปเป็นอาคารสำนักงาน และที่พักอยู่อาศัยของเจ้าหน้าที่และนักท่องเที่ยว .....	22
ภาพที่ 6 ตัวอย่างการถ่ายภาพความชัดของหิ่งห้อยในพื้นที่ศึกษาที่ 1 พื้นที่ป่าชายเลนแบบป่าปลูก .....	26
ภาพที่ 7 เครื่องมือที่ใช้เก็บปัจจัยกายภาพและการเก็บข้อมูลปัจจัยกายภาพต่างๆ .....	28
ภาพที่ 8 ชนิดของหิ่งห้อยที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษา.....	35
ภาพที่ 9 กราฟแท่งแสดงจำนวนรวมเฉลี่ยของความชัดของหิ่งห้อยในพื้นที่ศึกษาที่ 1: พื้นที่ป่าชายเลน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี .....	39
ภาพที่ 10 กราฟเส้นของอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด – สูงสุด ( $\pm$ SD) ของอากาศในเวลากลางคืน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี .....	40
ภาพที่ 11 กราฟเส้นแสดงความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ยต่ำสุด – สูงสุด ( $\pm$ SD) ของอากาศในเวลากลางคืน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ศูนย์กลางวัดอยู่ที่กรมอุตุฯ มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ อำเภอลองใหญ่ จังหวัดตราด .....	41
ภาพที่ 12 กราฟเส้นแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ( $\pm$ SD) ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ศูนย์กลางวัดอยู่ที่กรมอุตุฯ มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ อำเภอลองใหญ่ จังหวัดตราด .....	42

ภาพที่ 13 กราฟข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรวมในแต่ละเดือนและอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี.....	43
ภาพที่ 14 กราฟความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย (ตัว/ภาพ/จุดศึกษา) ในแต่ละเดือน เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี (ศูนย์กลางวัดปริมาณน้ำฝนอยู่ที่กรมอุตุฯนิคมวิทยาอำเภอลำลูกเกดใหญ่ จังหวัดตราด).....	44
ภาพที่ 15 กราฟแท่งเปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย (ตัว/ฤดูกลาง) ระหว่างฤดูฝน (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 – กันยายน พ.ศ. 2556) และฤดูแล้ง (เดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 – มีนาคม พ.ศ. 2556) บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี (t-test, $p \leq 0.05$ ) .....	47
ภาพที่ 16 ลักษณะของดินที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อดิน บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1 สถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี .....	52
ภาพที่ 17 โกงกางใบเล็ก <i>Rhizophora apiculata</i> Lamk. (ภาพบน) และโกงกางใบใหญ่ <i>Rhizophora mucronata</i> Blume (ภาพล่าง) บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี.....	54
ภาพที่ 18 ปูแสม <i>Neopisesarma mederi</i> ที่พบบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี .....	55
ภาพที่ 19 วงศ์หอยขี้นก (Family Cerithidae) พบบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี .....	56
ภาพที่ 20 หอยกะทิ (Family Neritidae) ที่พบบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี.....	56
ภาพที่ 21 หอยเชอร์รี่ ( <i>Pomacea canaliculata</i> ) ที่พบบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี .....	56

ภาพที่ 22 ห่วงโซ่อาหารจากการคาดการณ์แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตภายในพื้นที่ศึกษาบริเวณ สถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี.....	57
ภาพที่ 23 ตำแหน่งในการเลือกเกาะบนต้นโกงกางใบเล็ก <i>Rhizophora apiculata</i> Blume ของ หิ่งห้อยตัวเต็มวัย <i>Pteroptyx</i> spp บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี.....	67
ภาพที่ 24 กราฟเส้นของจำนวนเฉลี่ยการกระพริบแสงของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย / ภาพ ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2555 จนถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี.....	68
ภาพที่ 25 กราฟเชิงเส้นถดถอยของค่าเฉลี่ยรวมของจำนวนแสงกระพริบของหิ่งห้อยทุก ๆ 30 นาที ตั้งแต่เวลา 19:00 น. จนถึงเวลา 06:00 น. ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี .....	69
ภาพที่ 26 กราฟแท่งของจำนวนเฉลี่ยการกระพริบแสงของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย (ต่อ 1 ภาพ) ในช่วงเวลา ต่าง ๆ : ช่วงที่หนึ่ง (19:00 – 22:00 น.) ช่วงที่สอง (22:00 – 01:00 น.) และช่วงที่สาม (01:00 – 04:00 น.) ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 จนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนา ทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี (Kruskal-Wallis one-way ANOVA, Tukey test ( $p \leq 0.05$ )).....	71
ภาพที่ 27 กราฟแท่งแสดงจำนวนเฉลี่ยการกระพริบแสงของหิ่งห้อย (ต่อ 1 ภาพ) ในช่วงเวลา 19:00 – 22:00 น. ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 จนถึงกันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนา ทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี (Kruskal-Wallis one-way ANOVA, Tukey test ( $p \leq 0.05$ )).....	72

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงของสภาพความอุดมสมบูรณ์ในธรรมชาติเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศนั้น ๆ สืบเนื่องจากปัจจุบันสภาพธรรมชาติมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากและรวดเร็ว ซึ่งมีสาเหตุมาจากหลายสาเหตุ เช่น การบุกรุกและการทำลายพื้นที่ธรรมชาติเพื่อใช้ประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน เช่น การสร้างแหล่งที่อยู่ พื้นที่เกษตร และการประมง เป็นต้น ซึ่งการกระทำเหล่านี้ล้วนเป็นการทำลายความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด รวมไปถึงหิ้งห้อยที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศนั้น ๆ ลดจำนวนลงด้วย (Golden and Crist, 1999)

นอกจากนี้กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ยังก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของแก๊สเรือนกระจก มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (global climate change) โดยทำให้โลกมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น หรือภาวะโลกร้อน (global warming) (Parry et al., 2007) ซึ่งมีผลกระทบต่อระบบนิเวศและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนโลก เนื่องจากแก๊สเรือนกระจกประกอบขึ้นจากแก๊สอีกหลายชนิด และบางชนิดเป็นแก๊สที่มีอยู่ตามธรรมชาติในชั้นบรรยากาศโลก มีหน้าที่สำคัญในการดูดกลืนพลังงานแสงและพลังงานความร้อนไว้เพื่อทำให้โลกอบอุ่นช่วยให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่เนื่องจากปัจจุบันแก๊สเรือนกระจกมีปริมาณมากเกินไป จนอาจส่งผลให้เป็นอันตรายต่อชั้นบรรยากาศของโลก จึงทำให้ปัญหานี้อาจมีผลต่อเนื่องถึงกระบวนการในการดำรงชีวิตและการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตอีกหลายชนิดบนโลกได้

สถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทย ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดจันทบุรี เป็นศูนย์การเรียนรู้และท่องเที่ยวเชิงนิเวศป่าชายเลนกลุ่มน้ำเวฬุ ซึ่งครอบคลุมรอยต่อของจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด มีพื้นที่ประมาณ 1.5 แสนไร่ มีพันธุ์ไม้หลากหลายชนิด เช่น ต้นโกงกาง ต้นแสม ต้นลำพู เป็นต้น ในบริเวณพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรีมีหิ้งห้อยชนิดเด่น คือ *Pteroptyx malaccae* และ *P. valida* อาศัยอยู่ในพื้นที่ป่าชายเลนและแหล่งระบบนิเวศน้ำกร่อย ซึ่งมีสภาพแวดล้อมค่อนข้างจำเพาะในการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิต

ปัจจุบันกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศถูกผลักดันและสนับสนุนให้เกิดขึ้นในหลายจังหวัดที่มีพื้นที่อาณาเขตติดต่อกับป่าชายเลน เช่น พื้นที่ในจังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดเพชรบุรี รวมไปถึงในบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรีด้วยการเดินเที่ยวชมและการล่องเรือเพื่อชมหิ้งห้อยเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้ความชุกชุมของหิ้งห้อยลด



จำนวนลง เนื่องจากการทำกิจกรรมเหล่านี้ อาจเป็นการเข้าไปรบกวนพื้นที่ ส่งผลให้ความชุกชุมของ หิ่งห้อยลดจำนวนลง สืบเนื่องกับปัจจุบัน หิ่งห้อยในประเทศไทยลดน้อยลงและมีแนวโน้มที่จะลดลง เรื่อย ๆ เนื่องมาจากการทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยทั้งในแหล่งน้ำจืดและแหล่งน้ำกร่อย (Buck and Buck, 1966) การบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลนจึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการลดลงของความชุกชุมของหิ่งห้อย จากการศึกษา ณ บ้านโคกเกตุ อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม ของภัทร วรธรณ เลิศสุชาตวนิช (2548) พบว่าการท่องเที่ยวแบบโฮมสเตย์ มีผลต่ออัตราการลดลงของความชุกชุมของ หิ่งห้อยทั้งชนิด *P. malacca* และ *P. valid* โดยมีสาเหตุมาจากหลายสาเหตุ เช่น นักท่องเที่ยว สารเคมีที่ใช้ในการเดินเรือก่อให้เกิดมลพิษทั้งทางน้ำและทางอากาศ เป็นต้น นอกจากนี้จากการศึกษา ของ Nallakumar (2003) ยังพบว่าการตัดต้นลำพูในบริเวณแม่น้ำเซลังอร์ประเทศมาเลเซีย ยังส่งผล ให้ความชุกชุมของหิ่งห้อย *P. tener* ลดจำนวนลงด้วย

จากการศึกษาข้างต้น ทำให้สันนิษฐานได้ว่าการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลน ทำลายแหล่งที่อยู่ มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป และการรบกวนจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่ออัตราการลดลงของความชุกชุมของหิ่งห้อยที่อาศัยในบริเวณป่าชาย เลนทั้งทางตรงและทางอ้อม อีกทั้งการศึกษาที่เกี่ยวกับหิ่งห้อยสกุล *Pteroptyx* ยังมีการศึกษา ค่อนข้างน้อย ขาดข้อมูลพื้นฐานในด้านชีววิทยาและนิเวศวิทยา การศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็น การศึกษาในหิ่งห้อยสกุล *Luciola* ซึ่งพบได้เกือบทั่วทุกภาคในประเทศไทย รวมไปถึงพบได้ในอีก หลายประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ด้วย (สุพิศ ลุ่มบุตร, 2551)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิด ความชุกชุม และหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพกับความชุกชุมของหิ่งห้อยชนิด *P. malacca* และ *P. valid* ที่อาศัยในพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี นอกจากนี้ยังศึกษาช่วงเวลาในการกระพริบแสงของหิ่งห้อยเพื่อใช้เป็น ฐานข้อมูลในการจัดการด้านการท่องเที่ยวด้วย และข้อมูลที่ได้ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการ อนุรักษ์หิ่งห้อยและวางแผนเพื่อการพัฒนาป่าชายเลนที่ยั่งยืนต่อไปในอนาคตอีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) สำรวจชนิดและศึกษาความชุกชุมของหิ่งห้อยในพื้นที่ป่าชายเลน และพื้นที่ป่าชายเลนที่มีการบุกรุก บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอخلุง จังหวัดจันทบุรี
- 2) ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของหิ่งห้อยกับปัจจัยกายภาพที่อาจมีผลต่อความชุกชุมของหิ่งห้อย ในพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอخلุง จังหวัดจันทบุรี
- 3) ศึกษาการกระพริบแสงของหิ่งห้อย ในพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอخلุง จังหวัดจันทบุรี

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

เก็บข้อมูลภาคสนามที่สถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอخلุง จังหวัดจันทบุรี ทุก ๆ คืนข้างแรม โดยเริ่มตั้งแต่แรม 8 - 10 ค่ำ ของทุกเดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 - กันยายน พ.ศ. 2556

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ข้อมูลที่ได้นำไปประยุกต์เพื่อการอนุรักษ์หิ่งห้อย แหล่งที่อยู่ และระบบนิเวศที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของหิ่งห้อยในพื้นที่ศึกษาได้
- 2) ข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการจัดการการท่องเที่ยวภายในสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอخلุง จังหวัดจันทบุรี ได้อย่างยั่งยืน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ความหลากหลายทางชนิดของหิ่งห้อย

หิ่งห้อย มีชื่อสามัญเป็นภาษาอังกฤษว่า firefly, lightning bug และ glow-worm นอกจากหิ่งห้อยแล้ว ในประเทศไทยมีชื่อเรียกตามท้องถิ่นต่าง ๆ เช่น ทิ้งถ่วง หนอนกระสือ แมลงแสง แมลงไฟ เป็นต้น หิ่งห้อยเป็นแมลงปีกแข็งขนาดเล็ก จัดอยู่ในอันดับ Coleoptera วงศ์ Lampyridae (Evans, 1977)

การแพร่กระจายของหิ่งห้อยพบได้เกือบทั่วทุกทวีป มีความหลากหลายทางชนิดมากถึง 2,000 ชนิด (McDermott, 1966) เนื่องจากหิ่งห้อยมีความจำเพาะต่อแหล่งที่อยู่อาศัยมาก จึงเป็นสาเหตุให้พบชนิดพันธุ์ของหิ่งห้อยแตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ ปัจจุบันพบความหลากหลายของหิ่งห้อยบริเวณทวีปยุโรปมากกว่า 35 ชนิด ในเกาะอังกฤษพบ 2 ชนิด ประเทศจาไมกาพบการกระจายตัวของหิ่งห้อยพบมากกว่า 50 ชนิด (Fu et al., 2009) อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการพบหิ่งห้อยในบริเวณเขตทะเลทรายและภูเขาสูง (Buck and Buck, 1966)

การศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของหิ่งห้อยภายในประเทศไทย โดยคณะผู้วิจัยตามโครงการหิ่งห้อยตามพระราชดำริของสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ ได้สำรวจและรวบรวมหิ่งห้อยในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย รวม 34 จังหวัด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 จนถึงปัจจุบัน พบหิ่งห้อยทั้งสิ้น 9 สกุล ได้แก่ *Diaphanes*, *Lamprigera*, *Luciola*, *Pteroptyx*, *Pyrocoelia*, *Pyrophanes*, *Rhagophthalmus*, *Sternocladius* และ *Vesta* โดยสำรวจพบหิ่งห้อยจำนวน 8 สกุล เป็นหิ่งห้อยที่พบเฉพาะในภาคกลางและภาคตะวันออก ได้แก่ *Diaphanes*, *Lamprigera*, *Luciola*, *Pteroptyx*, *Pyrocoelia*, *Pyrophanes*, *Rhagophthalmus* และ *Sternocladius* (ส่วนส่งเสริมและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลน, 2552) โดยจากการสำรวจคาดว่าจะมีจำนวนชนิดพันธุ์มากกว่า 100 ชนิด หิ่งห้อยสกุลที่มีรายงานการพบมากที่สุด คือ *Luciola* นอกจากนี้ Ballantyne และคณะ (2013) ได้รายงานชนิดหิ่งห้อยทั้งหมดในแถบอินโดแปซิฟิก พบทั้งหมด 23 สกุล แสดงในตารางที่ 1

สำหรับการศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของหิ่งห้อยภายในประเทศไทย โดยการสำรวจของ ดร. อรุณ ลีวานิช พบหิ่งห้อยที่สามารถระบุสกุลได้ทั้งสิ้น 12 สกุล (อยู่ในระหว่างดำเนินการตีพิมพ์) ได้แก่ *Abscondita*, *Asymmetricata*, *Colophotia*, *Curtos*, *Diaphanes*, *Lamprigera*, *Luciola*, *Pteroptyx*, *Pygoluciola*, *Pyrocoelia*, *Sternocladius* และ *Vesta*

ตารางที่ 1 ชนิดหิ่งห้อยทั้งหมดในแถบอินโดแปซิฟิก พบทั้งหมด 23 สกุล (Order Coleoptera: Family Lampyridae: Subfamily Luciolinae) (Ballantyne and Lambkin, 2013)

สกุล (Genus)	จำนวนชนิดที่พบ (Number of species)
<i>Aquatica</i> Fu & Ballantyne	5
<i>Aquilonia</i> Ballantyne	1
<i>Asymmetricata</i> Ballantyne	2
<i>Atyphella</i> Olliff	23
<i>Australoluciola</i> gen. nov.	12
<i>Colophotia</i> Motschulsky	3
<i>Convexa</i> Ballantyne	1
<i>Curtos</i> Motschulsky	19
<i>Emeia</i> Fu et al.	1
<i>Gilvainsula</i> Ballantyne	2
<i>Lloydella</i> Ballantyne	4
<i>Luciola</i> s. str. Laporte	5
<i>Magnalata</i> Ballantyne	3
<i>Medeopteryx</i> gen. nov.	17
<i>Missimia</i> Ballantyne	1
<i>Pacifica</i> gen. nov.	5
<i>PhoturoLuciola</i> Pic	1
<i>Poluninius</i> gen. nov.	1
<i>Pteroptyx</i> s. str.	12
<i>Pygatyphella</i> (Ballantyne)	17
<i>Pygoluciola</i> Wittmer	8
<i>Pyrophanes</i> Olivier	4
<i>Trisinuata</i> gen. nov.	8

## 2.2 แหล่งที่อยู่ของหิ่งห้อย

หิ่งห้อยมีการแพร่กระจายอยู่เกือบทุกทวีป โดยส่วนใหญ่พบมากในเขตร้อนชื้นของทวีปเอเชีย เช่น ประเทศพม่า ประเทศมาเลเซีย และประเทศไทย เป็นต้น ยกเว้นในเขตทะเลทรายซึ่งไม่พบว่ามีหิ่งห้อยอาศัยอยู่ นอกจากนี้หิ่งห้อยยังพบได้ในทวีปยุโรป อเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ โดยทั่วไปมักพบหิ่งห้อยตามพื้นที่ชุ่มชื้นใกล้หนองน้ำหรือลำธารที่สะอาด ตลอดจนบริเวณป่าโกงกางชายฝั่งทะเลที่ได้รับอิทธิพลของระดับน้ำทะเล (Fu et al., 2009) หิ่งห้อยตัวเต็มวัยมักหลบซ่อนตัวอยู่ตามพุ่มไม้ในที่ชื้นแฉะหรือหลบอยู่ตามซอกไม้ต่าง ๆ ในเวลากลางวัน และจะบินออกมาจับคู่ผสมพันธุ์ในเวลากลางคืน หิ่งห้อยตัวเต็มวัยไม่มีความจำเพาะเจาะจงในการเกาะอาศัยกับพืชชนิดใดชนิดหนึ่ง (Tyler, 1994) และจากการศึกษาของ ศุภสรณ์ เจริญวัฒนา (2546) พบว่าชนิดพืชที่พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะอาศัยแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่

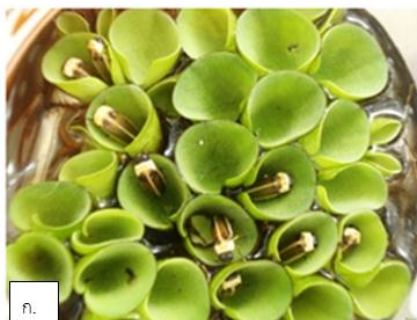
- ก. พืชน้ำ เช่น สาหร่ายต่างๆ สาหร่ายพวงชะโด สาหร่ายหางกระรอก ธูปฤาษี และแห่นเป็ด เป็นต้น
- ข. พืชยืนต้นหรือพืชที่สามารถให้ร่มเงาต่างๆได้ เช่น ไม้ ลำพู ลำแพน โปทะเล ต้นฝาด แสมสาคร พุทรา และกระถิน เป็นต้น
- ค. วัชพืชต่างๆ ที่ขึ้นอยู่บริเวณใกล้ๆแหล่งน้ำ เช่น ไม้ยราบ หญ้าชันอากาศ หญ้าวงช้าง ผักบุ้ง และสาบเสือ เป็นต้น

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

- ก. หิ่งห้อยที่มีระยะตัวอ่อนอาศัยอยู่บริเวณแหล่งน้ำจืด (aquatic firefly) เช่น บึง หนอง คลอง หรือ นาข้าว (ภาพ 1 ก) มักพบหิ่งห้อยชนิด *Luciola brahmina* Bourgeois ซึ่งเป็นหิ่งห้อยที่พบมากที่สุดในประเทศไทย และ *L. cingulata* Olivier หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียจะวางไข่ไว้ที่บริเวณใต้ใบ หรือบริเวณรากของจอกหรือแห่น ในระยะตัวอ่อนมักอาศัยอยู่บริเวณโคนก้านใบของพืชน้ำ เมื่อเจริญเติบโตเป็นหิ่งห้อยตัวเต็มวัยจะบินไปมาอยู่ระหว่างต้นไม้ในบริเวณนั้น
- ข. หิ่งห้อยที่มีระยะตัวอ่อนอาศัยอยู่บริเวณพื้นดินในพื้นที่ป่าซึ่งมีความชื้นตลอดปี (terrestrial firefly) ซึ่งบริเวณนี้พบว่ามีหลากหลายทางชนิดของหิ่งห้อยมากที่สุด

หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่อยู่ตามบริเวณพื้นดินที่มีความชุ่มชื้น เมื่อไข่ฟักออกมาใน ระยะตัวอ่อนจะอาศัยอยู่บนพื้นดินและหลบซ่อนตัวตามเศษใบไม้ กิ่งไม้ไผ่หรือหอย เป็นอาหาร (ภาพ 1 ข) และเมื่อเจริญเติบโตเป็นหิ่งห้อยตัวเต็มวัยก็จะอาศัยอยู่บนต้นไม้ ใกล้เคียง ๆ บริเวณนั้น หิ่งห้อยที่พบในบริเวณนี้ได้แก่ *Luciola chinensis* (Linnaeus), *L. circumdata* Motschulsky, *L. ovalis* (Hope), *L. substriata* Gorham, *Pyrophanes indica* Motschulsky, *Pyrocoelia analis* (Fabrieius), *P. grata* (Olivier), *P. tonkinensis* (Olivier), *Rhagophthalmus flavus* (Kawashima & Sato), *Diaphanes fenetrellus* (Bourgeois), *Lamprigera tenebrosa* (Walker) และ *Sternocladius* sp. เป็นต้น

- ค. หิ่งห้อยที่มีระยะตัวอ่อนอาศัยอยู่บริเวณที่ได้รับอิทธิพลขึ้น - ลงของระดับน้ำทะเล หรือ บริเวณป่าชายเลนและปากแม่น้ำ (semi - aquatic firefly) ซึ่งหิ่งห้อยที่พบอาศัยอยู่ใน บริเวณนี้มี 1 สกุล คือ สกุล *Pteroptyx* พบ 2 ชนิด คือ *P. malaccae* (Gorham) และ *P. valida* Olivier (ภาพ 1 ค) โดยพบว่าหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อนจะอาศัยอยู่บริเวณโคน ไม้ริมตลิ่ง ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลของระดับน้ำทะเล เต็มไปด้วยพรรณไม้ป่าชาย เลน อาทิเช่น ต้นลำพู ลำแพน แสม โกงกาง ลักษณะเด่นของหิ่งห้อยทั้งสองชนิดนี้คือ มี การกระพริบแสงที่เป็นจังหวะและพร้อมเพรียงกัน รวมไปถึงการอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม



ภาพที่ 1 แหล่งที่อยู่ของหิ่งห้อย

ก) บริเวณแหล่งน้ำซึ่งเป็นน้ำจืด

ข) บริเวณพื้นดินในพื้นที่ป่าซึ่งมีความชื้นตลอดปี

ค) บริเวณที่ได้รับอิทธิพลขึ้น - ลงของระดับน้ำทะเล หรือ บริเวณป่าชายเลนและปากแม่น้ำ

## 2.3 ลักษณะโดยทั่วไปของหิ่งห้อย

### สัณฐานวิทยาของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย

#### ก. ลำตัว

ลำตัวของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีรูปร่างทรงกระบอก ลำตัวอ่อนและปีกอ่อน ขนาดลำตัวยาวประมาณ 5 – 25 มิลลิเมตร ส่วนหัวมีแผ่นแข็ง (pronotum) ปกคลุม

ลำตัวของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยแบ่งออกเป็น 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) ออกปล้องแรก (prothorax)

2.2) ออกปล้องกลาง (mesothorax)

2.3) ออกปล้องหลัง (metathorax)

ออกแต่ละปล้องประกอบด้วยขา 1 คู่ สำหรับหิ่งห้อยบางชนิดพบว่าบริเวณออกปล้องแรกจะมีแผ่นแบนที่ยื่นออกมาคลุมส่วนหัว เว้นบริเวณตาทั้งสองข้างเป็นช่องใส ทำให้หิ่งห้อยสามารถมองเห็นทะลุผ่านมายังด้านบนได้ (ยุพา หาญบุญทรง, 2541 อ้างถึงใน วันดี สันติวุฒิมณี, 2541)

ส่วนปีก มีปีก 2 คู่ ประกอบด้วยปีกคู่หน้า เป็นปีกที่ไม่ได้มีไว้ใช้ในการบิน ตำแหน่งอยู่ที่บริเวณออกปล้องกลาง มีลักษณะเป็นแผ่นหนา (elytra) มีขนปกคลุม ปีกคู่หลัง เป็นปีกที่ใช้ในการบิน ตำแหน่งอยู่ที่บริเวณออกปล้องหลัง ปกติพับซ้อนกันอยู่ที่ปีกคู่หน้า เวลาบินจึงจะกางออก ลักษณะของปีกคู่หลังเป็นเยื่อบาง ๆ (membrane)

โดยปีกทั้งสองคู่มีความยาวเท่ากัน โดยยาวพอดีกับปลายปล้องท้องปล้องสุดท้าย นอกจากนี้ยังพบว่าหิ่งห้อยบางชนิดตัวเต็มวัยไม่มีปีก ตัวเต็มวัยมีลักษณะรูปร่างคล้ายระยะตัวอ่อน เช่น *Rhagophthalmus* sp. (Thompson, Hayes, and Lloyd, 1991)



3) ส่วนท้อง (abdomen) มีลักษณะเป็นปล้อง ๆ โดยทั่วไปมักพบอวัยวะผลิตแสง (light organ) อยู่ที่บริเวณท้องปล้องที่ 6 – 8 ซึ่งแตกต่างกันไปตามแต่ชนิดและเพศ อวัยวะผลิตแสงนี้ทำให้หิ่งห้อยต่างจากด้วงชนิดอื่น หิ่งห้อยใช้แสงที่ผลิตจากอวัยวะผลิตแสงเป็นตัวส่งสัญญาณสื่อสารกันระหว่างเพศเพื่อการผสมพันธุ์ (Copeland and Moiseff, 1997)

โดยทั่วไปหิ่งห้อยที่มีระยะตัวเต็มวัยมีปีก ตัวเต็มวัยเพศผู้ มีอวัยวะผลิตแสง 2 ปล้อง อยู่ที่ปล้องท้อง 2 ปล้องสุดท้าย เช่น ถ้าหิ่งห้อยชนิดนั้นมีปล้องท้องทั้งหมด 7 ปล้อง อวัยวะผลิตแสงจะอยู่บริเวณปล้องท้องปล้องที่ 6 และ 7 ส่วนหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมีย มีอวัยวะผลิตแสงเพียง 1 ปล้อง อยู่ที่บริเวณปล้องท้องปล้องรองสุดท้าย

ดังนั้น แสงของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้จึงมองเห็นได้ชัดเจนกว่าแสงของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมีย อย่างไรก็ตามหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียบางชนิดสามารถผลิตแสงได้ชัดเจนกว่าหิ่งห้อยเพศผู้เนื่องจากมีขนาดตัวที่ใหญ่กว่า นอกจากนี้ ยังพบว่าหิ่งห้อยบางสกุลที่เพศผู้มีปีกแต่ไม่มีอวัยวะเรืองแสง แต่หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียไม่มีปีกลักษณะคล้ายตัวอ่อนที่เรืองแสงได้ (มนต์สุวรรณค์ จินดาแสง, 2540)

#### ลักษณะวิทยาของตัวอ่อนหิ่งห้อย

ลักษณะของตัวอ่อนมีรูปร่างยาว ลำตัวแบ่งเป็นปล้อง มีขา 6 ขา และมีอวัยวะผลิตแสง 1 คู่ที่ด้านท้องปล้องที่ 8 ของลำตัว หิ่งห้อยระยะตัวอ่อน สามารถเรืองแสงได้เช่นเดียวกับตัวเต็มวัย ตัวอ่อนระยะแรกมีขนาดยาว 2 มิลลิเมตร มีสีเทา รูปร่างยาว หัวค่อนข้างเล็กหลบอยู่บริเวณใต้อกปล้องแรก ส่วนท้องมี 9 ปล้อง ตัวอ่อนทุกระยะมีรูปร่างเหมือนกัน ต่างกันที่ขนาด ความแข็งของลำตัว และสีที่เข้มขึ้น

## 2.4 วัฏจักรชีวิตของหิ่งห้อย

หิ่งห้อยมีการเปลี่ยนรูปร่างแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis) ประกอบด้วย วัฏจักรชีวิต 4 ระยะ คือ ระยะไข่ ระยะตัวอ่อน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย ซึ่งใช้เวลา 1 – 2 ปี แตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของหิ่งห้อย

### ระยะไข่

เมื่อหิ่งห้อยตัวเต็มวัยผสมพันธุ์กัน หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียมักจะวางไข่บริเวณที่ชื้น หรือบริเวณที่ปริ่มน้ำ ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ของหิ่งห้อย ได้แก่ หิ่งห้อยที่มีกลุ่มตัวอ่อนอาศัยอยู่บนพื้นดิน เช่น *Pyrocoelia analis* วางไข่เป็นกลุ่ม ๆ ที่ใต้ผิวดิน หิ่งห้อยชนิด *Luciola cruciata* วางไข่เดี่ยว ๆ ในดินที่ชื้นมาก ๆ (องค์การสวนพฤกษศาสตร์, 2546) และหิ่งห้อยที่มีกลุ่มตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำ ตัวเต็มวัยเพศเมียก็จะวางไข่ตามพืชน้ำ ลักษณะของไข่หิ่งห้อยทั่ว ๆ ไปมีสีเหลืองอ่อน ลักษณะทรงกลมรีผิวเรียบ ไข่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 มิลลิเมตร (Ohba and Sim, 1994) หิ่งห้อยเพศเมียวางไข่เป็นฟองเดี่ยวหรือกลุ่มตั้งแต่ 5 – 130 ฟอง เมื่อไข่ออกมาใหม่จะค่อนข้างเปราะบาง ผ่านไปประมาณ 1 วันผิวหน้าของไข่จะค่อย ๆ แข็งขึ้นจนกลายเป็นเปลือกแข็ง (Tyler, 1994) ระยะเวลาในการฟักของไข่ จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ถ้าอากาศร้อนจะฟักเป็นตัวอ่อนเร็วกว่าอากาศเย็น ส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 1 – 4 สัปดาห์ (Ohba and Sim, 1994) จากการรายงานของ Thompson และคณะ ในปี ค.ศ. 1991 พบว่า ส่วนใหญ่ระยะไข่จะฟักออกเป็นตัวอ่อนใช้เวลาประมาณ 13 – 27 วัน นอกจากนี้ยังพบว่าไข่ของหิ่งห้อยชนิด *Pyrocoelia lucifera* สามารถเรืองแสงอ่อน ๆ ได้หลังจากหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ไปแล้วประมาณ 2 – 3 วัน และยังมีรายงานเพิ่มเติมจากการศึกษาของ Yuma ในปี ค.ศ. 1984 ว่าขนาดของไข่ของหิ่งห้อยชนิด *Luciola cruciata* มีความสัมพันธ์กับขนาดของตัวอ่อน และน้ำหนักไข่จะลดลงตามอายุและช่วงฤดูกาลที่เพศเมียวางไข่ด้วย

สำหรับระยะไข่ของหิ่งห้อยชนิด *Pteroptyx malacca* จากการศึกษาศึกษาของสมหมายและองุ่น (2539) พบว่ามีการวางไข่เป็นฟองเดี่ยว ๆ ตามพื้นผิวดินที่ชื้นแฉะในบริเวณพื้นที่ป่าชายเลน ระยะไข่ใช้เวลาประมาณ 13 วันในการฟักเป็นตัวอ่อน ไข่มีลักษณะกลม สีเหลืองนวล มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร

### ระยะตัวอ่อน

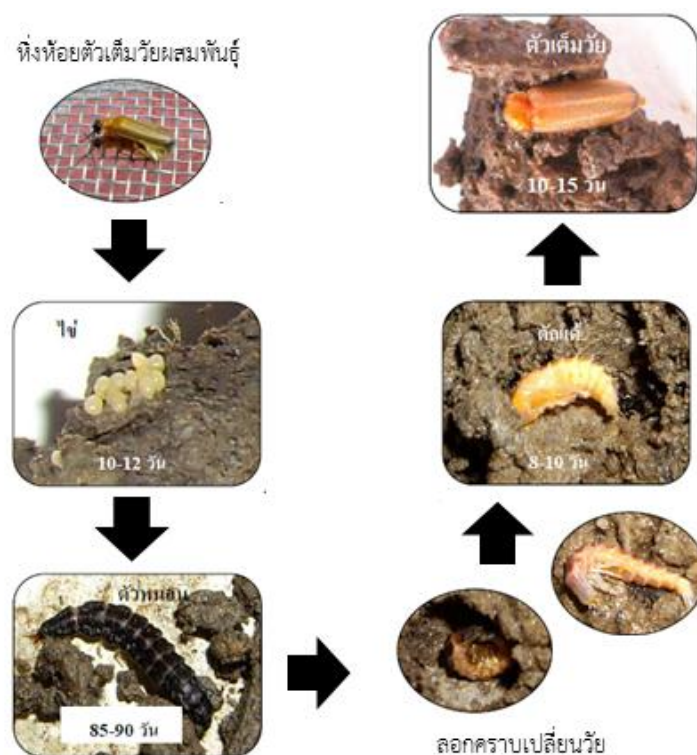
เมื่อไข่ฟักออกเป็นตัวอ่อนแล้ว ตัวอ่อนของหิ่งห้อยจะอาศัยอยู่ในบริเวณที่ที่ค่อนข้างชื้น โดยมักเกาะอยู่ตามพื้นดินใต้เศษซากใบไม้ ต้นหญ้าเล็กๆ ไปจนถึงต้นไม้ใหญ่ที่ให้ร่มเงา ลักษณะโดยทั่วไปของหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อน มีรูปร่างยาว ลำตัวแบ่งเป็นปล้อง มีความยาวประมาณ 2 – 5 มิลลิเมตร รูปร่างเหมือนตัวอ่อนทั่วไป ลำตัวใสอ่อนนุ่ม มีสีเขม่าควัน มีเหงือกอยู่รอบตัวเพื่อช่วยหายใจในน้ำ



2545)(อัญญา ทานเจริญ และ สวรรณ์ กิจทวี, 2545) ผิวหนังของดักแด้จะค่อนข้างบางและโปร่งแสง จนสามารถมองเห็นโครงสร้างของตัวเต็มวัยได้ เมื่อเวลาผ่านไปผิวหนังของดักแด้จะค่อย ๆ มีสีที่เข้มขึ้น ส่วนใหญ่หิ่งห้อยเพศผู้จะใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงจากดักแด้เป็นตัวเต็มวัยนานกว่าหิ่งห้อยเพศเมีย (Buschman, 1984) จากการศึกษาของ สมหมายและอรุณ (2543) รายงานว่าระยะดักแด้ของหิ่งห้อยชนิด *Pteroptyx malacca* ใช้เวลาประมาณ 7 วันก่อนลอกคราบกลายเป็นตัวเต็มวัย ดักแด้สามารถเรืองแสงอ่อน ๆ ได้ ประโยชน์จากการเรืองแสงนี้เป็นการตอบสนองต่อการสั่นสะเทือนเพื่อใช้ในการป้องกันตัวได้ หิ่งห้อยในระยะดักแด้นี้จะเป็นระยะที่มีช่วงเวลาสั้นที่สุด คือ ประมาณ 1 สัปดาห์ แล้วจึงเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัย (Ohba and Sim, 1994).

### ระยะตัวเต็มวัย

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



ภาพที่ 2 วัฏจักรชีวิตของหิ่งห้อย *Pteroptyx malaccae* Gorham ตั้งแต่ระยะไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ดัดแปลงจาก (สุทิตา กลุ่มบุตร, 2551)

## 2.5 การกระพริบแสงของหิ่งห้อย

การกระพริบแสงของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องพาราสิและเป็นการส่งสัญญาณเพื่อบอกตำแหน่งแก่คู่ผสมพันธุ์ (Ohba and Sim, 1994) โดยความเข้มแสง ช่วงความถี่ และสี (แดง เหลือง ส้ม เขียว) ของการกระพริบแสงในหิ่งห้อยแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน เช่น หิ่งห้อย *Pteroptyx valida* จะกระพริบแสงสีเหลืองอ่อน และมีความถี่ในการกระพริบแตกต่างจากหิ่งห้อยชนิดอื่น ๆ จากการศึกษาของ De Cock และ Matthysen (2003) รายงานว่าพฤติกรรมการกระพริบแสงของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพื่อการสื่อสารนี้ จะส่งสัญญาณกันเองระหว่างเพศผู้และเพศเมีย เพื่อสร้างความสนใจในการผสมพันธุ์ระหว่างชนิดและช่วยหลีกเลี่ยงการผสมข้ามสายพันธุ์ด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าหิ่งห้อยแต่ละชนิดจะกระพริบแสงในช่วงเวลาต่างกัน ในเวลากลางวันหิ่งห้อยมักหลบซ่อนตัวอยู่ใต้ก้อนหิน ใต้เศษใบไม้ และปรากฏตัวในตอนกลางคืนเพื่อหาคู่ หิ่งห้อยจะแสดงพฤติกรรมการกระพริบแสงประมาณครึ่งชั่วโมงถึงสองชั่วโมง หรือมากกว่านั้นในแต่ละคืน หากไม่ประสบความสำเร็จในการจับคู่ผสมพันธุ์ หิ่งห้อยจะหยุดการกระพริบแสงเพื่อรอในคืนต่อไป หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียทั้งที่มีปีกและไม่มีปีกมักจะกระพริบแสงอยู่กับที่ สามารถพบได้ที่บริเวณดินหรือบริเวณยอดหญ้า เนื่องจากหิ่งห้อย

ในระยะตัวเต็มวัยไม่กินอาหาร และการเคลื่อนที่ในแต่ละครั้งถือว่ามี การสูญเสียพลังงานมาก หิ่งห้อยเพศเมียส่วนใหญ่จึงต้องสะสมพลังงานไว้ใช้ในการวางไข่ จากการศึกษาของ (Tyler, 1994) ได้รายงาน ว่า จำนวนคืนที่หิ่งห้อยเพศเมียจะแสดงพฤติกรรมกระพริบแสงเพื่อดึงดูดคู่ผสมพันธุ์ อาจแสดง พฤติกรรมได้มากถึง 23 คืน ซึ่งจำนวนคืนของการกระพริบแสงจะผันแปรตามเวลาและบริเวณที่มัน เกาะอาศัย

หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้เป็นฝ่ายที่ต้องค้นหาแสงของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมีย ดังนั้น จึงมี พัฒนาการของปีกและสายตาที่ดีกว่า สำหรับในคืนที่มีลมพัดแรงจะมีหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้แสดง พฤติกรรมการกระพริบแสงค่อนข้างน้อยและจะไม่ค่อยออกมาปรากฏตัวในคืนที่มีฝนตก จาก การศึกษาของ Schwalb (1961) อ้างถึงใน Fu et al. (2009) พบว่า หิ่งห้อยเพศผู้มีจังหวะการ กระพริบแสงที่หลากหลาย ซึ่งหิ่งห้อยเพศผู้จะเลือกหิ่งห้อยเพศเมียที่มีจังหวะการกระพริบแสง เหมือนกันมากที่สุด

รูปแบบในการกระพริบแสงเพื่อส่งสัญญาณของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้แบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ

**รูปแบบที่หนึ่ง (System I)** เป็นการเรืองแสงอย่างต่อเนื่องของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมีย ชนิดที่ไม่มีปีกและไม่สามารถบินได้ เป็นการส่งสัญญาณดึงดูดให้เพศผู้มองเห็นและเข้ามาผสมพันธุ์ ด้วย พบในหิ่งห้อยบางชนิด เช่น *Lamprigera* spp.

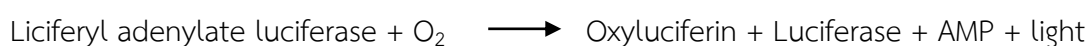
**รูปแบบที่สอง (System II)** เป็นรูปแบบการกระพริบแสงของหิ่งห้อยชนิดที่มีปีกทั้งเพศผู้ และเพศเมีย โดยหิ่งห้อยเพศผู้สามารถบินเข้าหาและจับคู่ผสมพันธุ์กับหิ่งห้อยเพศเมียที่ส่งสัญญาณ ตอบรับ ชนิดของหิ่งห้อยที่มีรูปแบบการกระพริบแสงแบบนี้จากการรายงานของ (Suzuki et al., 1996) ได้แก่ *Luciola* spp., *Photinus* spp. และ *Aspisoma* spp. เป็นต้น

Branham และ Greenfield (1996) อธิบายลักษณะการส่งสัญญาณกระพริบแสงของ หิ่งห้อยชนิด *Photinus consimilis* ว่าหิ่งห้อยเพศเมียจะกระพริบแสงเพียงช่วงสั้น ๆ เพื่อเป็นการ บอกให้หิ่งห้อยเพศผู้รับรู้ และในขณะเดียวกันก็จะกระพริบแสงด้วยช่วงจังหวะที่ยาวด้วยเมื่อต้องการ บอกให้รู้ว่าเป็นหิ่งห้อยชนิดเดียวกัน นอกจากนี้ Lloyd (1971) ได้ศึกษาลักษณะการกระพริบแสงของ หิ่งห้อยชนิด *Luciola japonica* พบว่ามีการกระพริบแสง 3 แบบ คือ เร็วและสว่าง เร็วและสว่าง ปานกลาง และเร็วแต่แสงน้อย สำหรับหิ่งห้อยชนิด *Luciola lateralis* ตัวเต็มวัยเพศเมียจะส่ง สัญญาณให้หิ่งห้อยเพศผู้โดยการบิดปลายส่วนท้องไปตามทิศที่หิ่งห้อยเพศผู้ส่งสัญญาณมา (Ohba, 1983)

## กลไกการกระพริบแสงของหิ่งห้อย

หิ่งห้อยมีอวัยวะพิเศษที่ใช้ในการกระพริบแสง ซึ่งอวัยวะพิเศษนั้นจะอยู่บริเวณส่วนปลายด้านท้องของลำตัวหิ่งห้อย ปล้องแสงจะมีสีขาวยุ่แตกต่างจากปล้องอื่น ๆ อย่างชัดเจน ซึ่งภายในปล้องแสงจะเต็มไปด้วยเซลล์ผลิตแสง (photocyte) ซึ่งเป็นเซลล์ขนาดใหญ่บรรจุสารเคมีที่สำคัญในการเกิดปฏิกิริยาการผลิตแสง กระบวนการการกระพริบแสงของหิ่งห้อยเกิดจากอวัยวะทำแสงถูกกระตุ้นโดยสายประสาทจนเกิดกระแสประสาทขึ้น เมื่อกระแสประสาทเคลื่อนตัวมาถึงปลายสุดของแขนงประสาท จะกระตุ้นให้เซลล์ทำแสงสร้างสารลูซิเฟอริน ปฏิกิริยาเริ่มจากสารลูซิเฟอรินที่ถูกกระตุ้นโดย ATP ร่วมกับแมกนีเซียมไอออนและเอนไซม์ลูซิเฟอเรส (luciferase enzyme) ทำให้เกิดแอดินิลลูซิเฟอริน (adenyl luciferin) และเมื่อถูกรวมเข้ากับออกซิเจนและเอนไซม์ลูซิเฟอเรส แล้วก็จะเกิดแอดินิลออกซิลลูซิเฟอรินสถานะกระตุ้น (excited adenyloxyluciferin) (Fraga et al., 2004) ซึ่งต่อมากจะสลายตัวเองไปเป็นแอดินิลออกซิลลูซิเฟอริน (adenyloxyluciferin) ซึ่งเป็นสารที่มีพลังงานต่ำและให้พลังงานแสงออกมา (Zako et al., 2003) ปฏิกิริยาดังกล่าวสามารถเปลี่ยนพลังงานเคมีประมาณ 90% ของพลังงานทั้งหมดให้เป็นแสงสว่าง ดังนั้นจึงทำให้แสงที่เกิดเป็นแสงเย็น (cold light) และอุณหภูมิในตัวของหิ่งห้อยจึงไม่สูงขึ้น เมื่อเกิดแอดินิลออกซิลลูซิเฟอรินขึ้น สารนี้จะไปรวมกับเอนไซม์ลูซิเฟอเรส กลายเป็นสารยับยั้งในการเกิดปฏิกิริยาขั้นต่อไป ซึ่งในการเกิดปฏิกิริยาขั้นตอนนี้จะมีสารไพโรฟอสเฟต เกิดขึ้นเพื่อช่วยกำจัดสารยับยั้งนี้ เมื่ออวัยวะทำแสงถูกกระตุ้นจนเกิดกระแสประสาท กระแสประสาทจะเคลื่อนตัวมาที่ปลายสุดของเส้นประสาทและช่วยกระตุ้นให้กระแสประสาทส่วนนี้ปล่อยสารอะเซทิลโคลีน (acetylcholine) แพร่เข้าไปในเซลล์ผลิตแสง หลังจากนั้นสารอะเซทิลโคลีนจะเข้าทำปฏิกิริยากับ ATP และโคเอนไซม์ เอ (coenzyme A) เปลี่ยนเป็นไพโรฟอสเฟต (pyrophosphate) และกระตุ้นให้เกิดแสง ในขณะที่ปฏิกิริยาภายในอนุภาคไวแสงกำลังดำเนินไป จะมีสารไพโรฟอสเฟตเกิดขึ้นจำนวนมาก และสารนี้จะแพร่กระจายไปจนทั่วเซลล์ ทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นภายในเซลล์และดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง แสงของหิ่งห้อยโดยส่วนใหญ่จะมีช่วงความยาวคลื่นอยู่ที่ประมาณ 500 – 650 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงคลื่นแสงที่มีแสงสีเขียวแกมเหลือง

### สมการการเกิดปฏิกิริยาเคมี



## 2.6 อาหารของหิ่งห้อย

ตัวอ่อนของหิ่งห้อยมีฟันทราม 1 คู่ ลักษณะเป็นรูปเคียวโค้งเข้าหากัน และมีท่อยาวแคบ ๆ เปิดออกบริเวณตรงปลาย ในแต่ละครั้งที่ตัวอ่อนกัดเหยื่อ ฟันทรามจะแทงลงไปที่ยืดของเหยื่อและมีของเหลวสีน้ำตาลไหลลงไปตามท่อของขากรรไกรเข้าสู่เนื้อของเหยื่อ ซึ่งของเหลวสีน้ำตาลนี้ เป็นสารที่มีพิษ เรียกว่า ลูซิบูฟากินส์ (Lucibufagins) สารพิษนี้ถูกผลิตมาจากลำไส้เล็กของตัวอ่อนหิ่งห้อย มีความสามารถในการย่อยสลายโปรตีน และออกฤทธิ์ 2 แบบ คือ ทำให้เหยื่อเป็นอัมพาต และย่อยเนื้อของเหยื่อจนกลายเป็นของเหลว เพื่อที่ตัวอ่อนหิ่งห้อยจะได้ดูดของเหลวนั้นกินเป็นอาหาร (Tyler, 1994) หิ่งห้อยในระยะตัวอ่อน จะกินสัตว์ขนาดเล็กที่อาศัยในดินเลนเป็นอาหาร ส่วนใหญ่จะเป็นหอยได้แก่ หอยเชอรี่ หอยคัน เป็นต้น (ศุภสรณ์ เจริญวัฒนา, 2546) จากการศึกษาของ Tyler (1994) ได้รายงานว่าโดยทั่วไปหิ่งห้อยไม่มีความจำเพาะเจาะจงต่อการเลือกกินหอยชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นพิเศษ และระยะตัวอ่อนของหิ่งห้อยบางชนิดอาจกินกิ้งกือ ไส้เดือน แมลงขนาดเล็ก เป็นอาหาร ในขณะที่มีตัวอ่อนของหิ่งห้อยบางชนิดกินหิ่งห้อยด้วยกันเองเป็นอาหารด้วย (Yuma, 1986) หิ่งห้อยในระยะตัวเต็มวัยจะกินเพียงน้ำหวานจากเกสรดอกไม้หรือน้ำค้างเท่านั้นเป็นอาหาร (Ohba and Sim, 1994)

## 2.7 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน

ป่าชายเลน หรือ ป่าโกงกาง (mangrove forest หรือ intertidal forest) เป็นกลุ่มสังคมพืชที่สามารถขึ้นได้ในพื้นที่ที่มีระดับน้ำทะเลขึ้น - ลงได้ มักพบบริเวณชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำหรืออ่าว จัดเป็นระบบนิเวศที่มีความเฉพาะตัวและโดดเด่น เชื่อมโยงระหว่างบกและทะเล บทบาทความสำคัญของป่าชายเลน คือ ช่วยรักษาสมดุลของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ช่วยกักเก็บคาร์บอน บำรุงดิน ช่วยกักเก็บน้ำจืด ช่วยกรองน้ำเสีย ช่วยป้องกันพายุ คุ้มครองการกัดเซาะชายฝั่ง เป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน และศูนย์รวมความหลากหลายทางชีวภาพที่เอื้อประโยชน์ต่อชีวิตมนุษย์ และนอกจากนี้ยังเป็นแหล่งศึกษาวิจัยและเป็นสถานที่ท่องเที่ยว ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ป่าชายเลนมีคุณค่าทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจของประเทศอย่างมหาศาล

จากการรายงานของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2552) ได้รายงานว่า เมื่อจำนวนประชากรสิ่งมีชีวิตมีมากขึ้น ทำให้ความต้องการในการใช้ทรัพยากรและพื้นที่อยู่อาศัยเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย การพัฒนาในรูปแบบต่าง ๆ ได้ลดน้อยลง และจากข้อมูลการสำรวจพื้นที่ป่าชายเลนครั้งแรกของกรมป่าไม้ ในปี พ.ศ. 2504 พบว่า มีพื้นที่อยู่จำนวน 2,299,375 ไร่ และต่อมาในปี พ.ศ. 2518 ได้มีการสำรวจพื้นที่ป่าชายเลนอีกครั้ง พบว่าพื้นที่ป่าชายเลนลดลงถึง 345,000 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 15 ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมด ในปี พ.ศ. 2504 จากนั้นได้มีการสำรวจเรื่อยมาเป็นระยะ ๆ และพบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2522 - 2539 เป็นช่วงที่การทำนาเกลือได้รับความนิยมนเป็นพิเศษ ทำให้พื้นที่ป่าชายเลน



ลดลงถึง 567,001 ไร่ หรือคิดเป็นจำนวน 81,000.14 ไร่ต่อปี จากการสำรวจพื้นที่ป่าชายเลนในช่วงนั้น พบว่ามีจำนวนป่าชายเลนคงเหลืออยู่เพียงร้อยละ 47.19 ของพื้นที่ป่าชายเลนในปี พ.ศ. 2504 และข้อมูล ในปี พ.ศ. 2539 พบคงเหลือพื้นที่ป่าชายเลนเพียงประมาณ 1,047,390 ไร่ เท่านั้น

จากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงและลดลงอย่างรวดเร็วของพื้นที่ป่าชายเลนในประเทศไทย รัฐบาลจึงมีนโยบายการฟื้นฟูและการอนุรักษ์ป่าชายเลนที่ชัดเจนมากขึ้น โดยมีมติจากคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน 2539 ให้ยกเลิกการให้สัมปทานการทำไม้ในเขตป่าชายเลน โดยอายุการให้สัมปทานการทำไม้จะสิ้นสุดลงในปี พ.ศ. 2546 ต่อมาได้มีการสำรวจพื้นที่ป่าชายเลนอีกครั้ง ในปี พ.ศ. 2543 พบว่ามีพื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2539 จำนวน 1,525,997.67 ไร่ และจากการสำรวจล่าสุด ในปี พ.ศ. 2547 พบว่าพื้นที่ป่าชายเลนเริ่มลดลงอีกครั้ง โดยเหลืออยู่เพียง 1,460,621.86 ไร่

นอกจากการนี้ กรมป่าไม้ได้รายงานเกี่ยวกับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทยว่าเกิดขึ้นเนื่องจากการดำเนินการที่ล้าหลังแต่เป็นการตอบสนองนโยบายความต้องการของประชากรที่เพิ่มสูงขึ้น อันได้แก่ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การเกษตรกรรม การทำนาเกลือ การใช้ประโยชน์จากไม้ และการขยายตัวของชุมชน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีกิจกรรมอื่นๆ เช่น การทำเหมืองแร่ การสร้างท่าเทียบเรือ การสร้างถนนและสายส่งไฟฟ้า ฯลฯ ซึ่งมีการดำเนินการในพื้นที่ป่าชายเลนบางแห่งตามแต่ความเหมาะสมและความจำเป็น ซึ่งล้าหลังแต่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทยอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด

สถานีวิจัยทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี เป็นพื้นที่หนึ่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลน และพบหิ่งห้อยอาศัยอยู่ในพื้นที่เป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามคาดว่ายังมีหิ่งห้อยอีกหลายชนิดพันธุ์ที่ยังไม่พบข้อมูลการศึกษาในบริเวณพื้นที่นี้ และยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบจากการลดลงของป่าชายเลนที่อาจมีผลต่อประชากรหิ่งห้อยในแถบเอเชียรวมถึงในประเทศไทย การศึกษาประชากรหิ่งห้อยในพื้นที่ป่าชายเลนจึงเป็นประโยชน์ในการอนุรักษ์หิ่งห้อยควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ป่าชายเลน เพื่อให้หิ่งห้อยไม่สูญพันธุ์และทราบหลักการในการพัฒนาป่าชายเลนที่ยั่งยืนต่อไป

### บทที่ 3

#### พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา พิกัด GPS: 48P 0211323, UTM 1368424 ตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกของประเทศไทย ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัดจันทบุรี ห่างจากอำเภอเมืองประมาณ 26.45 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 756.038 ตารางกิโลเมตร มีแม่น้ำสำคัญ คือ แม่น้ำเวฬุ ซึ่งจัดเป็นแหล่งน้ำกร่อยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของชาวบ้านที่อาศัยอยู่ภายในลุ่มน้ำเวฬุ มีต้นกำเนิดมาจากเขาสระบาปและเขาชะอม ไหลผ่านบ้านท่าจอด ตำบลแสนตุ้ง อำเภอเขาสมิง ลงสู่ทะเลที่บ้านเกาะจิก ตำบลบางชัน อำเภอขลุง และพื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในพื้นที่ของสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) ตำบลบ่อ อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 150,000 ไร่ พื้นที่ทั้งหมดครอบคลุมรอยต่อระหว่างจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด (ภาพที่ 3)

ลักษณะโครงสร้างดั้งเดิมของป่าชายเลน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี เมื่อปี พ.ศ. 2519 พบพรรณไม้ป่าชายเลนหลากหลายชนิด เช่น พรรณไม้ในวงศ์ Rhizophoraceae, Sonneratiaceae, Verbenaceae, Meliaceae, Myrsinaceae, Caesalpiniaceae, Palmae, Sterculiaceae, Combretaceae, Myrtaceae, Apocynaceae, Acanthaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Malvaceae, Lauraceae, Ebenaceae และ Flagellariaceae เป็นต้น (Aksornkoae, 1976)

ความหลากหลายของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่ในบริเวณลุ่มน้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี มีจำนวนทั้งสิ้น 16 ชนิด เป็นป่าปลุกมีอายุประมาณ 8 - 15 ปี โดยมีพันธุ์ไม้ที่เด่น คือ โกงกางใบเล็ก *Rhizophora apiculata* Blume รองลงมา คือ โกงกางใบใหญ่ *Rhizophora mucronata* (Lamk) แสมดำ *Avicennia officinalis* Linn. และแสมขาว *Avicennia alba* Blume ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ไม้จำพวกโปรงแดง *Ceriops tagal* (Perr), ตาตุ่มทะเล *Excoecaria agallocha* (L.), ฝาดดอกแดง *Lumnitzera littorea* (Willd), ตะบูนขาว *Xylocarpus granatum* Koen และพังกาหัวสุ่มดอกแดง *Bruguiera gymnorrhiza* (L.) พบว่ามีการขึ้นแบบกระจัดกระจายไม่หนาแน่น (สนธิ อักษรแก้ว, 2541)

พื้นที่ศึกษาแบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือพื้นที่ศึกษาที่ 1 มีลักษณะพื้นที่โดยรอบเป็นพื้นที่ป่าชายเลนแบบป่าปลุก ที่มีพันธุ์ไม้ป่าชายเลนนานาชนิด (ภาพที่ 4) และพื้นที่ศึกษาที่ 2 เป็นพื้นที่ป่าชายเลนที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพไปเป็นอาคารสำนักงาน และที่พักอาศัยของเจ้าหน้าที่ (ภาพที่ 5) ทั้งสองพื้นที่มีอาณาเขตติดกับแม่น้ำสำคัญ คือ แม่น้ำเวฬุ

### 3.1 พื้นที่ศึกษาที่ 1: พื้นที่ป่าชายเลน (ภาพที่ 4)

เป็นพื้นที่ป่าชายเลนแบบป่าปลุกที่อุดมสมบูรณ์ มีพรรณไม้หลากหลายชนิด เช่น ต้นโกงกางใบเล็ก *Rhizophora apiculata* Blume, ต้นโกงกางใบใหญ่ *Rhizophora mucronata* (Lamk), เหงือกปลาหมอ *Acanthus ebracteatus* Vahl, จาก *Nypa fruticans* Wurmp และ ปอทะเล *Hibiscus tiliaceus* Linn. เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสิ่งมีชีวิตอีกหลายชนิดอาศัยอยู่ในบริเวณนี้เป็นจำนวนมาก เช่น ปูแสม *Neopisesarma mederi*, ปูก้ามดาบ *Uca perplexa*, เสือปลา *Prionailurus viverrinus* รวมไปถึงหิ่งห้อยอีกหลายชนิด เป็นต้น พื้นที่ศึกษาดังอยู่บนเส้นทางชมหิ่งห้อยบนถนนลาดยาง มีระยะทางยาวประมาณ 2 กิโลเมตร สองข้างทางรายล้อมไปด้วยพันธุ์ไม้ป่าชายเลน และพันธุ์ไม้เด่นในบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1 คือ ต้นโกงกางใบเล็ก

### 3.2 พื้นที่ศึกษาที่ 2: พื้นที่ป่าชายเลนที่มีการบุกรุก (ภาพที่ 5)

พื้นที่ศึกษาบริเวณนี้ มีเนื้อที่ประมาณ 4 ไร่ พื้นที่โดยรอบถูกเปลี่ยนสภาพไปเป็นอาคารสำนักงาน บ้านพักเจ้าหน้าที่ และเรือนนอนสำหรับผู้เข้ามาท่องเที่ยวภายในสถานี ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ไปบ้างแต่ยังพบพันธุ์ไม้ป่าชายเลนมีจำนวนไม่มากนักกระจายอยู่บางตา พันธุ์ไม้เด่นในพื้นที่นี้ คือ โกงกางใบเล็ก เช่นเดียวกับในพื้นที่ศึกษาที่ 1





ภาพที่ 4 พื้นที่ศึกษาที่ 1 พื้นที่ป่าชายเลน เป็นแปลงปลูกไม้ป่าชายเลนมีอายุประมาณ 8 - 15 ปี



ภาพที่ 5 พื้นที่ศึกษาที่ 2 พื้นที่ป่าชายเลนที่มีการบุกรุก พบการตัดแปลงและการเปลี่ยนสภาพพื้นที่บางส่วนไปเป็นอาคารสำนักงาน และที่พักอยู่อาศัยของเจ้าหน้าที่และนักท่องเที่ยว

## บทที่ 4

# การศึกษาชนิด ความชุกชุมของหึ่งห้อย และความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุม ของหึ่งห้อยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากร ป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี

### 4.1 บทนำ

ปัจจุบันทั้งความชุกชุมและชนิดของหึ่งห้อยในหลายพื้นที่ลดลงอย่างรวดเร็ว โดยการลดลงของจำนวนหึ่งห้อยมาจากหลายสาเหตุ เช่น การทำลายและเปลี่ยนแปลงแหล่งที่อยู่อาศัยของหึ่งห้อย โดยหลายพื้นที่ ซึ่งแต่เดิมมีความอุดมสมบูรณ์ แต่ปัจจุบันได้ถูกทำลายลง อันเนื่องมาจากการเติบโตทางเศรษฐกิจและการขยายตัวของสังคมเมือง จึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้เพื่อไปทำกิจกรรมต่าง ๆ มีการสร้างอาคารบ้านเรือน การตัดถนน รวมไปถึงการขยายพื้นที่เพื่อการเกษตรกรรม เช่น การไถพื้นที่เพื่อเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ การตัดหรือเผาหญ้า การกระทำดังกล่าวข้างต้นทำให้สมดุลของธรรมชาติในพื้นที่นั้นเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้เกิดการขาดความต่อเนื่องของแหล่งที่อยู่อาศัย และทำให้สิ่งมีชีวิตอื่นหลากหลายชนิดรวมไปถึงหึ่งห้อยไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของบรรยากาศโลกโดยตรงหรือโดยอ้อม (ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา) ทำให้ในปัจจุบันโลกประสบปัญหาสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไปไม่ตรงตามฤดูกาลและแปรปรวนอย่างรวดเร็ว ผลกระทบดังกล่าวที่คาดการณ์ว่าเกิดขึ้นในประเทศไทย ตัวอย่างเช่น อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในฤดูกาลเปลี่ยนไป ปริมาณน้ำฝนไม่มากพอที่จะชดเชยการสูญเสียน้ำที่เพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิในโลกเพิ่มสูงขึ้นย่อมส่งผลให้เกิดความแห้งแล้งและฝนตกน้อย บางพื้นที่อาจเกิดปัญหาน้ำท่วมเนื่องจากอุณหภูมิเพิ่มขึ้นน้อย ปัจจุบันป่าเป็นแหล่งสำคัญที่กักเก็บความชื้นให้กับโลก และช่วยดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ในปริมาณมหาศาลถูกทำลายลง ส่งผลให้เกิดภาวะเรือนกระจก (จิรพล สินธุนาวา, 2557) ปัญหาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลกส่งผลให้ฤดูกาลต่าง ๆ ของไทยเปลี่ยนแปลงไป ลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้มีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ฤดูร้อนยาวนานกว่าในอดีต ส่งผลให้ฤดูฝนเลื่อนออกไป ก่อให้เกิดฝนตกหนักและเกิดน้ำท่วมได้ในหลายพื้นที่ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพเปลี่ยนแปลงไปด้วย (ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล, 2555) สัตว์และพืชบางชนิดอาจสูญพันธุ์ ศัตรูพืชบางอย่างไม่สามารถควบคุมได้

นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าไม้ ระบบนิเวศน้ำจืดและน้ำเค็ม การทำการเกษตร ปัญหาสุขภาพของมนุษย์ ตลอดจนภัยธรรมชาติที่รุนแรง เป็นต้น

สถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี เป็นพื้นที่หนึ่งที่เกิดการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศป่าชายเลนรวมไปถึงหิ่งห้อยหลากหลายชนิดเป็นจำนวนมาก พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำและชายฝั่งทะเลในบริเวณเขตรวมรุกเขตร้อน ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ก่อให้เกิดฝนตกชุกเกือบตลอดทั้งปี จากสภาพภูมิอากาศที่ค่อนข้างจำเพาะในบริเวณพื้นที่ศึกษาข้างต้น จึงอาจมีผลต่อการดำรงชีวิตของหิ่งห้อยในบริเวณพื้นที่ศึกษาได้ และสืบเนื่องจากในปี พ.ศ. 2540 รัฐบาลได้กำหนดให้มีการส่งเสริมการท่องเที่ยว เพื่อเป็นกลยุทธ์ในการฟื้นฟูเศรษฐกิจ โดยจัดให้มีการรณรงค์ปีแห่งการท่องเที่ยวไทยขึ้นในปี พ.ศ. 2541 – 2542 หรือ Amazing Thailand 1998 – 1999 และมอบหมายให้หน่วยงานราชการต่าง ๆ สนับสนุนนโยบายนี้ (ยาใจ ศรีวิโรจน์, 2556) ทางสถานีได้สังเกตเห็นว่าการปฏิบัติงานด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรดังกล่าวจะบรรลุเป้าหมายได้ จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากชุมชนและประชาชน จึงได้จัดตั้งสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) เป็นศูนย์การเรียนรู้และท่องเที่ยวเชิงนิเวศขึ้นในปี พ.ศ. 2549 โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 9 ส่วน คือ ส่วนกางเต็นท์, ส่วนสำนักงาน, เส้นทางจักรยาน, สวนรุกขชาติ, เส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติเส้นทางที่ 1, เส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติเส้นทางที่ 2, ศูนย์อนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำ, สวนนกน้ำ และเส้นทางชมหิ่งห้อย มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 2,000 ไร่ จากข้อมูลข้างต้น พบว่าสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) มีการปรับสภาพพื้นที่บางส่วนเพื่อทำนาุ้ง การประมงชายฝั่ง การสร้างอาคารสำนักงาน บ้านเรือนของชาวบ้านในละแวกใกล้เคียง รวมไปถึงการส่งเสริมการท่องเที่ยว ส่งผลต่อการทำลายสมดุลของระบบนิเวศภายในพื้นที่ สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศนั้น ต่างลดจำนวนลง รวมไปถึงหิ่งห้อยที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้ด้วย อีกทั้งยังไม่มีการศึกษาและรายงานชนิดของหิ่งห้อยและความชุกชุมในรอบปีของหิ่งห้อยในพื้นที่บริเวณนี้ จึงนำมาสู่วัตถุประสงค์ของการศึกษาจำนวนชนิดหิ่งห้อยและความชุกชุมของหิ่งห้อยในรอบปีที่บริเวณพื้นที่ศึกษานี้ และจากการศึกษาข้างต้นยังสามารถนำข้อมูลที่ได้ใช้เป็นฐานข้อมูลและนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดการการอนุรักษ์หิ่งห้อยและการจัดการพื้นที่ป่าชายเลนได้อย่างยั่งยืนต่อไป

## 4.2 วิธีการศึกษา

### ก. ช่วงเวลาในการศึกษา

เก็บข้อมูลเป็นระยะเวลาทั้งหมด 14 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 โดยทำการศึกษา 3 คืน / 1 เดือน กำหนดช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลให้อยู่ในช่วงเดือนข้างแรม โดยเริ่มตั้งแต่แรม 8 ค่ำ ของแต่ละเดือน

### ข. การสำรวจชนิดหึ่งห้อยภายในพื้นที่ศึกษา

การสำรวจชนิดหึ่งห้อยและการศึกษาความชุกชุมของหึ่งห้อยภายในพื้นที่ศึกษาทั้งสองพื้นที่มีระยะทางในการสำรวจพื้นที่ละ 2 กิโลเมตร โดยพื้นที่ศึกษาได้อธิบายใน บทที่ 3 ข้อ 3.1 และ 3.2

สำรวจชนิดหึ่งห้อยภายในพื้นที่ศึกษาโดยใช้สวิงจับแมลง (aerial net) ลักษณะของสวิงจับแมลงเป็นถุงผ้ารูปรวยขนาดใหญ่มีด้ามถือ ขนาดของลวดทำขอบมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.3 เซนติเมตร ขดทำวงที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 30 – 35 เซนติเมตร ด้ามถือมีลักษณะเบา กลม ยาวประมาณ 1 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร วิธีการจับแมลง โฉบหึ่งห้อยแล้วสะบัดถุงให้พับปิดเพื่อป้องกันไม่ให้แมลงหลุดออกมาได้ เก็บตัวอย่างหึ่งห้อยทุก ๆ 100 เมตร ตลอดแนวเส้นทางการสำรวจ เก็บตัวอย่างหึ่งห้อยไว้ในขวดที่ภายในบรรจุแอลกอฮอล์ 70% จากนั้นนำตัวอย่างหึ่งห้อยกลับสู่ห้องปฏิบัติการเพื่อทำการจัดจำแนกชนิดหึ่งห้อย โดยใช้ลักษณะของหึ่งห้อยเพศผู้ในการจัดจำแนกทางรูปอนุกรมวิธานตาม (Ballantyne, 2001)

### ค. การศึกษาความชุกชุมของหึ่งห้อย

การเก็บข้อมูลในแต่ละเดือน ผู้ศึกษาจะเข้าไปในพื้นที่ศึกษาก่อนเวลาพระอาทิตย์ตกดินประมาณ 30 นาที เพื่อทำการสำรวจหึ่งห้อยภายในพื้นที่ศึกษาและติดตั้งอุปกรณ์การถ่ายภาพหึ่งห้อย โดยการถ่ายภาพหึ่งห้อยจะใช้กล้อง Digital Single Lens Reflex (DSLR) รุ่น Nikon D3200 ถ่ายภาพแสงกระพริบของหึ่งห้อยในเวลากลางคืน

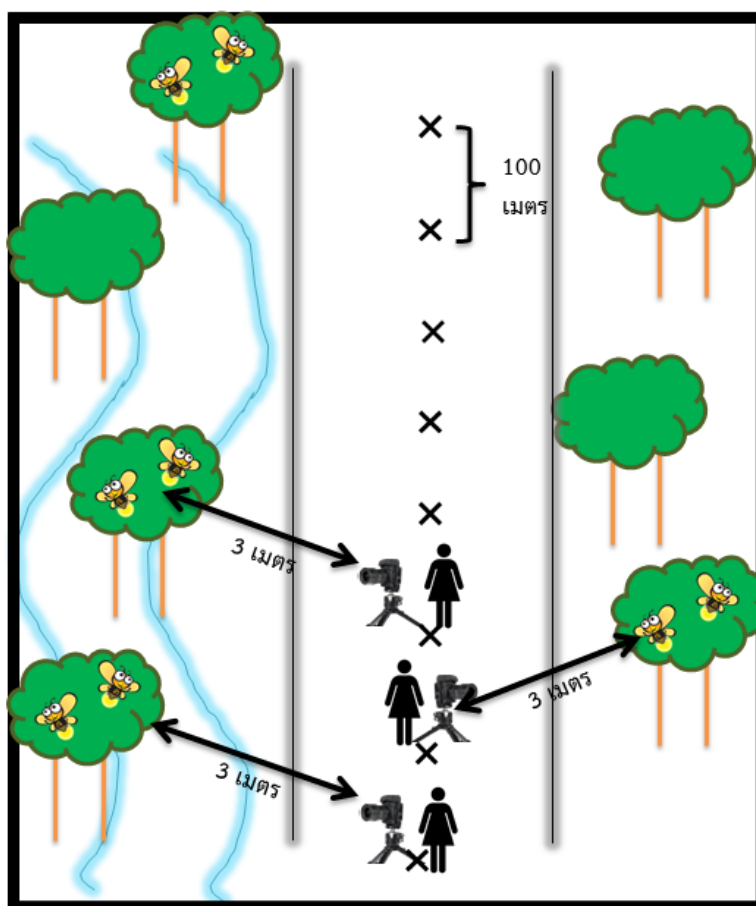
### รูปแบบการตั้งค่ากล้องและการถ่ายภาพ

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

การถ่ายภาพหึ่งห้อยในพื้นที่ศึกษา หลังจากเตรียมตั้งกล้องแล้ว ทำการถ่ายภาพไปตามแนวสำรวจ (line transect) ตั้งแต่เวลา 19:00 น. – 23:00 น. จากตำแหน่งจุดเริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด เป็นระยะทางทั้งหมด 2 กิโลเมตร โดยถ่ายภาพความชุกชุมของหึ่งห้อยทุก ๆ ระยะทาง 100 เมตร (ตลอด



แนวสำรวจมีจุดศึกษาที่ทำการถ่ายภาพทั้งหมด 20 จุดในแต่ละพื้นที่ศึกษา) ทำการถ่ายภาพความชุกชุมของหิ่งห้อยจุดศึกษาละ 10 ภาพ โดยระยะห่างระหว่างแนวเส้นสำรวจจนถึงต้นพืชที่พบความชุกชุมของหิ่งห้อยมีระยะทางประมาณ 3 เมตร (แสดงใน ภาพที่ 6) ภาพถ่ายแต่ละภาพที่ถ่ายได้ในแต่ละเดือนจะนำกลับมานับจำนวนความชุกชุมของหิ่งห้อยที่ห้องปฏิบัติการ จากนั้นจึงทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยจำนวนความชุกชุมของหิ่งห้อยต่อหนึ่งภาพ (กำหนดให้ 1 จุดสว่าง = หิ่งห้อย 1 ตัว) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ห้องปฏิบัติการต่อไป



ภาพที่ 6 ตัวอย่างการถ่ายภาพความชุกชุมของหิ่งห้อยในพื้นที่ศึกษาที่ 1 พื้นที่ป่าชายเลนแบบป่าปลูก

### การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลจำนวนแสงกระพริบของหิ่งห้อยแต่ละภาพที่นับได้ในแต่ละเดือนถูกนำมาตรวจสอบ homogeneity test / normality test และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้สถิติ Kruskal - Wallis one-way ANOVA, Dunn's method ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

## ง. การศึกษาปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของหิ่งห้อย

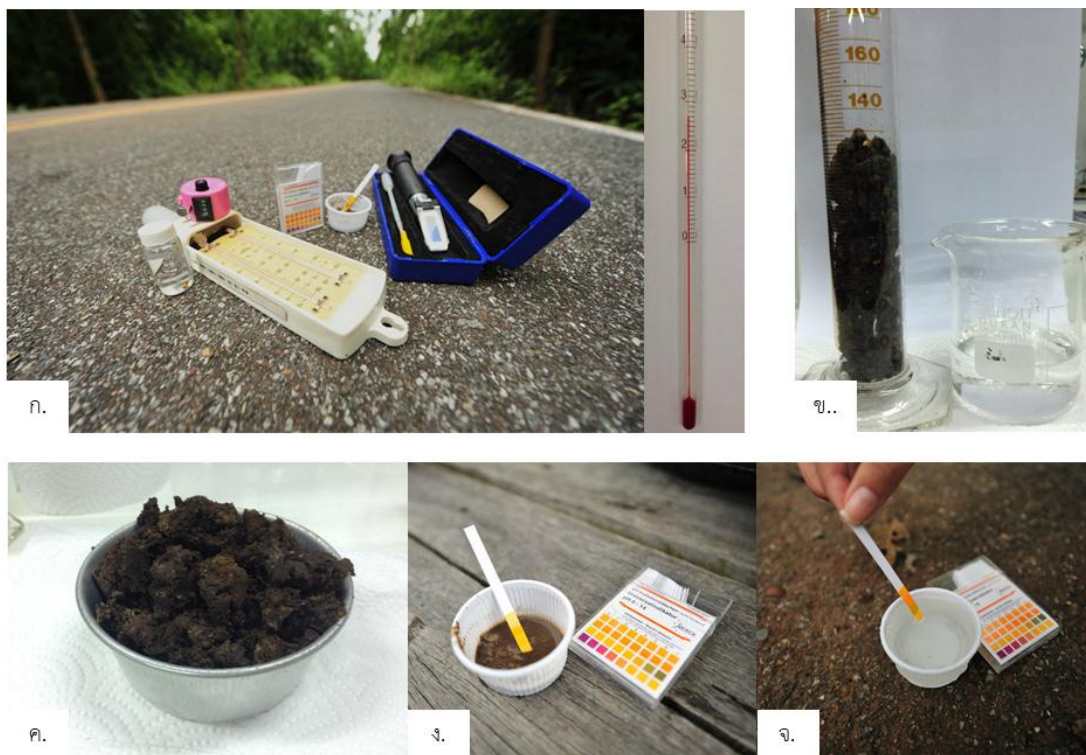
### ปัจจัยทางกายภาพ

ในพื้นที่ศึกษาทำการวัดอุณหภูมิของอากาศ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ และวัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศโดยใช้ไฮโกรมิเตอร์ ในเวลา 17:00 น. และเวลา 21:00 น. วัดอุณหภูมิของอากาศและความชื้นสัมพัทธ์อากาศจำนวน 6 ครั้ง/เดือน ส่วนข้อมูลปริมาณน้ำฝนใช้ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และปริมาณน้ำฝนใช้ประกอบการอธิบายและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ตรวจหาค่าความเป็นกรด – เบสของน้ำโดยใช้กระดาษพีเอช (pH paper) และวัดความเค็มของน้ำ โดยใช้เครื่องวัดความเค็ม (salinometer) ในการวัดคุณภาพน้ำจะทำการวัดทุกเดือน จากพื้นที่ศึกษาทั้งสองพื้นที่

เก็บตัวอย่างดินจากผิวดิน ในพื้นที่ศึกษาบริเวณใกล้กับชะวากทะเล บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1 ซึ่งเป็นพื้นที่ผสมผสานระหว่างน้ำจืดและน้ำเค็ม และมีความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิตมาก โดยใช้พลั่วตักดินที่ความลึกประมาณ 10 เซนติเมตรและมีระยะห่างจากทางเดินประมาณ 10 เมตร เก็บดินในเดือนมกราคม พ.ศ. 2556 และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556 เพื่อเป็นตัวอย่างลักษณะดินในฤดูแล้งและฤดูฝน จากนั้นนำไปวิเคราะห์เนื้อดินจากขนาดอนุภาคของเม็ดดิน โดยการนำตัวอย่างดินที่ได้จากการเก็บในพื้นที่ศึกษาใส่ในกระบอกตวงแก้ว จากนั้นเติมน้ำกลั่นและดูการแบ่งชั้นของดิน จำแนกชนิดของดินโดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ของดินทราย ดินทรายแป้งและดินเหนียวที่ได้มาเทียบกับแผนภูมิสามเหลี่ยมจำแนกประเภทของดิน (ดัดแปลงมาจากวิธี soil texture โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์) (Jones and Benton, 1999) นอกจากนี้ยังทำการตรวจสอบค่าความเป็นกรด – เบส ของดินโดยใช้ pH paper และหาความเค็มของดินโดยใช้เครื่องวัดความเค็ม

ข้อมูลความเป็นกรด – เบสของน้ำ, ความเค็มของน้ำ, ความเป็นกรด – เบสของดิน, ความเค็มของดิน และชนิดของดิน ใช้ประกอบการอธิบายข้อมูลความชุกชุมของหิ่งห้อยในพื้นที่ศึกษาทั้งสองพื้นที่



ภาพที่ 7 เครื่องมือที่ใช้เก็บปัจจัยกายภาพและการเก็บข้อมูลปัจจัยกายภาพต่างๆ

ก. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บปัจจัยกายภาพ

ข. ตัวอย่างการศึกษาดินในห้องปฏิบัติการ

ค. ลักษณะของเนื้อดินที่ได้จากการเก็บในพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี

ง. การวัดค่าความเป็นกรด - เบสของดิน โดยใช้กระดาษ pH

จ. การวัดค่าความเป็นกรด - เบสของน้ำ โดยใช้กระดาษ pH

CHULALONGKORN UNIVERSITY

### ปัจจัยทางชีวภาพ

บันทึกชนิดพืชที่พบหิ้งห้อยตัวเต็มวัยอาศัยอยู่ ชนิดศัตรูธรรมชาติของหิ้งห้อย และชนิดอาหารที่คาดว่าจะแหล่งอาหารของหิ้งห้อยในระยะตัวอ่อน ที่พบในขณะที่ทำการศึกษาเก็บข้อมูล

### การวิเคราะห์ทางสถิติ

พิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนค่าเฉลี่ยรวมความชุกชุมของหิ้งห้อยตัวเต็มวัยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยใช้สถิติ Spearman's rank correlation coefficient พร้อมทั้งหาสมการเชิงเส้นโดยใช้ Multiple Linear Regression ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความชุกชุมหิ้งห้อยในฤดูฝนและฤดูแล้ง โดยใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

### 4.3 ผลการศึกษา

#### ก. ชนิดของหิ่งห้อยภายในพื้นที่ศึกษาทั้งสองบริเวณ

จากการเก็บตัวอย่างหิ่งห้อยตัวเต็มวัย พบหิ่งห้อยทั้งหมด 3 ชนิดในพื้นที่ศึกษาทั้งสองบริเวณ ซึ่งโดยส่วนใหญ่พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะอาศัยอยู่บริเวณต้นพืชริมแม่น้ำที่เป็นน้ำกร่อยซึ่งได้รับอิทธิพลการขึ้น - ลงของระดับน้ำทะเล หรือพื้นที่ป่าชายเลนที่มีต้นโกงกางใบเล็ก *Rhizophora apiculata* Blume ขึ้นเป็นไม้หลัก ซึ่งภายในบริเวณแนวเส้นสำรวจ พบหิ่งห้อยชนิดเด่น 2 ชนิด คือ *Pteroptyx malaccae* (Gorham) และ *P. valida* Olivier เป็นหิ่งห้อยที่เกาะกระพริบแสงอยู่บนต้นพืชในบริเวณพื้นที่ศึกษา นอกจากนี้ยังพบหิ่งห้อยชนิด *Asymmetricata circumdata* (Motsch) ที่บินในบริเวณพื้นที่ศึกษา พบจำนวนน้อยมากประมาณ 5 ตัว/เดือน ซึ่งพบในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2556 และ มิถุนายน พ.ศ. 2556 เท่านั้นและพบอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่ห่างจากบริเวณน้ำกร่อยประมาณ 5 - 20 เมตร อยู่ในบริเวณรอยต่อระหว่างพื้นที่ศึกษาที่ 1 และพื้นที่ศึกษาที่ 2

ผลการสำรวจหิ่งห้อยที่พบในพื้นที่ศึกษابริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูก จังหวัดจันทบุรี พบว่ามีหิ่งห้อยตัวเต็มวัยในจุดศึกษาแต่ละตำแหน่งและเป็นหิ่งห้อยชนิดที่เกาะกระพริบแสงอยู่บนต้นพืชในพื้นที่ศึกษาที่ 1 สำหรับในพื้นที่ศึกษาที่ 2 ไม่พบหิ่งห้อยในจุดศึกษาแต่ละตำแหน่ง พบหิ่งห้อยที่บินอยู่ในระดับความสูงที่ 4 - 5 เมตร พบประมาณ 5 ตัว/เดือน แสดงในตารางที่ 2

ผลการศึกษาชนิดของหิ่งห้อยที่พบในพื้นที่ศึกษابริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูก จังหวัดจันทบุรี พบว่ามีหิ่งห้อย 2 ชนิดในจุดศึกษาแต่ละตำแหน่งในพื้นที่ศึกษาที่ 1 คือ *P. malaccae* และ *P. valida* และไม่พบหิ่งห้อยในจุดศึกษาแต่ละตำแหน่งในพื้นที่ศึกษาที่ 2 แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการสำรวจหิ้งห้อยในพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี โดย พื้นที่ศึกษาที่ 1 คือ พื้นที่ป่าชายเลนแบบป่าปลูกรุก และพื้นที่ป่าชายเลนที่ 2 คือ พื้นที่ป่าชายเลนที่มีการบุกรุก

	พื้นที่ศึกษาที่ 1	พื้นที่ศึกษาที่ 2
	หิ้งห้อยตัวเต็มวัย	หิ้งห้อยตัวเต็มวัย
เดือนสิงหาคม 2555	✓	×
เดือนกันยายน 2555	✓	×
เดือนตุลาคม 2555	✓	x*
เดือนพฤศจิกายน 2555	✓	×
เดือนธันวาคม 2555	✓	×
เดือนมกราคม 2556	✓	×
เดือนกุมภาพันธ์ 2556	✓	×
เดือนมีนาคม 2556	✓	x*
เดือนเมษายน 2556	✓	×
เดือนพฤษภาคม 2556	✓	×
เดือนมิถุนายน 2556	✓	×
เดือนกรกฎาคม 2556	✓	×
เดือนสิงหาคม 2556	✓	×
เดือนกันยายน 2556	✓	x*

หมายเหตุ:

สัญลักษณ์ ✓ หมายถึง พบหิ้งห้อยตัวเต็มวัยในบริเวณพื้นที่ศึกษา

สัญลักษณ์ × หมายถึง ไม่พบหิ้งห้อยตัวเต็มวัยในบริเวณพื้นที่ศึกษา

สัญลักษณ์ x\* หมายถึง พบหิ้งห้อยตัวเต็มวัยในบริเวณพื้นที่ศึกษา แต่บินอยู่ในระดับที่สูงประมาณ 4

– 5 เมตร

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาชนิดของหึ่งห้อยที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี โดยพื้นที่ศึกษาที่ 1 คือ พื้นที่ป่าชายเลนแบบป่าปลูก และ พื้นที่ป่าชายเลนที่ 2 คือ พื้นที่ป่าชายเลนที่มีการบุกรุก

	พื้นที่ศึกษาที่ 1				พื้นที่ศึกษาที่ 2			
	<i>P. malacca</i>	<i>P. valida</i>	<i>A. circumdata</i>	<i>P. malacca</i>	<i>P. valida</i>	<i>A. circumdata</i>	<i>P. malacca</i>	<i>A. circumdata</i>
เดือนสิงหาคม 2555	✓	✓	x	x	x	x	x	x
เดือนกันยายน 2555	✓	✓	x	x	x	x	x	x
เดือนตุลาคม 2555	✓	✓	x	x	x	x	x	x
เดือนพฤศจิกายน 2555	✓	✓	x	x	x	x	x	x
เดือนธันวาคม 2555	✓	✓	x	x	x	x	x	x
เดือนมกราคม 2556	✓	✓	x	x	x	x	x	x
เดือนกุมภาพันธ์ 2556	✓	✓	x	x	x	x	x	x
เดือนมีนาคม 2556	✓	✓	x	x	x	x	x	x
เดือนเมษายน 2556	✓	✓	x	x	x	x	x	x
เดือนพฤษภาคม 2556	✓	✓	x	x	x	x	x	x
เดือนมิถุนายน 2556	✓	✓	x	x	x	x	x	x
เดือนกรกฎาคม 2556	✓	✓	x	x	x	x	x	x
เดือนสิงหาคม 2556	✓	✓	x	x	x	x	x	x
เดือนกันยายน 2556	✓	✓	x	x	x	x	x	x

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ ✓ หมายถึง พบชนิดหึ่งห้อยในบริเวณพื้นที่ศึกษา  
 สัญลักษณ์ x หมายถึง ไม่พบชนิดหึ่งห้อยในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ผลการจัดจำแนกชนิดของหิ่งห้อยที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี

### 1) *Pteroptyx malacca* (Gorham)

*Pteroptyx malacca* (Gorham) มีชื่อสามัญว่าหิ่งห้อยปีกพับมะละกา ลักษณะของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมียมีสีเหลืองอมน้ำตาล มีตาเป็นแบบตารวม (compound eye) และหนวดแบบเส้นด้าย (filiform) มีปีก 2 คู่ อยู่ที่บริเวณปล้องอก โดยปีกคู่หน้ามีลักษณะเป็นปีกแข็ง มีสีส้มอมน้ำตาล ส่วนปีกคู่หลังมีลักษณะบางใสสีน้ำตาล ส่วนท้องมีลักษณะเป็นปล้องเห็นได้อย่างชัดเจน ขนาดและรูปร่างของหิ่งห้อยทั้งเพศผู้และเพศเมียแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยหิ่งห้อยเพศผู้มีขนาดเล็กและเรียกว่าหิ่งห้อยเพศเมีย เพศผู้มีลำตัวยาว 6.5 – 7.0 มิลลิเมตร มีอวัยวะผลิตแสงสองปล้องอยู่บริเวณปล้องที่ 6 และ 7 ส่วนเพศเมียมีลำตัวยาวประมาณ 7.0 – 8.0 มิลลิเมตร ลำตัวค่อนข้างอ้วนกว่าเพศผู้ ส่วนปลายท้องเรียวยาวแหลม มีอวัยวะผลิตแสงเพียงปล้องเดียวโดยอยู่ที่บริเวณปล้องท้องปล้องที่ 6 (สุทธิศา ลุ่มบุตร, 2551) โดยลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ปรากฏเด่นชัด คือ จะพบลักษณะของปลายปีกคู่หน้าพับงอเข้าด้านในเป็นรูปสามเหลี่ยม ซึ่งพบในหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้ เพื่อใช้ในการช่วยยึดเกาะกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียขณะผสมพันธุ์ (ภาพที่ 8 ก) ในเวลากลางวันหิ่งห้อยตัวเต็มวัยจะหลบซ่อนตัวอยู่ตามใบไม้หรือพืชต้นเตี้ย ๆ ใกล้พื้นน้ำ และจะบินขึ้นไปเกาะตามต้นไม้สูง ๆ กระพริบแสงในเวลากลางคืน

### 2) *Pteroptyx valida* Olivier

*Pteroptyx valida* Olivier มีชื่อสามัญ คือ หิ่งห้อยปีกพับวาติดา ลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกับหิ่งห้อยปีกพับมะละกา แต่จะมีขนาดใหญ่กว่าหิ่งห้อยปีกพับมะละกาเล็กน้อย โดยเพศผู้มีลำตัวยาว 7.5 – 8.0 มิลลิเมตร มีอวัยวะผลิตแสงสองปล้องอยู่บริเวณปล้องที่ 6 และ 7 ส่วนเพศเมียมีลำตัวยาวประมาณ 8.0 – 9.0 มิลลิเมตร มีอวัยวะผลิตแสงเพียงปล้องเดียวโดยอยู่ที่บริเวณปล้องท้องปล้องที่ 7 และลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ปรากฏเด่นชัด คือ พบลักษณะของปลายปีกคู่หน้าพับงอเข้าด้านในเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูในหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้ (Ballantyne and McLean, 1970) เพื่อช่วยในการยึดเกาะกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียในขณะผสมพันธุ์ (ภาพที่ 8 ข)

### 3) *Asymmetricata circumdata* (Motsch)

หิ่งห้อยชนิด *Asymmetricata circumdata* มีชื่อเดิมว่า *Luciola circumdata* โดย Ballantyne และ Lambkin (2009) ได้รายงานการแก้ไขชื่อสกุล หิ่งห้อยในสกุล *Asymmetricata*



ในประเทศไทยพบเพียง 2 ชนิด คือ *A. circumdata* (Motsch) และ *A. ovalis* (Hope) ลักษณะที่ใช้แยกออกจากหิ่งห้อยในสกุล *Luciola* คือลักษณะที่ไม่สมมาตรของปล้องท้องปล้องที่ 8

ลักษณะของหิ่งห้อย *A. circumdata* ตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมียมีสีดำ มีตาแบบตารวม และหนดแบบเส้นด้าย หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้มีขนาดลำตัวยาวประมาณ 11 มิลลิเมตร กว้าง 4 มิลลิเมตร อวัยวะผลิตแสงอยู่ตรงปล้องท้องปล้องที่ 6 และ 7 (ภาพที่ 8 ค) หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียจะตัวใหญ่กว่าเพศผู้เล็กน้อย คือ ยาวประมาณ 12 มิลลิเมตร กว้าง 4 มิลลิเมตร อวัยวะผลิตแสงอยู่ที่ปล้องท้องปล้องที่ 6 (Nak-eiam, Wattanachaiyingcharoen, and Thancharoen, 2011)



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 8 ชนิดของหิ่งห้อยที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ก. หิ่งห้อยชนิด *Pteroptyx malaccaae* (Gorham) ด้านท้อง ventral เพศผู้ (ซ้าย) ด้านหลัง dorsal เพศผู้ (ขวา)

ข. หิ่งห้อยชนิด *Pteroptyx valida* Olivier ด้านท้อง ventral เพศผู้ (ซ้าย) ด้านหลัง dorsal เพศผู้ (ขวา)

ค. หิ่งห้อยชนิด *Asymmetricata circumdata* (Motsch) ด้านท้อง dorsal เพศผู้ (ซ้าย) ด้านหลัง ventral เพศผู้ (กลาง) และด้านท้อง dorsal เพศเมีย (ขวา)

### ข. จำนวนความชุกชุมของหิ่งห้อยภายในพื้นที่ศึกษาทั้งสองบริเวณ

ผลการสำรวจความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยบนต้นพีชในพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี โดย พื้นที่ศึกษาที่ 1 คือ พื้นที่ป่าชายเลนแบบป่าปลูกรุก และ พื้นที่ป่าชายเลนที่ 2 คือ พื้นที่ป่าชายเลนที่มีการบุกรุก ตลอดระยะเวลา 14 เดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 จนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 พบว่ามีความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะกระพริบแสงอยู่บนต้นพีชในพื้นที่ศึกษาที่ 1 โดยพบหิ่งห้อย 2 ชนิด คือ *Pteroptyx malacca* (Gorham) และ *P. valida* Olivier แสดงพฤติกรรมกระพริบแสงอยู่บนต้นพีชชนิดเดียวกัน ในขณะที่ไม่พบความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะกระพริบแสงบนต้นพีชในพื้นที่ศึกษาที่ 2 พบเพียงหิ่งห้อยบินผ่านไปมาในจำนวนน้อยมากประมาณ 5 ตัว/1 คืน ทำให้ไม่สามารถถ่ายภาพได้ (แสดงในตารางที่ 4)

ผลการศึกษาความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยที่เกาะกระพริบแสงอยู่บนต้นพีชในพื้นที่ศึกษาที่ 1 พบว่ามีจำนวนความชุกชุมของหิ่งห้อยทั้งสองชนิดมากที่สุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 และ ความชุกชุมของหิ่งห้อยทั้งสองชนิดน้อยที่สุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 (แสดงในตารางที่ 5)

**ตารางที่ 4** ผลการสำรวจความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยบนต้นพืชในพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี โดย พื้นที่ศึกษาที่ 1 คือ พื้นที่ป่าชายเลนแบบป่าปลุก และ พื้นที่ป่าชายเลนที่ 2 คือ พื้นที่ป่าชายเลนที่มีการบุกรุก ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556

	พื้นที่ศึกษาที่ 1	พื้นที่ศึกษาที่ 2
	ความชุกชุมของหิ่งห้อย	ความชุกชุมของหิ่งห้อย
เดือนสิงหาคม 2555	✓	x
เดือนกันยายน 2555	✓	x
เดือนตุลาคม 2555	✓	x
เดือนพฤศจิกายน 2555	✓	x
เดือนธันวาคม 2555	✓	x
เดือนมกราคม 2556	✓	x
เดือนกุมภาพันธ์ 2556	✓	x
เดือนมีนาคม 2556	✓	x
เดือนเมษายน 2556	✓	x
เดือนพฤษภาคม 2556	✓	x
เดือนมิถุนายน 2556	✓	x
เดือนกรกฎาคม 2556	✓	x
เดือนสิงหาคม 2556	✓	x
เดือนกันยายน 2556	✓	x

หมายเหตุ:

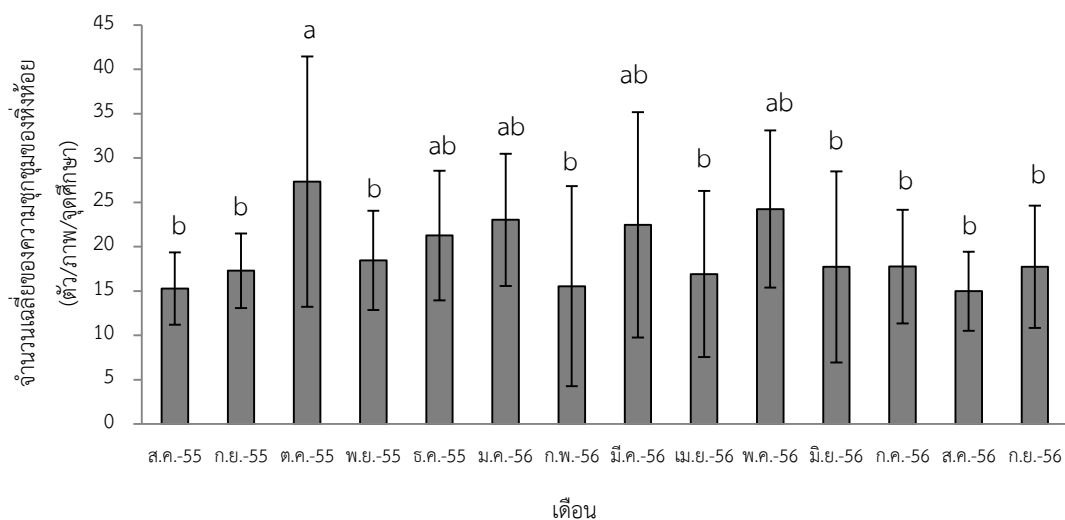
สัญลักษณ์ ✓ หมายถึง พบความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยบนต้นพืชในบริเวณพื้นที่ศึกษา

สัญลักษณ์ x หมายถึง ไม่พบความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยบนต้นพืชในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 5 จำนวนรวมเฉลี่ยของความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย ( $\pm$ SD) ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 : พื้นที่ป่าชายเลน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี (n = 20 จุดศึกษา)

เดือน	จำนวนรวมเฉลี่ยของหิ่งห้อย (ตัว/ภาพ/1 จุดศึกษา)
สิงหาคม 2555	15.3 <sup>b</sup> $\pm$ 4.1
กันยายน 2555	17.3 <sup>b</sup> $\pm$ 4.2
ตุลาคม 2555	27.3 <sup>a</sup> $\pm$ 14.1
พฤศจิกายน 2555	18.4 <sup>b</sup> $\pm$ 5.6
ธันวาคม 2555	21.3 <sup>ab</sup> $\pm$ 7.3
มกราคม 2556	23.0 <sup>ab</sup> $\pm$ 7.5
กุมภาพันธ์ 2556	15.5 <sup>b</sup> $\pm$ 11.3
มีนาคม 2556	22.5 <sup>ab</sup> $\pm$ 12.7
เมษายน 2556	16.9 <sup>b</sup> $\pm$ 9.4
พฤษภาคม 2556	24.2 <sup>ab</sup> $\pm$ 8.9
มิถุนายน 2556	17.7 <sup>b</sup> $\pm$ 10.8
กรกฎาคม 2556	17.8 <sup>b</sup> $\pm$ 6.4
สิงหาคม 2556	15.0 <sup>b</sup> $\pm$ 4.5
กันยายน 2556	17.8 <sup>b</sup> $\pm$ 6.9

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษขวามือที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (Kruskal – Wallis one-way ANOVA, Dunn’s Method)



ภาพที่ 9 กราฟแท่งแสดงจำนวนรวมเฉลี่ยของความชุกชุมของหิ่งห้อยในพื้นที่ศึกษาที่ 1: พื้นที่ป่าชายเลน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี

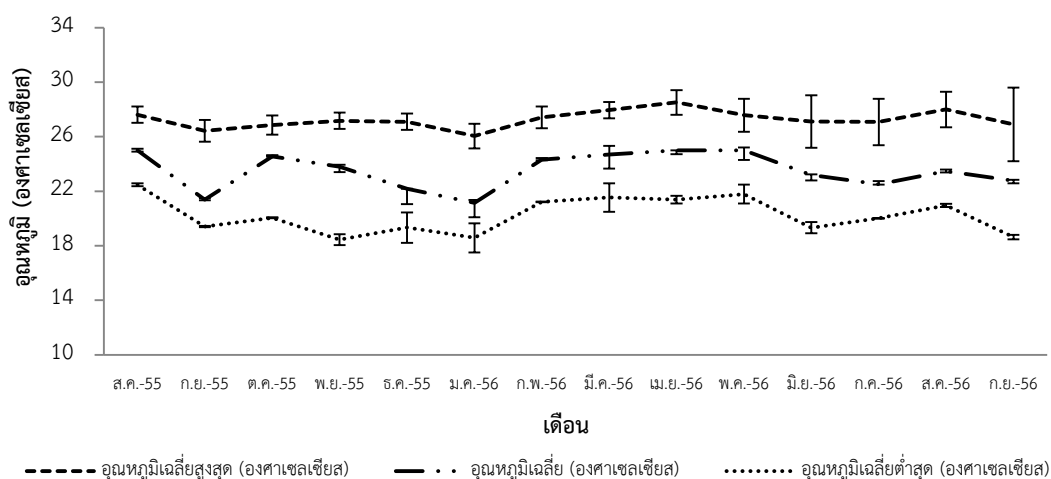
หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (Kruskal – Wallis one-way ANOVA, Dunn’s Method)

### ค. ผลการศึกษาปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมภายในพื้นที่ศึกษา

#### ปัจจัยทางกายภาพ

ผลจากการตรวจวัดอุณหภูมิในภาคสนามตามแนวเส้นสำรวจ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) แสดงในภาพที่ 10

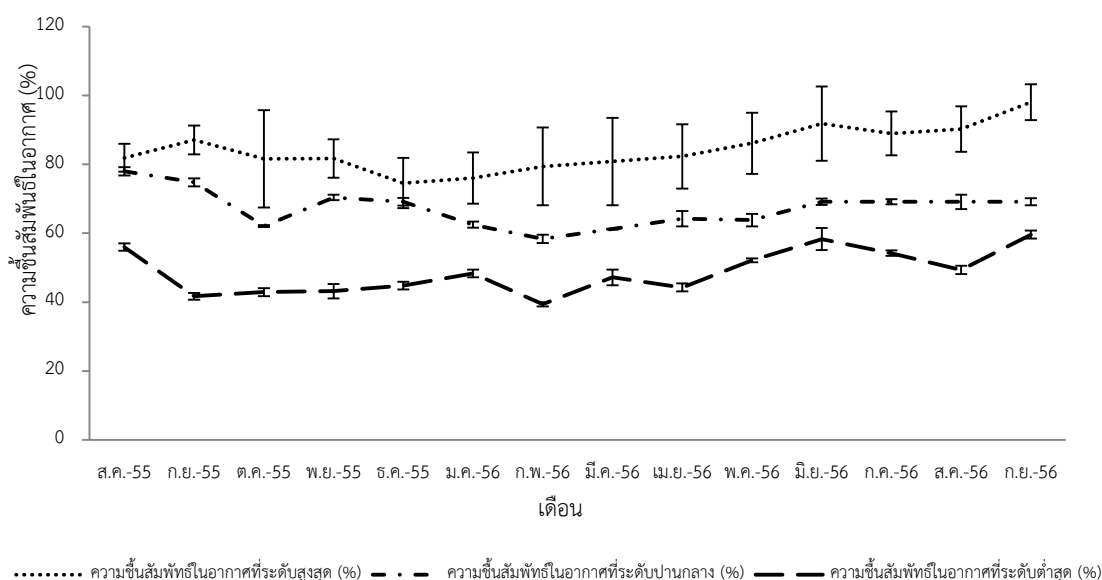
จากการตรวจวัดอุณหภูมิในภาคสนาม พบว่า อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยของอากาศในเวลากลางคืน มีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ  $27.3 \pm 1.4$  องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 เท่ากับ  $28.5 \pm 1.2$  องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในเวลากลางคืน มีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ  $20.2 \pm 2.1$  องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555 เท่ากับ  $18.4 \pm 1.0$  องศาเซลเซียส



ภาพที่ 10 กราฟเส้นของอุณหภูมิต่ำสุด - สูงสุด ( $\pm$ SD) ของอากาศในเวลากลางคืน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 - กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอخلง จังหวัดจันทบุรี

ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์อากาศและปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดได้จากกรมอุตุนิยมวิทยาอำเภอคลองใหญ่ จ.ตราด ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) แสดงในภาพที่ 11 และภาพที่ 12 ตามลำดับ

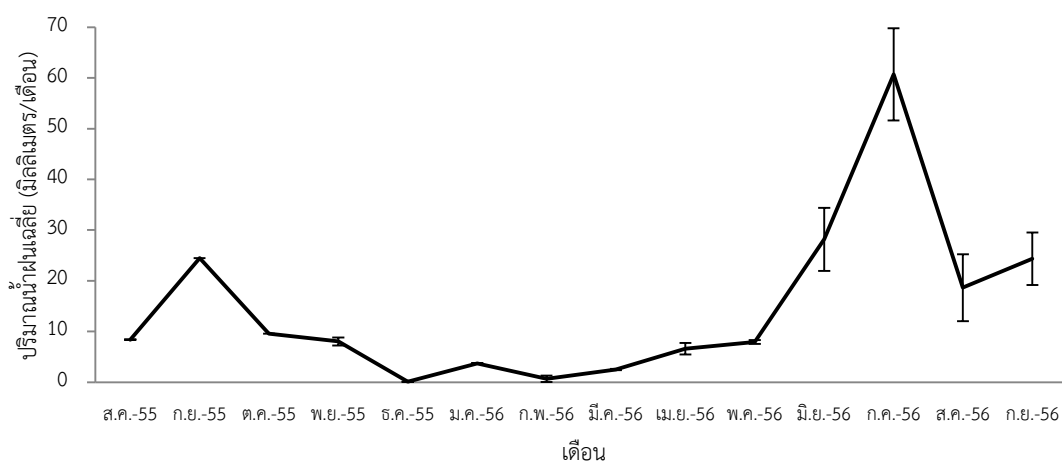
จากการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศในภาคสนามตลอดระยะเวลาของการศึกษาพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงสุดเฉลี่ยในเวลากลางคืน มีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ  $84.4 \pm 5.7$  % โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกันยายน พ.ศ. 2555 เท่ากับ  $98.1 \pm 2.1$  % และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำสุดเฉลี่ยในเวลากลางคืน มีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ  $48.7 \pm 1.7$  % โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 เท่ากับ  $39.4 \pm 2.1$  %



ภาพที่ 11 กราฟเส้นแสดงความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ยต่ำสุด – สูงสุด ( $\pm$ SD) ของอากาศในเวลากลางคืน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด



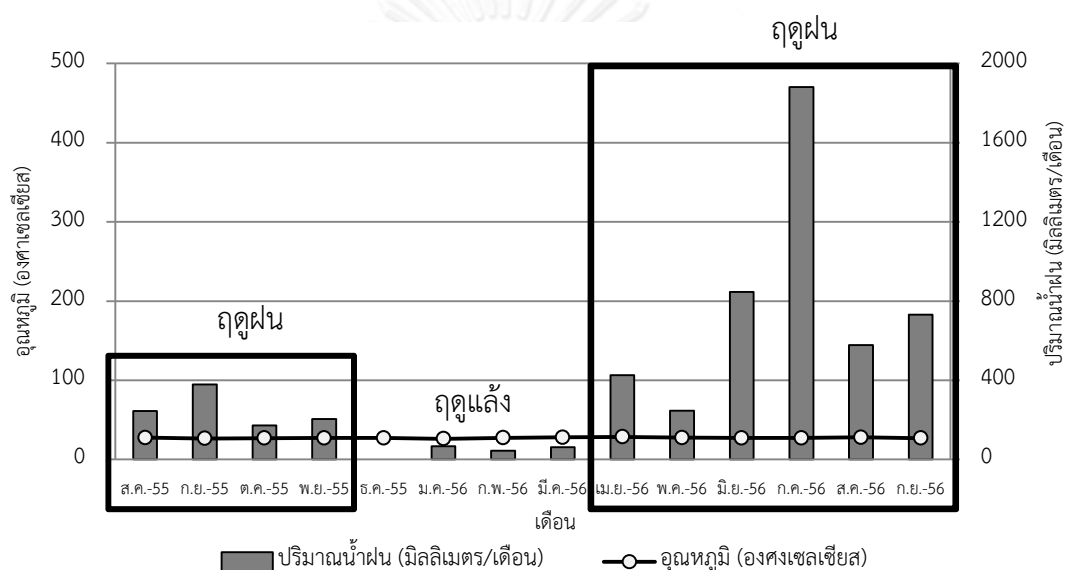
ข้อมูลจากการตรวจวัดปริมาณน้ำฝน ณ สถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาอำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด พบว่า มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปี  $788.4 \pm 12.9$  มิลลิเมตร โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2555 จำนวน  $60.7 \pm 9.1$  มิลลิเมตร และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 จำนวน  $0.09 \pm 0.01$  มิลลิเมตร จากข้อมูลการศึกษาปริมาณน้ำฝนที่ได้รับพบว่าบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอคลองขลุง จังหวัดจันทบุรี พบว่ามีฝนตกน้อยอยู่ในช่วงระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 – มีนาคม พ.ศ. 2556 และฝนตกมากตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 และ เดือนเมษายน พ.ศ. 2556 – กันยายน พ.ศ. 2556 แสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 12 กราฟเส้นแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ( $\pm$ SD) ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอคลองขลุง จังหวัดจันทบุรี ศูนย์กลางวัดอยู่ที่กรมอุตุนิยมวิทยาอำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด

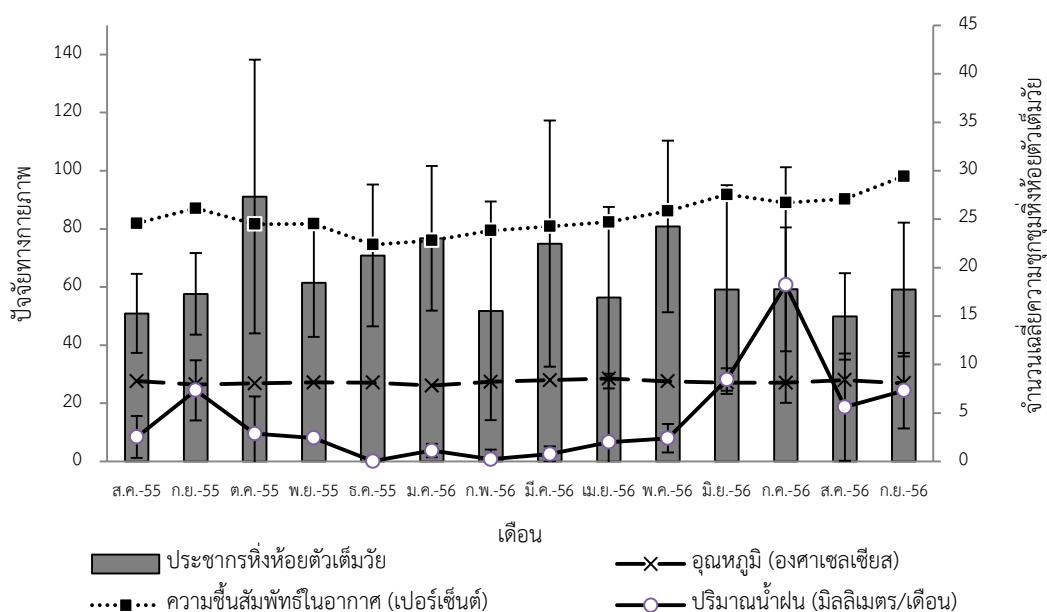
### ง. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของความชุกชุมของหึ่งห้อยตัวเต็มวัยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรวมในแต่ละเดือนและอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนสามารถนำมาหาความสัมพันธ์เพื่อจัดกลุ่มของฤดูกาลได้ตามวิธีการหา climate diagram (Maunder, 1976) โดยเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่าอุณหภูมิให้คิดเป็นฤดูฝน และเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าอุณหภูมิให้คิดเป็นฤดูแล้ง จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า พื้นที่ศึกษามีฤดูฝนอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 และ เดือนเมษายน พ.ศ. 2556 – กันยายน พ.ศ. 2556 และมีฤดูแล้งอยู่ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 – มีนาคม 2556 แสดงในภาพที่ 13



ภาพที่ 13 กราฟข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรวมในแต่ละเดือนและอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี

เมื่อนำข้อมูลความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย (ตัว/ภาพ/จุดศึกษา) ในแต่ละเดือน มาเปรียบเทียบกับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ยของแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 พบว่าในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 หิ่งห้อยมีความชุกชุมมากที่สุดในขณะที่ปริมาณน้ำฝนมีค่าต่ำ และในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2556 ถึงสิงหาคม พ.ศ. 2556 ความชุกชุมของหิ่งห้อยค่อย ๆ ลดจำนวนลงในขณะที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีค่าสูงขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 14



ภาพที่ 14 กราฟความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย (ตัว/ภาพ/จุดศึกษา) ในแต่ละเดือน เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูก จังหัดจันทบุรี (ศูนย์กลางวัดปริมาณน้ำฝนอยู่ที่กรมอุตุฯนิยมหาวิทยาลัยอำเภอลองใหญ่ จังหวัดตราด)

เมื่อพิจารณาหาความสัมพันธ์ โดยใช้สถิติ Spearman's rank correlation coefficient ระหว่างจำนวนค่าเฉลี่ยรวมของความชุกชุมของหึ่งห้อยตัวเต็มวัยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่ ละปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และปริมาณน้ำฝน ไม่พบความสัมพันธ์กันระหว่าง ความชุกชุมของหึ่งห้อยตัวเต็มวัยกับปัจจัยกายภาพในแต่ละปัจจัย ( $p \leq 0.05$ ) แสดงในตารางที่ 6

#### Multiple Analysis of Variance

การวิเคราะห์หา Multiple Linear Regression ระหว่างจำนวนค่าเฉลี่ยรวมของความชุกชุม ของหึ่งห้อยตัวเต็มวัยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน)

จากสมการ  $y = c + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$

จะได้ว่า  $y = -60.315 + (0.461*x_1) + (0.720*x_2) - (0.0222*x_3)$

เมื่อ  $y =$  ความชุกชุมของหึ่งห้อย

$c =$  ค่าคงที่

$x_1 =$  อุณหภูมิ

$x_2 =$  ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ

$x_3 =$  ปริมาณน้ำฝน

จากสมการจะได้ว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมมีผลทั้งแบบแปรตามและแปรผกผันกับความชุกชุมของ หึ่งห้อยตัวเต็มวัย ( $R = 0.717$ ,  $p\text{-value} = 0.051$ ) โดยจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าความชุกชุมของ หึ่งห้อยจะแปรตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศ กล่าวคืออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศ สูงขึ้นน่าจะมีอิทธิพลทำให้ความชุกชุมของหึ่งห้อยสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าความชุกชุมของหึ่งห้อยจะ แปรผกผันกับปริมาณน้ำฝน ในขณะที่เมื่อปริมาณน้ำฝนมากขึ้นน่าจะมีผลทำให้ความชุกชุมของ หึ่งห้อยน้อยลง

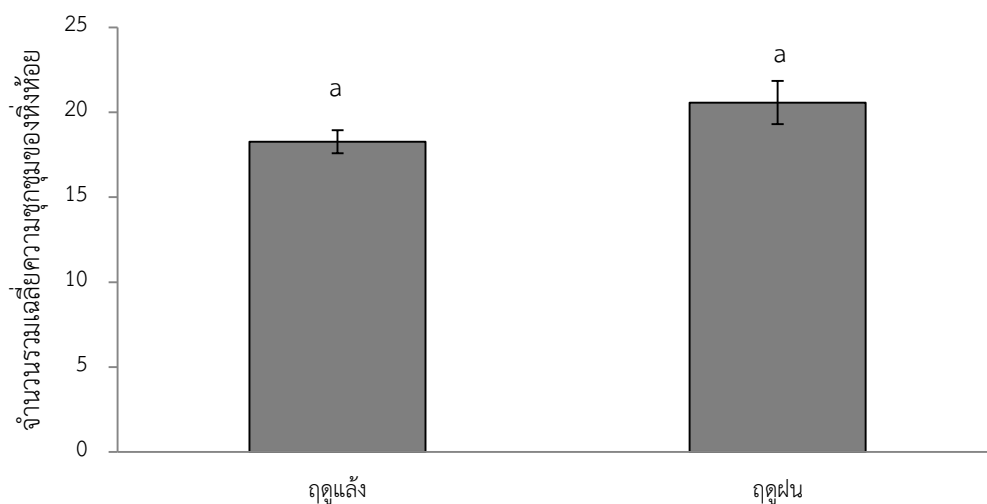
ตารางที่ 6 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนค่าเฉลี่ยรวมของความชุกชุมของหิ้งห้อยตัวเต็มวัยกับปัจจัยกายภาพ โดยใช้สถิติ Spearman's rank correlation coefficient

	ความชุกชุมของหิ้งห้อย	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ	ปริมาณน้ำฝน
ความชุกชุมของหิ้งห้อย	Correlation Coefficient 1.000	0.108	-0.117	0.297
	Sig. (2-tailed) 0.000	0.328	0.290	0.302
	N 241	84	84	14
อุณหภูมิ	Correlation Coefficient 1.000	0.000	0.178	-0.264
	Sig. (2-tailed) 0.000	0.000	0.104	0.362
	N 84	84	84	14
ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ	Correlation Coefficient 1.000	0.000	0.000	0.227
	Sig. (2-tailed) 0.000	0.000	0.000	0.227
	N 84	84	84	14
ปริมาณน้ำฝน	Correlation Coefficient 1.000	0.000	0.000	0.000
	Sig. (2-tailed) 0.000	0.000	0.000	0.000
	N 14	14	14	14

Spearman's

rho

ข้อมูลเปรียบเทียบจำนวนรวมเฉลี่ยของความชุกชุมของหิ่งห้อยในฤดูฝน ( $20.6 \pm 1.3$  ตัว/ฤดูกาล) และฤดูแล้ง ( $18.3 \pm 0.7$  ตัว/ฤดูกาล) (ภาพที่ 15) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) (Independent – Sample t-test)



ภาพที่ 15 กราฟแท่งเปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย (ตัว/ฤดูกาล) ระหว่างฤดูฝน (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 – กันยายน พ.ศ. 2556) และฤดูแล้ง (เดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 – มีนาคม พ.ศ. 2556) บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี (t-test,  $p \leq 0.05$ )

### ผลจากการตรวจวัดคุณภาพน้ำ

ผลการตรวจวัดค่าความเป็นกรด - เบสของน้ำ และค่าความเค็มของน้ำ บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 - กันยายน พ.ศ. 2556 พบว่าค่าความเป็นกรด - เบสของน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1: พื้นที่ป่าชายเลน กับพื้นที่ศึกษาที่ 2: ป่าชายเลนที่มีการบุกรุก มีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบความเค็มของน้ำในพื้นที่ศึกษาที่ 1 และพื้นที่ศึกษาที่ 2 พบว่าค่าความเค็มของน้ำในพื้นที่ศึกษาที่ 2 มีค่าความเค็มของน้ำน้อยกว่าในพื้นที่ศึกษาที่ 1 อย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากน้ำจืดที่เหลือจากการอุปโภคบริโภคถูกชะล้างและสะสมอยู่ภายในพื้นที่ศึกษาที่ 2 แสดงในตารางที่ 7



ตารางที่ 7 ค่าความเป็นกรด - เบสของน้ำ และค่าความเค็มของน้ำ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 - กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1 สถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูก จังหวัดจันทบุรี

	พื้นที่ศึกษาที่ 1		พื้นที่ศึกษาที่ 2	
	ค่าความเป็นกรด - เบสของน้ำ	ความเค็มของน้ำ	ค่าความเป็นกรด - เบสของน้ำ	ความเค็มของน้ำ
สิงหาคม 2555	6	1.7	5	0.0
กันยายน 2555	5	0.0	5	1.2
ตุลาคม 2555	5	1.0	5	0
พฤศจิกายน 2555	5	1.0	6	0
ธันวาคม 2555	6	1.1	5	0
มกราคม 2556	5	1.2	5	0.12
กุมภาพันธ์ 2556	5	1.0	5	0.15
มีนาคม 2556	5	0.17	4	1.0
เมษายน 2556	4	1.0	5	1.0
พฤษภาคม 2556	5	1.0	6	0.15
มิถุนายน 2556	6	1.0	5	0.5
กรกฎาคม 2556	6	0	5	0
สิงหาคม 2556	6	0	5	0
กันยายน 2556	5	0.5	5	0



ผลการตรวจวัดค่าความเป็นกรด - เบสของดิน และค่าความเค็มของดิน บริเวณสถานีพัฒนา  
ทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 - กันยายน พ.ศ.  
2556 พบว่าค่าความเป็นกรด - เบสของดินในบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1: พื้นที่ป่าชายเลน (ค่าความเป็น  
กรด - เบส เท่ากับ 4-5) มีค่าต่ำกว่าค่าความเป็นกรด - เบสของดินในพื้นที่ศึกษาที่ 2: ป่าชายเลนที่มี  
การบุกรุก (ค่าความเป็นกรด - เบส เท่ากับ 5-7) อาจเนื่องมาจากการใช้พื้นที่ของมนุษย์ เช่น การ  
เปลี่ยนสภาพพื้นที่ไปทำการเกษตร เพาะปลูก รวมไปถึงการสร้างอาคารบ้านเรือน จึงอาจทำให้  
โครงสร้างดินเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม นอกจากนี้ยังพบว่าความเค็มของดิน ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 มีค่า  
มากกว่าในพื้นที่ศึกษาที่ 2 อีกด้วย แสดงในตารางที่ 8



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 8 ค่าความเป็นกรด - เป็นด่างของดิน และค่าความเค็มของดิน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 - กันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ทำสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี

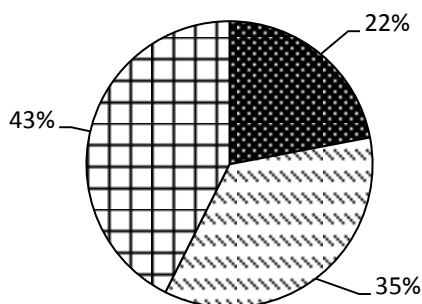
เดือน	พื้นที่ศึกษาที่ 1		พื้นที่ศึกษาที่ 2	
	ค่าความเป็นกรด - เบสของดิน	ความเค็มของดิน	ค่าความเป็นกรด - เบสของดิน	ความเค็มของดิน
สิงหาคม 2555	4	2	6	0
กันยายน 2555	4	1	6	1
ตุลาคม 2555	4	1	6	1
พฤศจิกายน 2555	4	1	5	0
ธันวาคม 2555	4	1	6	0
มกราคม 2556	5	1	5	0
กุมภาพันธ์ 2556	4	1	5	0
มีนาคม 2556	4	1	6	0.1
เมษายน 2556	4	1.5	6	0.16
พฤษภาคม 2556	5	1.17	7	0
มิถุนายน 2556	5	1	7	0
กรกฎาคม 2556	5	1	6	0.15
สิงหาคม 2556	5	1	7	0
กันยายน 2556	5	1	7	0

ผลการวิเคราะห์รูปแบบของดินจากอนุภาคของดินที่เก็บจากพื้นที่ศึกษาที่ 1 ใกล้กับต้นทาง ซึ่งมีหิ่งห้อย *P. malacca* และ *P. valida* อาศัยอยู่ในเดือนมกราคม 2556 และเดือนกรกฎาคม 2556 พบว่าดินในพื้นที่ศึกษามีรูปแบบของดินเป็นดินร่วน เนื่องจากว่าบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างดิน อยู่ในพื้นที่ใกล้กับชะวากทะเล ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการผสมผสานกันระหว่างน้ำจืดกับน้ำเค็ม และเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลที่มีแม่น้ำไหลผ่านเชื่อมต่อลงสู่ทะเล ดินส่วนใหญ่ในบริเวณนี้จึงเป็นดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอนที่ไหลมากับน้ำจากแหล่งต่าง ๆ จึงทำให้พบรูปแบบของดินเป็นดินแบบดินร่วน แสดงในภาพที่ 16



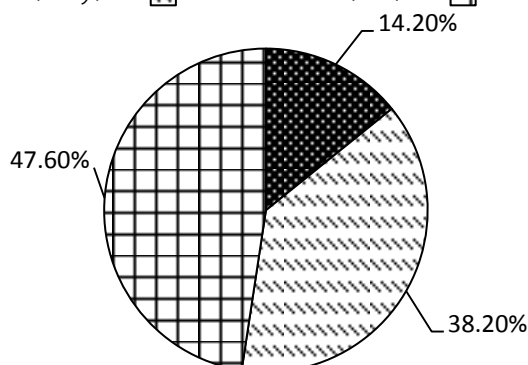
### เดือนมกราคม 2556

■ ดินเหนียว (Clay)    ▨ ดินทรายแป้ง (Silt)    □ ดินทราย (Sand)



### เดือนกรกฎาคม 2556

■ ดินเหนียว (Clay)    ▨ ดินทรายแป้ง (Silt)    □ ดินทราย (Sand)



ภาพที่ 16 ลักษณะของดินที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อดิน บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1 สถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี

### ปัจจัยทางชีวภาพ

#### 1) ชนิดพืชที่พบหึ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะอาศัย

จากการสำรวจพบว่า หึ่งห้อยไม่มีความจำเพาะเจาะจงต่อชนิดพืชที่เกาะอาศัย ซึ่งตลอดแนวเส้นสำรวจในพื้นที่ป่าชายเลน พบชนิดพืชที่หึ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะอาศัยทั้งหมด 8 ชนิด แสดงในตารางที่ 9 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นต้นพืชที่อาศัยอยู่ตามริมน้ำ ในระยะตัวเต็มวัยหึ่งห้อยจะออกบินและเกาะตามต้นไม้ในบริเวณที่ใกล้กับแหล่งวางไข่และที่อยู่อาศัยในระยะตัวอ่อน แต่โดยส่วนใหญ่จะเกาะตามต้นไม้ที่อยู่บริเวณริมฝั่งแม่น้ำมากกว่า และเมื่อสำรวจในพื้นที่ที่ลึกเข้าไปจะพบหึ่งห้อยค่อนข้างน้อยมาก อาจเป็นเพราะหึ่งห้อยตัวเต็มวัยต้องการกระพริบแสงเพื่อใช้ในการผสมพันธุ์กัน ดังนั้น หึ่งห้อยจึงมักอยู่ในบริเวณที่ง่ายต่อการมองเห็นมากกว่า (สุทิดา ลุ่มบุตร, 2551) จากการศึกษาโดยการสังเกตด้วยตาเปล่าพบว่าหึ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะอาศัยอยู่บนต้นโกงกางใบเล็ก *Rhizophora apiculata* Blume มากที่สุด (ภาพที่ 17)

ตารางที่ 9 ชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ และวงศ์ของพืชในป่าชายเลน (Aksornkoe, 1976) ที่พบหึ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะอาศัย ระหว่างเดือนสิงหาคม 2555 - กันยายน 2556 ตามแนวเส้นสำรวจ พื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอخلุจ จังหวัดจันทบุรี

ลำดับที่	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
1	โกงกางใบเล็ก	<i>Rhizophora apiculata</i> Blume	Loranthaceae
2	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam.	Loranthaceae
3	เหงือกปลาหมอ	<i>Acanthus ebracteatus</i> Vahl	Acanthaceae
4	จาก	<i>Nypa fruticans</i> Wurmb	Palmae
5	ตะบูนขาว	<i>Xylocarpus granatum</i> Koen.	Meliaceae
6	ปอทะเล	<i>Hibiscus tiliaceus</i> Linn.	Malvaceae
7	ลำพู	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engler	Sonneratiaceae
8	แสมดำ	<i>Avicennia officinalis</i> Linn.	Avicenniaceae



ภาพที่ 17 โกงกางใบเล็ก *Rhizophora apiculata* Lamk. (ภาพบน) และโกงกางใบใหญ่ *Rhizophora mucronata* Blume (ภาพล่าง) บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี

## 2) ผลการศึกษาชนิดศัตรูธรรมชาติของหิ่งห้อย

ภายในพื้นที่ศึกษาพบสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดที่คาดว่าจะเป็นผู้ล่าที่สำคัญของหิ่งห้อย ซึ่งบริเวณพื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นป่าชายเลนแบบป่าปลูกที่มีอายุประมาณ 8 – 15 ปี ส่วนใหญ่สัตว์พื้นทะเลที่แพร่กระจายอยู่ได้มักเป็นพวกครัสตาเซียน โดยชนิดเด่นที่พบมากที่สุดและคาดว่าเป็นศัตรูธรรมชาติของหิ่งห้อย คือ ปูแสม *Neopisesarma mederi* (ภาพที่ 18) นอกจากนี้ยังสำรวจพบสิ่งมีชีวิตที่คาดว่าน่าจะเป็นศัตรูธรรมชาติของหิ่งห้อยอีกหลายชนิด เช่น ปูก้ามดาบ แมงมุม นกยาง เป็ย นกกินเปี้ยว นกกระจิบธรรมดา นกกระเต็นน้อยสามนิ้ว เป็นต้น



ภาพที่ 18 ปูแสม *Neopisesarma mederi* ที่พบบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี

### 3) ผลการศึกษากลุ่มหอยซึ่งเป็นอาหารของหิ่งห้อย

ภายในพื้นที่ศึกษาพบหอย 3 กลุ่มที่คาดว่าจะเป็แหล่งอาหารสำคัญของหิ่งห้อย ซึ่งหอยที่พบส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มหอยฝาเดียว ได้แก่ วงศ์หอยขี้นก (Family Cerithidae) (ภาพที่ 19) วงศ์หอยกะทิ (Family Neritidae) (ภาพที่ 20) และหอยเชอร์รี่ (*Pomacea canaliculata*) (ภาพที่ 21) หอยที่พบมากที่สุดในบริเวณพื้นที่ศึกษา คือ หอยขี้นก และหอยกะทิ ซึ่งหอยทั้งสองกลุ่มนี้พบเป็นหอยที่อาศัยอยู่ในบริเวณน้ำกร่อย สำหรับ หอยเชอร์รี่ เป็นหอยที่อยู่ในแหล่งน้ำจืด และนาข้าว ซึ่งคาดว่าอาจเกิดจากการระบาดในบริเวณใกล้เคียง จึงทำให้พบบ้างในบริเวณพื้นที่ศึกษา



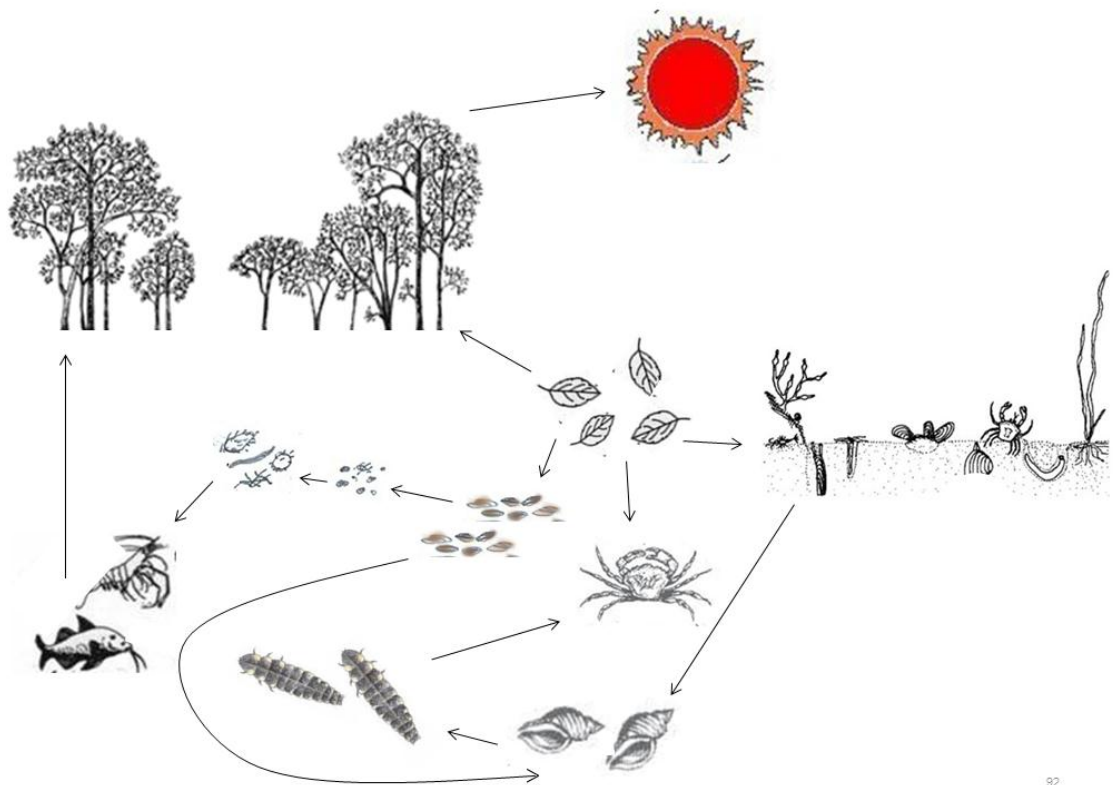
ภาพที่ 19 วงศ์หอยขี้นก (Family Cerithidae) พบบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูก จังหัดจันทบุรี



ภาพที่ 20 หอยกะทิ (Family Neritidae) ที่พบบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูก จังหัดจันทบุรี



ภาพที่ 21 หอยเชอร์รี่ (*Pomacea canaliculata*) ที่พบบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูก จังหัดจันทบุรี



ภาพที่ 22 ห่วงโซ่อาหารจากการคาดการณ์แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตภายในพื้นที่ศึกษาบริเวณ  
สถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี



#### 4.4 สรุปและวิจารณ์ผล

ปัจจัยหลักที่หึ่งห้อยเลือกแหล่งที่เกาะอาศัยมี 2 ปัจจัย คือ ชนิดของพันธุ์พืชและความอุดมสมบูรณ์ของสภาพป่า โดยมีปริมาณน้ำฝนและฤดูกาลเป็นตัวกำหนด เมื่อสังเกตจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาและโครงสร้างของพันธุ์พืช พบว่า หึ่งห้อยจะเลือกเกาะชนิดพันธุ์พืชที่สูง โปรง กิ่งก้านและใบไม่หนาทึบ (สุทิตา ลุ่มบุตร, 2551) จากการเก็บข้อมูล พบพันธุ์พืชที่หึ่งห้อยตัวเต็มวัยเลือกเกาะมากน้อยตามลำดับ ดังนี้ โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ ลำพู และเหียงกปลาหมอ สาเหตุที่หึ่งห้อยเลือกเกาะอาศัยที่ต้นโกงกางใบเล็กมากที่สุด เป็นเพราะว่าในบริเวณพื้นที่ศึกษา มีการจัดแนวของพันธุ์พืช โดยโกงกางใบเล็กอยู่ภายนอกสุดของพื้นที่ และติดกับริมแม่น้ำ เนื่องจากหึ่งห้อยกระพริบแสงเพื่อต้องการหาคู่ มันจึงเลือกที่จะอยู่ในที่ที่มองเห็นได้ง่ายที่สุด สำหรับแหล่งที่อยู่อาศัยของหึ่งห้อยในเวลากลางวัน พบว่าหึ่งห้อยจะหลบซ่อนตัวอยู่ตามซอกไม้ ใบไม้ ต้นไม้ขนาดเล็ก หรือตามรอยแตกของพื้นดินที่มีความชื้น เพื่อลดการสูญเสียน้ำในร่างกาย และจะอยู่ใกล้ ๆ กับบริเวณที่จะกระพริบแสงในเวลาากลางคืน

สิ่งมีชีวิตที่คาดว่าจะจะเป็นศัตรูธรรมชาติของหึ่งห้อย พบว่าในบริเวณพื้นที่ศึกษาพบปูแสม *Neopisesarma mederi* เป็นจำนวนมากพฤติกรรมการกินอาหารของปูแสมจะออกมาหากินในเวลาากลางคืน และหลบซ่อนตัวอยู่ในรูในเวลากลางวัน แต่ออกมาในเวลากลางวันบ้างเมื่อหิวและไม่มี การรบกวน อาหารส่วนใหญ่ของปูแสมเป็นพวกสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดิน สอดคล้องกับระยะตัวอ่อนของหึ่งห้อยที่มีโอกาสถูกกินได้มากที่สุด เนื่องจากมีขนาดเล็ก และเคลื่อนไหวช้า

จากการศึกษาชนิดหึ่งห้อยตามแนวเส้นสำรวจ พบหึ่งห้อยทั้งหมด 3 ชนิดในพื้นที่ศึกษาที่ 1: พื้นที่ป่าชายเลน ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะพบหึ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะอาศัยอยู่ตามบริเวณต้นพืชที่อยู่ริมแม่น้ำที่เป็นน้ำกร่อย และพื้นที่ป่าชายเลนที่มีต้นโกงกางใบเล็กขึ้นเป็นไม้หลัก โดยพบหึ่งห้อย 2 ชนิด คือ *P. malacca* (Gorham) และ *P. valida* Olivier หึ่งห้อยที่บินไปมาในพื้นที่ศึกษาอีก 1 ชนิด คือ *A. circumdata* (Motsch) จากการสังเกตด้วยตาเปล่าและจากข้อมูลจำนวนในขณะพบหึ่งห้อยพบว่า *P. malacca* มีจำนวนมากกว่า *P. valida* สำหรับหึ่งห้อย *A. circumdata* พบน้อย

จากผลการศึกษาพบว่า สอดคล้องกับการศึกษาบางส่วนของภัทรวรรณ เลิศสุชาตวนิช (2548) ที่ทำการศึกษาในบริเวณป่าชายเลน ณ บ้านโคกเกตุ อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม พบหึ่งห้อยทั้งหมด 4 ชนิด โดย 2 ชนิดเป็นหึ่งห้อยที่เกาะอาศัยอยู่บนต้นไม้บริเวณริมคลองที่มีสภาพเป็นน้ำกร่อย ได้แก่ *P. malacca* และ *P. valida* และพบหึ่งห้อย *P. malacca* เป็นจำนวนมากกว่า *P. valida* เช่นเดียวกัน และพบหึ่งห้อยอีก 2 ชนิดที่แตกต่างออกไป เป็นหึ่งห้อยที่บินไปบินมาในบริเวณสวนส้มโอ สวนมะพร้าว อยู่ห่างจากแหล่งน้ำกร่อยประมาณ 5 – 20 เมตร ได้แก่ *Luciola*

*brahmina Bourgeois* และ *Pyrocoelia tonkinensis* Olivier เนื่องจากพื้นที่ศึกษาของภัทรวรรณ เลิศสุชาตวินิช เป็นป่าชายเลนเช่นเดียวกับพื้นที่ศึกษาในการศึกษาคั้งนี้ จึงพบหิ่งห้อยชนิดเด่นเหมือนกัน คือ *P. malaccae* และ *P. valida* และสำหรับหิ่งห้อยชนิดอื่นที่พบแตกต่างกันอาจเป็นเพราะว่าสภาพป่าที่ถัดมาจากป่าชายเลนแตกต่างกัน ในพื้นที่ศึกษาที่อัมพวา บริเวณถัดจากป่าชายเลนเป็นสวนผลไม้ ส่วนในพื้นที่ศึกษาในการศึกษาคั้งนี้เป็นพื้นที่ป่าชายเลนที่มีขนาดกว้างขวางกว่า และบริเวณถัดมาจะเป็นที่อยู่อาศัย บ้านเรือน และมีป่าชายเลนเล็กน้อย

สำหรับหิ่งห้อยชนิด *A. circumdata* ช่วงเวลาที่พบอยู่ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน สอดคล้องกับการศึกษาของ สรศักดิ์ นากเอี่ยม (2552) ที่ทำการศึกษการแพร่กระจายและแหล่งที่อยู่ของหิ่งห้อย *A. circumdata* พบว่าหิ่งห้อยชนิดนี้มีการแพร่กระจายมากในช่วงกลางเดือนเมษายนถึงต้นเดือนสิงหาคม และพบการกระจายตัวได้เกือบทั่วประเทศ โดยพบได้ทั้งในแหล่งน้ำจืดและแหล่งน้ำกร่อย

นอกจากนี้ จากการศึกษาของอัญญา ทานเจริญ (2543) เรื่องความหลากหลายทางชนิดของหิ่งห้อยในพื้นที่บริเวณที่สูงและที่ราบ พบว่า หิ่งห้อยในบริเวณพื้นที่สูงจะพบความหลากหลายสูงกว่าในพื้นที่บริเวณพื้นที่ราบ เนื่องจากว่าสภาพป่ามีความหลากหลายชนิดมากกว่า ทำให้มีแหล่งที่อยู่ย่อยสูงกว่าสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้น ๆ ย่อมแตกต่างกัน ด้วยปัจจัยหลาย ๆ อย่างจึงส่งผลให้ความหลากหลายของหิ่งห้อยมีมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นป่าชายเลน มีแหล่งที่อยู่ย่อยค่อนข้างจำกัด จึงส่งผลให้ความหลากหลายของหิ่งห้อยมีน้อยตามไปด้วย หิ่งห้อยที่จะอาศัยอยู่ในระบบนิเวศป่าชายเลนได้จึงมักมีความจำเพาะค่อนข้างสูง

ในพื้นที่ป่าชายเลนที่มีการบุกรุกพบความชุกชุมของหิ่งห้อยน้อยมากหรือไม่พบเลย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากว่าในพื้นที่ป่าชายเลนที่มีการบุกรุกมีการปรับเปลี่ยนสภาพพื้นที่บางส่วนไปเป็นอาคารสำนักงาน ตกแต่งทางเดินด้วยเสาไฟเป็นระยะ ๆ และมีพรรณไม้ป่าชายเลนอยู่บ้างกระจายอยู่บางตาจากการสำรวจตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาพบว่าไม่มีหิ่งห้อยเกาะอยู่ตามไม้ป่าชายเลนเลย ทั้งนี้อาจเนื่องจากปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อหิ่งห้อยทั้งทางตรงและทางอ้อม เมื่อพิจารณาจากค่าความเค็มของน้ำและพีเอชของดินที่แตกต่างกันมากในทั้งสองพื้นที่ศึกษา พบว่าค่าความเค็มมีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์ทะเลที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดิน ส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งอาหารของหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อน จึงทำให้พบความชุกชุมของหิ่งห้อยในพื้นที่ศึกษาที่ 1 มากกว่าในพื้นที่ศึกษาที่ 2

จากการรายงานในโครงการวิจัย “ชีววิทยาพื้นฐาน วงจรชีวิต พฤติกรรมการผสมพันธุ์ตลอดจนผลกระทบของแสงไฟต่อพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของหิ่งห้อย” ของอัญญา ทานเจริญ แห่งภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กล่าวว่าความเข้มแสงเพียง 0.3 ลักซ์ มีผล

ต่อการแสดงพฤติกรรมการเกี่ยวพาราสิของหิ่งห้อยชนิด *Luciola aquatilis* โดยพบว่าหิ่งห้อยจะใช้เวลาในการเกี่ยวพาราสินานขึ้น ดังนั้นแสงไฟจากท้องถนน อาคารบ้านเรือนส่วนใหญ่จะมีความเข้มแสง 320 – 500 ลักซ์ ย่อมมีผลต่อพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของหิ่งห้อย ซึ่งนับว่ามีความเข้มแสงที่สูงมาก และจากการศึกษาของ Picchi และคณะ ในปี ค.ศ. 2013 ยังรายงานว่าหิ่งห้อยชนิด *Luciola italic* ในบริเวณใกล้เขตเมืองค่อนข้างน้อยเนื่องจากว่ามีปัจจัยรบกวนหลายอย่าง เช่น ที่อยู่อาศัยของมนุษย์ และแสงไฟจากบ้านเรือน เป็นต้น

ข้อมูลจากการศึกษาความชุกชุมของหิ่งห้อยในบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนในพื้นที่บ้านโคกเกตุ จังหวัดสมุทรสงครามของภัทรวรรณ เลิศสุชาตวนิช (2548) พบว่ามีความชุกชุมของหิ่งห้อย *P. malaccae*. และ *P. valid* เป็นจำนวนมากในเดือนตุลาคม และพบความชุกชุมของหิ่งห้อยน้อยในเดือนธันวาคม – มีนาคม ซึ่งให้ผลการทดลองสนับสนุนบางส่วนกับการศึกษาความชุกชุมของหิ่งห้อยบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) พบว่าความชุกชุมของหิ่งห้อย *P. malaccae*. และ *P. valid* มีความชุกชุมสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) ในเดือนตุลาคมเช่นเดียวกัน นอกจากนี้จากการเปรียบเทียบความชุกชุมของหิ่งห้อยระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนของภัทรวรรณ เลิศสุชาตวนิช (2548) พบว่าความชุกชุมของหิ่งห้อยแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ความชุกชุมของหิ่งห้อยระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนในการศึกษารั้งนี้พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) ทั้งนี้เนื่องจากสภาพทางภูมิศาสตร์ ทำให้สภาพอากาศของจังหวัดจันทบุรีค่อนข้างชื้นมีฝนตกมากกว่าและเป็นช่วงเวลานานกว่าในจังหวัดสมุทรสงคราม ประกอบกับความชุ่มชื้นมักทำให้แหล่งอาหารมีความอุดมสมบูรณ์ จึงสามารถพบความชุกชุมของหิ่งห้อยได้เกือบตลอดทั้งปี แตกต่างกับจังหวัดสมุทรสงครามที่มีอากาศร้อน และฤดูแล้งที่ค่อนข้างชัดเจนจึงอาจส่งผลให้พบจำนวนความชุกชุมของหิ่งห้อยน้อยในช่วงเดือนธันวาคม – มีนาคม

นอกจากนี้การศึกษาสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติกับปริมาณและการกระจายตัวของหิ่งห้อย *P. malaccae* ของ (สุทิสรา ลุ่มบุตร, 2551) ซึ่งทำการศึกษาปริมาณและการกระจายตัวของความชุกชุมของหิ่งห้อย *P. malaccae* ระยะตัวเต็มวัย บริเวณคลองแสมชาย ในเขตหมู่บ้านแสมชาย ตำบลบางครก อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี พบความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากที่สุดช่วงเดือนกันยายน - พฤศจิกายน นอกจากนี้อัญชญา ทานเจริญ (2543) รายงานความชุกชุมของหิ่งห้อย *P. malaccae* ณ บริเวณคลองสุนัขหอน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ว่าพบความชุกชุมของหิ่งห้อยมากในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม

ตลอดระยะเวลาการศึกษาพบว่า บริเวณพื้นที่ศึกษามีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศค่อนข้างคงที่ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศสูงประมาณเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน เมื่อนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนมาหาความสัมพันธ์กับความชุกชุมของหิ่งห้อยตัว

เต็มวัยพบว่า ความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีความชุกชุมมากในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนน้อย ตรงกับการหาสมการสหสัมพันธ์เชิงเส้นถดถอย (multiple linear regression) และเมื่อย้อนดูปริมาณน้ำฝนย้อนหลังในช่วงประมาณเดือนกรกฎาคม – กันยายน พบว่าอยู่ในช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนมาก สภาพพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ ส่งผลให้แหล่งอาหารอุดมสมบูรณ์ เหมาะแก่การดำรงชีวิตของหิ่งห้อยระยะตัวอ่อน จึงอาจเป็นสาเหตุให้พบความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมากในเดือนตุลาคม ส่วนเดือนมิถุนายน – สิงหาคม พ.ศ. 2556 พบว่ามีปริมาณฝนตกมาก ส่งผลให้หิ่งห้อยตัวเต็มแสดงพฤติกรรมการกระพริบแสงน้อยในเดือนนั้น ๆ

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการติดตามประชากรหิ่งห้อย *P. malaccae* แถบแม่น้ำเซลังงอ ประเทศมาเลเซีย พบว่าในช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย สภาพแวดล้อมแห้งแล้ง จะส่งผลให้การปรากฏตัวของประชากรหิ่งห้อยตัวเต็มวัยในอีก 3 เดือนข้างหน้าลดน้อยลงด้วย (Kirtan et al., 2012) และจากการสังเกตปริมาณน้ำฝนที่มากในเดือนมิถุนายน ถึงสิงหาคม พ.ศ. 2556 พบว่าหิ่งห้อยตัวเต็มวัยจะกระพริบแสงน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าสภาพอากาศที่ชื้น และมีลมพายุ ส่งผลให้หิ่งห้อยไม่สามารถเกาะอยู่บริเวณต้นพืชได้ มักพบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยหลบอยู่บริเวณซอกตามต้นพืช และพื้นดินเท่านั้น

ปัจจุบันพบว่าปริมาณของหิ่งห้อย *P. malaccae* และ *P. Validus* ในธรรมชาติมีแนวโน้มที่จะลดลงอย่างต่อเนื่อง แม้ว่าจะมีการศึกษาทดลองเรื่องเทคนิคการเพาะเลี้ยงและพัฒนาสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับหิ่งห้อย *P. malaccae* พบว่าการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการมีอัตราการขยายพันธุ์ต่ำมาก (สุทิสรา ลุ่มบุตร, 2551) สาเหตุหลักเนื่องมาจากหิ่งห้อยในระยะต่าง ๆ มีความต้องการปัจจัยแวดล้อมในการอยู่อาศัยภายในธรรมชาติที่ค่อนข้างจำเพาะ

## บทที่ 5

### การกระพริบแสงของหิ่งห้อยบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอคลอง จังหวัดจันทบุรี

#### 5.1 บทนำ

หิ่งห้อยกระพริบแสงเพื่อการสื่อสาร ซึ่งการกระพริบแสงจะแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิด เพศ และปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ สามารถจัดจำแนกการกระพริบแสงเพื่อการสื่อสารของหิ่งห้อยเพศผู้ได้ 4 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1: ช่วงแต่งตัว เกิดขึ้นในช่วงเวลาโพล์เพล็กซ์ หิ่งห้อยเพศผู้จะกระพริบปิด บิดกันไปมาเพื่อเตรียมความพร้อมของร่างกายและจะกระพริบแสงอย่างต่อเนื่อง รูปแบบที่ 2: ช่วงเกี้ยวพาราสี ความถี่ในการกระพริบแสงของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อต้องการจับคู่ผสมพันธุ์ เพื่อเรียกร้องความสนใจจากเพศเมีย ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาในการกระพริบแสงมีค่าประมาณ 0.12 – 0.17 วินาที รูปแบบที่ 3: ช่วงผสมพันธุ์ เกิดขึ้นต่อเนื่องจากรูปแบบที่ 2 หลังจากหิ่งห้อยเพศเมียส่งสัญญาณตอบรับให้ หิ่งห้อยเพศผู้จะเคลื่อนที่ไปหาหิ่งห้อยตัวเมีย หิ่งห้อยทั้งสองจะอยู่ในท่ากั้นชนกัน และรูปแบบที่ 4: ช่วงการเตือนภัย เกิดขึ้นขณะที่หิ่งห้อยกำลังผสมพันธุ์กันอยู่ เพราะในช่วงผสมพันธุ์ หิ่งห้อยจะหยุดกระพริบแสง จะกระพริบก็ต่อเมื่อมีสิ่งภายนอกมารบกวน หรือมีหิ่งห้อยตัวผู้ตัวอื่นมาอยู่ในบริเวณใกล้เคียง คล้ายการเตือนไม่ให้สิ่งมีชีวิตอื่นเข้ามาใกล้ ช่วงนี้แสงกระพริบจะมีความสว่างมากและช่วงมีदनาน (Thancharoen, 2007)

ป่าชายเลน หรือ ป่าโกงกาง เป็นกลุ่มสังคมพืชที่สามารถขึ้นได้ในพื้นที่ที่มีระดับน้ำทะเลขึ้น – ลงได้ มักพบบริเวณชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำหรืออ่าว สำหรับป่าชายเลนในประเทศไทย มีกระจายทั่วไปในพื้นที่ชายฝั่งทะเล บริเวณปากแม่น้ำ อ่าว ทะเล ริมตลิ่ง และเกาะต่าง ๆ ของประเทศไทย รวมทั้งสิ้น 24 จังหวัดของภาคตะวันออก ภาคกลางและภาคใต้ทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน พื้นที่ที่ทำการศึกษาตั้งอยู่บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอคลอง จังหวัดจันทบุรี เป็นพื้นที่หนึ่งที่มีความสนใจของนักท่องเที่ยวยิ่งมาก เนื่องจากพบหิ่งห้อยชนิดเด่นที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้ 2 ชนิด คือ *Pteroptyx malacca* (Gorham) และ *P. valida* Olivier โดยพฤติกรรมการกระพริบแสงของหิ่งห้อยชนิดนี้พบว่า หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้ทั้งสองชนิดจะกระพริบแสงบนต้นพืชชนิดเดียวกัน แสงไฟจากหิ่งห้อยมองดูคล้ายแสงไฟจากต้นคริสมาตส์ ส่วนหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียจะกระพริบแสงอยู่บริเวณพื้นใกล้แหล่งน้ำ ซึ่งอยู่ในบริเวณใกล้ ๆ กัน

นอกจากนี้ในบริเวณพื้นที่ศึกษายังพบพันธุ์ไม้เด่น 2 ชนิด คือ โกงกางใบเล็ก *Rhizophora apiculata* Blume และ โกงกางใบใหญ่ *R. mucronata* (Lamk) (Aksornkoe, 1976)

ปัจจุบัน หิ่งห้อยทั้งสองชนิดได้รับความสนใจจากนักท่องเที่ยวทั้งภายในประเทศและต่างประเทศเป็นจำนวนมาก เนื่องจากพบหิ่งห้อยทั้งสองชนิดนี้เป็นจำนวนมากแถบพื้นที่ทางป่าชายเลน และยังมีการจัดการเกี่ยวกับธุรกิจการท่องเที่ยวเชิงนิเวศเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวภายในจังหวัดขึ้นในพื้นที่หลายจังหวัด เช่น ในบริเวณคลองน้ำเขียว จังหวัดเพชรบุรี และ อำเภอมอหม้อ จังหวัดสมุทรสงคราม รวมไปถึงในพื้นที่บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) เป็นต้น แต่ยังคงขาดการศึกษาเรื่องเวลาที่หิ่งห้อยกระพริบแสงในแต่ละวัน วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาเวลาในการกระพริบแสงของหิ่งห้อยทั้งสองชนิด ในพื้นที่บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกกา จังหวัดจันทบุรี

## 5.2 วิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษาอยู่ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 เป็นระบบนิเวศป่าชายเลนแบบป่าปลูก มีอายุประมาณ 8 – 15 ปี โดยการเลือกชนิดต้นพืชในพื้นที่ศึกษา ผู้สำรวจทำการเดินสำรวจภายในพื้นที่ศึกษาก่อนเวลาพระอาทิตย์ตกดินประมาณ 30 นาที เมื่อได้ต้นพืชที่พบหิ่งห้อยเกาะกระพริบแสงมากที่สุดแล้วจะทำการติดตั้งอุปกรณ์การถ่ายภาพ

### ก. ช่วงเวลาในการศึกษา

กำหนดช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลให้อยู่ในช่วงคืนเดือนแรม โดยเริ่มในแรม 8 ค่ำ ของแต่ละเดือน เก็บข้อมูลเป็นระยะเวลาทั้งหมด 14 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2555 - กันยายน พ.ศ. 2556 (ใช้เวลาศึกษา 1 คืน / 1 เดือน)

### ข. การศึกษาการกระพริบแสงของหิ่งห้อย

#### รูปแบบการตั้งค่ากล้องและการถ่ายภาพ

การศึกษากการกระพริบแสงของหิ่งห้อยใช้เทคนิคการถ่ายภาพเช่นเดียวกับการศึกษาจำนวนความชุกชุมของหิ่งห้อย รูปแบบการตั้งค่ากล้องจึงเหมือนกัน มีความแตกต่างกันโดยในการศึกษานี้ตั้งกล้องที่จุดศึกษาเพียงหนึ่งจุดศึกษา โดยผู้สำรวจเข้าไปในพื้นที่ศึกษาก่อนพระอาทิตย์ตกดินประมาณ 30 นาที (เวลาประมาณ 18:00 น.) เพื่อทำการสำรวจและเลือกต้นพืชที่พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยกระพริบแสงมากที่สุดมาหนึ่งต้นพร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์ถ่ายภาพในพื้นที่ศึกษา เริ่มถ่ายภาพการกระพริบแสงของหิ่งห้อยตั้งแต่วันที่ 19:00 น. จนถึง 06:00 น. ถ่ายภาพหิ่งห้อยกระพริบแสงทุก ๆ 30 นาที ครั้งละ 10 รูป

#### การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งได้ ดังนี้

1) คำนวณหาค่าเฉลี่ยของจำนวนแสงกระพริบของหิ่งห้อยในทุก ๆ 30 นาที ตั้งแต่เวลา 19:00 น. ถึง 06:00 น. ของแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 - กันยายน พ.ศ. 2556 เพื่อหาเวลาที่หิ่งห้อยกระพริบแสงเป็นจำนวนมากที่สุด

2) นำค่าเฉลี่ยจำนวนแสงกระพริบของหิ่งห้อยทุก ๆ 30 นาที ของแต่ละเดือนมาเขียนเป็นกราฟเส้น จากนั้นแบ่งช่วงเวลาในการกระพริบแสงของหิ่งห้อยออกเป็น 3 ช่วงเวลา คือ 19:00 – 22:00 น, 22:00 – 01:00 น. และ 01:00 – 04:00 น. พร้อมทั้งหาค่าความชันของเส้นกราฟในแต่ละช่วงของแต่ละเดือน ส่วนช่วงเวลา 04:00 – 06:00 น. ไม่นำมาคิดเนื่องจากไม่พบจำนวนแสงจากการถ่ายภาพแสงกระพริบของหิ่งห้อยเลย

3) นำค่าสัมประสิทธิ์ความชันของเส้นกราฟของจำนวนแสงกระพริบของหิ่งห้อยในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละเดือนมาหาค่าเฉลี่ย และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ระหว่างค่าเฉลี่ยของความชันของเส้นกราฟในช่วงเวลาที่ 1 กับช่วงเวลา 2 และช่วงเวลา 2 กับช่วงเวลา 3

4) นำข้อมูลช่วงเวลาที่พบจำนวนหิ่งห้อยกระพริบแสงมากที่สุด 1 ช่วงเวลา มาตรวจสอบ homogeneity test / normality test และวิเคราะห์ผลด้วยสถิติ Kruskal-Wallis one-way ANOVA, Tukey test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 เพื่อหาเดือนที่หิ่งห้อยแสดงการกระพริบแสงมากที่สุด



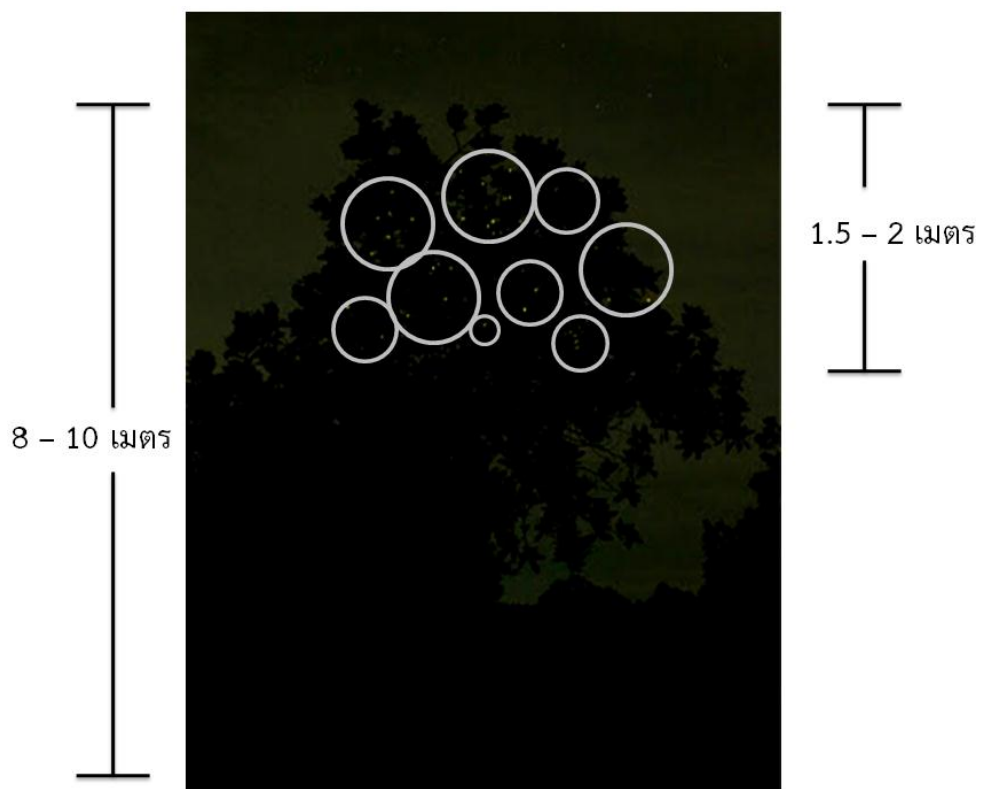
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



### 5.3 ผลการศึกษา

#### ก. ตำแหน่งการเกาะบนต้นพืชของหิ่งห้อย *Pteroptyx species*

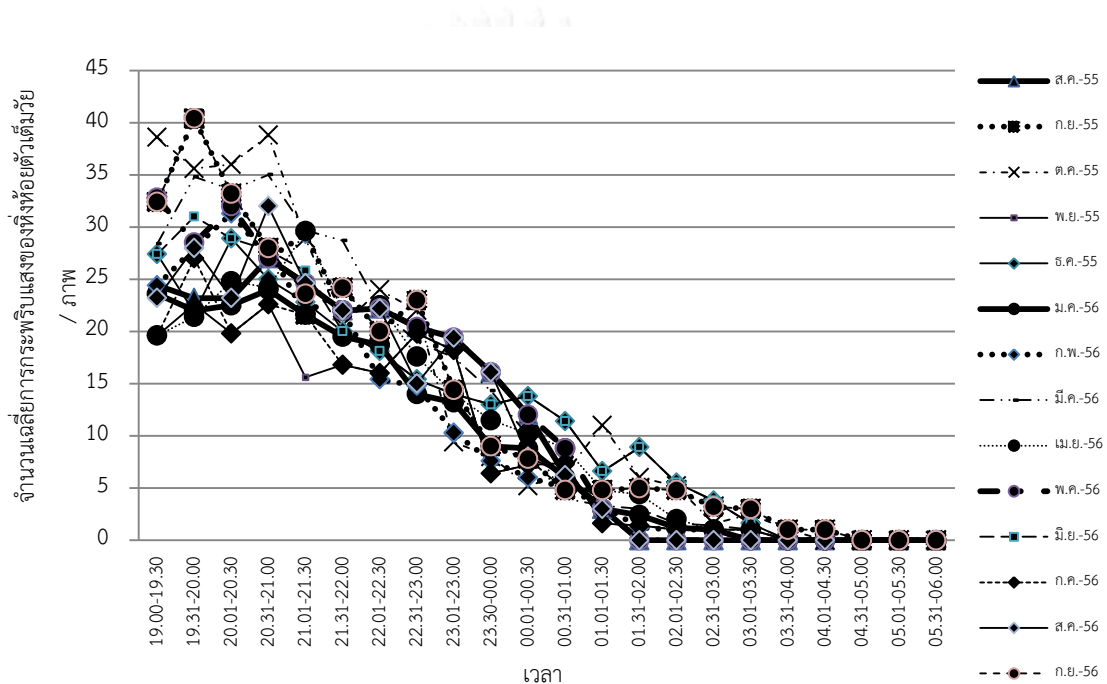
จากการสังเกตและพิจารณาต้นพืชในพื้นที่ศึกษาที่พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเลือกเกาะพบว่า ต้นพืชที่พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะอาศัยเป็นจำนวนมากที่สุด คือ ต้นโกกงางใบเล็ก *Rhizophora apiculata* Blume ซึ่งเป็นไม้ต้นขนาดใหญ่ สูงประมาณ 12 – 15 เมตร ระบบรากเป็นระบบรากแก้ว มีรากเสริมออกมาเหนือโคนต้น 2 – 6 เมตร รากที่โคนต้นแตกแขนงระเกะระกะไม่เป็นระเบียบ ทำมุมเกือบตั้งฉากกับลำต้นและหักเกือบเป็นมุมฉากลงดินเพื่อพยุงลำต้น เรือนยอดรูปกรวยคว่ำแคบ ๆ ลักษณะใบเป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามสลับทิศทาง กว้าง 4 – 8 ซม. ยาว 7 – 18 ซม. จากการพิจารณาขั้นต้นสามารถสันนิษฐานได้ว่า ตำแหน่งของต้นพืชที่พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะอาศัยมักจะอยู่ในบริเวณที่โล่ง ไม่มีต้นไม้อื่นบัง และส่วนใหญ่มักเป็นไม้ที่ขึ้นตติริมน้ำมากกว่าต้นไม้ที่อยู่ลึกเข้าไปจากริมน้ำ สำหรับการเลือกเกาะจะเกาะตามใบที่ยื่นออกมาด้านนอกมากกว่าด้านในต้น โดยจะเกาะในบริเวณส่วนกลางต้นไปจนถึงส่วนยอด มีพื้นที่ความสูงประมาณ 1.5 – 2 เมตร (ภาพ 23) และเมื่อสุ่มจับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยบนต้นพืชพบว่าส่วนใหญ่เป็นหิ่งห้อยเพศผู้



ภาพที่ 23 ตำแหน่งในการเลือกเกาะบนต้นโกงกางใบเล็ก *Rhizophora apiculata* Blume ของ หิ่งห้อยตัวเต็มวัย *Pteroptyx* spp บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี

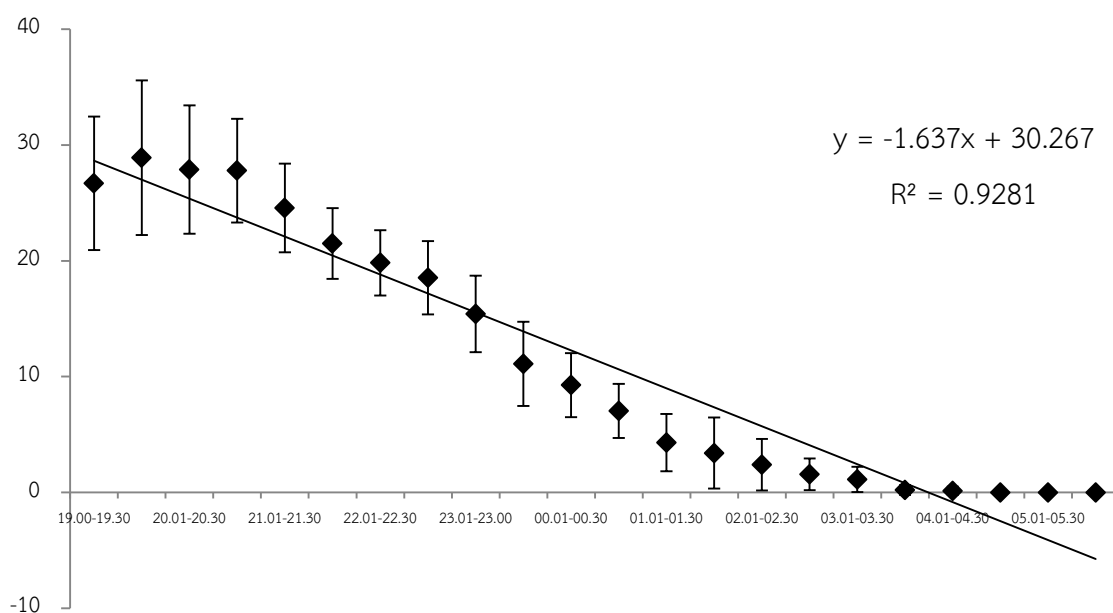
## ข. การกระพริบแสงของหิ่งห้อย *Pteroptyx species* ในทุก ๆ 30 นาทีในแต่ละเดือน

จากการเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที ตั้งแต่เวลา 19:00 น. จนถึงเวลา 06:00 น. เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 พบว่า หิ่งห้อยตัวเต็มวัยกระพริบแสงค่อนข้างมากหลังจากพระอาทิตย์ตกดิน และกระพริบแสงอย่างต่อเนื่องจนถึงเวลาประมาณ 22:00 น. การกระพริบแสงเริ่มลดน้อยลงและค่อย ๆ หายไปในเวลาประมาณ 04:00 น. ข้อมูลการกระพริบแสงของหิ่งห้อยแสดงใน ภาพที่ 24



ภาพที่ 24 กราฟเส้นของจำนวนเฉลี่ยการกระพริบแสงของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย / ภาพ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 จนถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี

การหาค่าเฉลี่ยรวมของจำนวนแสงกระพริบของหิ่งห้อยทุก ๆ 30 นาที ตั้งแต่เวลา 19:00 น. จนถึงเวลา 06:00 น. ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 แสดงในกราฟเชิงเส้นถดถอย (ภาพที่ 25) ซึ่งจากการหาค่าเฉลี่ยรวมของจำนวนแสงกระพริบของหิ่งห้อย พบว่าหิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีการแสดงการกระพริบแสงมากที่สุดในช่วงเริ่มต้นของการศึกษาและค่อย ๆ ลดน้อยลง



ภาพที่ 25 กราฟเชิงเส้นถดถอยของค่าเฉลี่ยรวมของจำนวนแสงกระพริบของหิ่งห้อยทุก ๆ 30 นาที ตั้งแต่เวลา 19:00 น. จนถึงเวลา 06:00 น. ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี

เมื่อพิจารณาจากกราฟแบบจุดสามารถแบ่งเป็นช่วงเวลาได้ 3 ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน คือ ช่วงที่หนึ่ง เป็นช่วงเวลาที่พบหิ่งห้อยกระพริบแสงมากที่สุด คือ ช่วงเวลาประมาณ 19:00 – 22:00 น. ช่วงที่สอง เป็นช่วงเวลาที่พบหิ่งห้อยกระพริบแสงปานกลาง คือ ช่วงเวลาประมาณ 22:00 – 01:00 น. และช่วงที่สาม เป็นช่วงเวลาที่พบหิ่งห้อยกระพริบแสงน้อยมาก คือ ช่วงเวลาประมาณ 01:00 – 04:00 น. สำหรับช่วงเวลา 04:00 – 06:00 น. ไม่ได้นำมาวิเคราะห์เนื่องจากว่าตลอดระยะเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลไม่พบหิ่งห้อยกระพริบแสงในช่วงเวลาดังกล่าวเลย

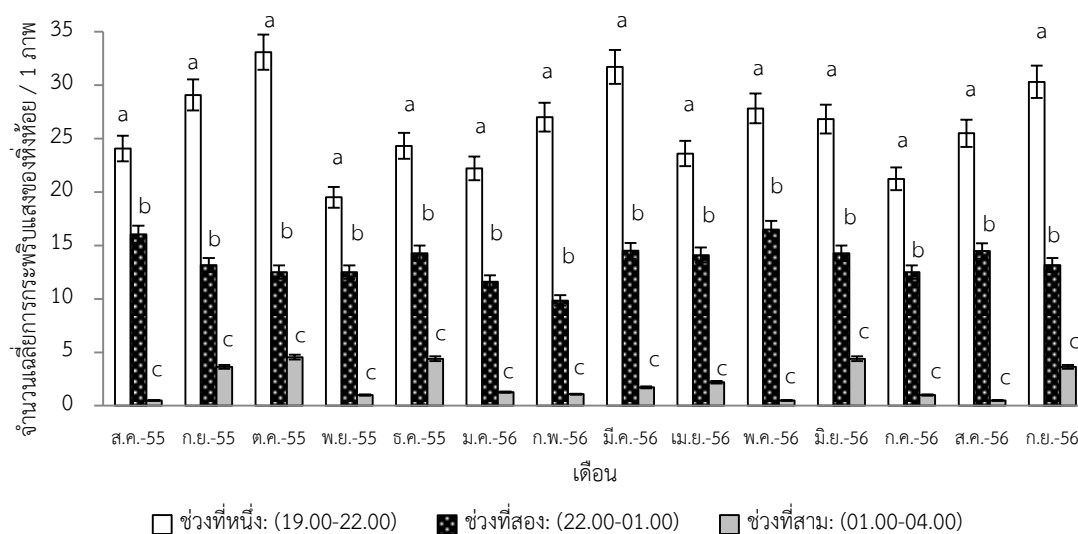
ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความชันของสมการเส้นตรงของจำนวนแสงกระพริบของ หิ่งห้อยในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ระหว่างช่วงที่หนึ่ง (19:00 – 22:00 น.) กับช่วงที่สอง (22:00 – 01:00 น.) และช่วงที่สอง (22:00 – 01:00 น.) กับช่วงที่สาม (01:00 – 04:00 น.) ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่ม น้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูก จังหัดจันทบุรี พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความชันของสมการเส้นตรงของ จำนวนแสงกระพริบของหิ่งห้อยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) (Independent – Sample t-test) แสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์ความชันของสมการเส้นตรงของกราฟเส้นแสดงจำนวนแสงกระพริบของ หิ่งห้อยในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูก จังหัดจันทบุรี

	19:00 – 22:00 น.	22:00 – 01:00 น.	01:00 – 04:00 น.
เดือนสิงหาคม 2555	-0.1143	-3.1006	-0.4286
เดือนกันยายน 2555	-2.9314	-3.6286	-0.7600
เดือนตุลาคม 2555	-3.0657	-3.9943	-1.8314
เดือนพฤศจิกายน 2555	-0.9200	-2.6457	-0.2629
เดือนธันวาคม 2555	-1.0829	-1.1229	-1.6171
เดือนมกราคม 2556	-0.5771	-2.3800	-0.6400
เดือนกุมภาพันธ์ 2556	-0.3517	-2.3171	-0.5743
เดือนมีนาคม 2556	-0.3543	-3.4629	-0.6486
เดือนเมษายน 2556	1.0286	-2.6629	-1.0057
เดือนพฤษภาคม 2556	-2.0200	-2.7291	-0.4286
เดือนมิถุนายน 2556	-0.6400	-1.1229	-1.6171
เดือนกรกฎาคม 2556	-0.7829	-2.6457	-0.2629
เดือนสิงหาคม 2556	-0.2114	-2.9806	-0.4286
เดือนกันยายน 2556	-2.7600	-3.6286	-0.7600
ค่าเฉลี่ย	-1.0559	-2.7442	-0.8047

### ค. การเปรียบเทียบช่วงเวลาการกระพริบของหิ่งห้อย

ในทุก ๆ เดือนที่ทำการศึกษาระยะเวลาที่พบหิ่งห้อยกระพริบแสงมากที่สุดคือ ช่วงที่หนึ่ง (19:00 – 22:00 น.) ส่วนช่วงที่สอง (22:00 – 01:00 น.) และ ช่วงที่สาม (01:00 – 04:00 น.) พบการกระพริบแสงของหิ่งห้อยน้อยลงตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p$ -value  $\leq 0.001$ ) แสดงในภาพที่ 26

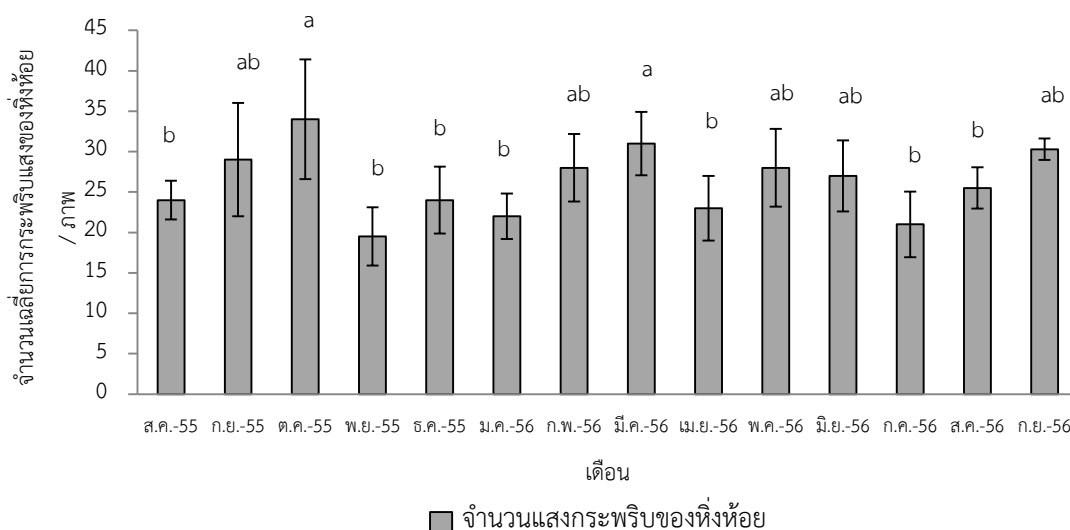


ภาพที่ 26 กราฟแท่งของจำนวนเฉลี่ยการกระพริบแสงของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย (ต่อ 1 ภาพ) ในช่วงเวลาต่าง ๆ : ช่วงที่หนึ่ง (19:00 – 22:00 น.) ช่วงที่สอง (22:00 – 01:00 น.) และช่วงที่สาม (01:00 – 04:00 น.) ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 จนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี (Kruskal-Wallis one-way ANOVA, Tukey test ( $p \leq 0.05$ ))

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกััน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (Kruskal-Wallis one-way ANOVA, Tukey test)

### ง. การเปรียบเทียบการกระพริบแสงของหิ่งห้อยในช่วงเวลาช่วงที่หนึ่ง (19:00 – 22:00 น.) ในแต่ละเดือน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าหิ่งห้อยตัวเต็มวัยจะกระพริบแสงมากที่สุดในช่วงที่หนึ่ง คือ เวลาประมาณ 19:00 – 22:00 น. แสดงการกระพริบแสงของหิ่งห้อย จากการวิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบกันในแต่ละเดือนพบว่า เดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 เป็นช่วงที่มีหิ่งห้อยกระพริบแสงมากที่สุด ด้วยค่าจำนวนการกระพริบแสงเฉลี่ย  $34.0 \pm 7.4$  / ภาพ รองลงมาคือ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 มีจำนวนการกระพริบแสงเฉลี่ย  $31.0 \pm 3.9$  / ภาพ และ เดือนกันยายน พ.ศ. 2556 มีจำนวนการกระพริบแสงเฉลี่ย  $30.0 \pm 1.3$  ตัว / ภาพ อย่างไรก็ตามจากกราฟแสดงในภาพที่ 27 จะเห็นได้ว่า หิ่งห้อยชนิด *Pteroptyx* spp. แสดงพฤติกรรมการกระพริบแสงเกือบตลอดทั้งปี ( $p$  - value  $\leq 0.001$ )



ภาพที่ 27 กราฟแท่งแสดงจำนวนเฉลี่ยการกระพริบแสงของหิ่งห้อย (ต่อ 1 ภาพ) ในช่วงเวลา 19:00 – 22:00 น. ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 จนถึงกันยายน พ.ศ. 2556 บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอخلุง จังหวัดจันทบุรี (Kruskal-Wallis one-way ANOVA, Tukey test ( $p \leq 0.05$ ))

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (Kruskal-Wallis one-way ANOVA, Tukey test)

#### 5.4 สรุปและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาพบว่าหิ่งห้อยกระพริบแสงมากที่สุดในช่วงเวลาพลบค่ำหลังพระอาทิตย์ตกดิน ประมาณ 30 – 45 นาที ในทุกเดือน และกระพริบแสงต่อเนื่องยาวนานถึง 3 ชั่วโมงก่อนจะค่อย ๆ ลดลงจนหายไปในเวลารุ่งเช้า สอดคล้องกับการศึกษาของ Copeland และ Moseff (1997) ซึ่งรายงานไว้ว่า *Pteroptyx malacca* และ *P. cribellata* กำหนดรูปแบบการกระพริบแสงได้โดยอัตโนมัติ เมื่อถึงเวลาพลบค่ำระบบการทำงานของร่างกายจะส่งสัญญาณสื่อสารเพื่อเตรียมจับคู่และเริ่มกลไกการกระพริบแสงตามเวลาของนาฬิกาชีวภาพ (Hanson, 1978) นอกจากนี้ สุทธิศา ลุ่มบุตร (2551) ยังได้รายงานไว้ว่า พบเห็นหิ่งห้อยชนิด *P. malacca* บินมารวมตัวกันเป็นกลุ่มครั้งแรกในช่วงเวลาพลบค่ำ หรือประมาณ 19:00 น.

ในการศึกษาจำนวนการกระพริบแสงของหิ่งห้อยตั้งแต่เวลาพลบค่ำจนถึงเข้ามืดของทุก ๆ เดือน ได้แบ่งช่วงเวลาศึกษาตลอดคืนออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงเวลา 19:00 – 22:00 น., ช่วงเวลา 22:00 – 01:00 น. และช่วงเวลา 01:00 – 04:00 น. พบว่าจำนวนเฉลี่ยแสงกระพริบของหิ่งห้อยในช่วงเวลา 19:00 – 22:00 น. สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\text{-value} \leq 0.001$ ) ในช่วงเวลาดังกล่าวนี้ พบว่ามีจำนวนการกระพริบแสงของหิ่งห้อยมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในเดือนตุลาคม และน้อยที่สุดในเดือนพฤศจิกายน

เมื่อเปรียบเทียบช่วงเวลาในการกระพริบแสงของหิ่งห้อยสกุล *Luciola aquatilis* จากประสบการณ์และการเฝ้าสังเกตของผู้วิจัย พบว่า หิ่งห้อยสกุล *L. aquatilis* ที่จังหวัดสุพรรณบุรี และบริเวณบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งเป็นหิ่งห้อยน้ำจืดสามารถพบได้เกือบทั่วประเทศ มีช่วงเวลาในการกระพริบแสงมากที่สุดเป็นช่วงเวลานั้น ๆ อยู่ในเวลาพลบค่ำ เวลาประมาณ 18:30 – 19:30 น. ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าหิ่งห้อยสกุล *L. aquatilis* ในขณะกระพริบแสงหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้จะบินเพื่อส่งสัญญาณหาหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมีย เมื่อหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียกระพริบแสงส่งสัญญาณเตรียมพร้อมให้กับหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้แล้ว หิ่งห้อยทั้งสองจะทำการผสมพันธุ์กันที่บริเวณพื้นดิน จะเห็นว่าหิ่งห้อยสกุล *L. aquatilis* ต้องใช้พลังงานมากในการบินและกระพริบแสง ซึ่งทั้งสองกิจกรรมเกิดขึ้นพร้อมกัน ช่วงเวลาในการกระพริบแสงของหิ่งห้อยชนิดนี้จึงพบเป็นช่วงเวลานั้น ๆ ซึ่งแตกต่างจากช่วงเวลาในการกระพริบแสงของหิ่งห้อยในสกุล *Pteroptyx* spp คือ มีช่วงเวลาในการกระพริบแสงที่นานกว่า เพราะหิ่งห้อยในสกุลนี้ในขณะกระพริบแสง หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศผู้จะเกาะอยู่บนต้นพืชไม่มีการบินหรือเคลื่อนย้ายตำแหน่ง จะบินลงมากก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณเตรียมพร้อมการผสมพันธุ์จากหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียแล้วเท่านั้น

Rooney และ Lewis (2000) อธิบายรูปแบบการผสมพันธุ์ของหิ่งห้อยสกุล *Ellychnia corrusca* ว่าเกิดจากการกระพริบแสงและใช้หมวดชุดอุปกรณ์บริเวณส่วนหัวของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมีย



เพื่อการเกี่ยวพาราสี หลังจากนั้นกลับลำตัวไปอยู่ในทิศทางตรงข้ามขณะผสมพันธุ์ และการศึกษารูปแบบการผสมพันธุ์ของหิ่งห้อยสกุล *Luciola aquatilis* ในห้องปฏิบัติการของอัญชนา ท่านเจริญ ในปี พ.ศ. 2550 พบว่า *L. aquatilis* ใช้เวลาประมาณ 27 – 32 นาที ในการกระพริบแสงและเกี่ยวพาราสีหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมีย หลังจากนั้นใช้เวลาประมาณ 2.13 – 5.42 ชั่วโมงในการผสมพันธุ์ ซึ่งในขณะที่ผสมพันธุ์หิ่งห้อยจะไม่กระพริบแสง จะกระพริบแสงเพื่อเป็นการเตือนภัยเมื่อมีสิ่งรบกวนเท่านั้น



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## บทที่ 6

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 6.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาชนิด ความชุกชุมของหิ่งห้อย ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมหิ่งห้อยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม และการกระพริบแสงของหิ่งห้อยบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี ตลอดระยะเวลา 14 เดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 จนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 ได้ผลการศึกษา ดังนี้

#### การศึกษาชนิดของหิ่งห้อยภายในพื้นที่ศึกษา

พบหิ่งห้อยทั้งหมด 3 ชนิดในพื้นที่ศึกษา ซึ่งโดยส่วนใหญ่พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะอาศัยอยู่บริเวณต้นพีชริมแม่น้ำที่เป็นน้ำกร่อย ซึ่งภายในบริเวณแนวเส้นสำรวจ พบหิ่งห้อยทั้งหมด 2 ชนิด คือ *Pteroptyx malacca* (Gorham) และ *P. valida* Olivier นอกจากนี้ยังพบหิ่งห้อยที่บินไปบินมาในบริเวณพื้นที่ศึกษา อยู่ในบริเวณพื้นที่รอยต่อระหว่างพื้นที่ศึกษาที่ 1 กับพื้นที่ศึกษาที่ 2 และห่างจากบริเวณน้ำกร่อยประมาณ 5 – 20 เมตร อีก 1 ชนิด คือ *Asymmetricata circumdata* (Motsch)

#### ผลการศึกษาความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยภายในพื้นที่ศึกษาทั้งสองบริเวณ

พบความชุกชุมของหิ่งห้อยในพื้นที่ศึกษาที่ 1: ป่าชายเลนปลูก มากกว่าในพื้นที่ที่ 2: ป่าชายเลนปลูกที่มีการบุกรุก ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 ตามแนวเส้นสำรวจซึ่งมีระยะทางยาว 2 กิโลเมตรพบความชุกชุมของหิ่งห้อย *P. malacca* และ *P. valida* มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 และพบความชุกชุมของหิ่งห้อยทั้งสองชนิดน้อยที่สุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 และนอกจากนี้จำนวนความชุกชุมเฉลี่ยของหิ่งห้อยระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และปริมาณน้ำฝน กับความชุกชุมของหิ่งห้อย พบว่าความชุกชุมของหิ่งห้อยจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศสูง ในขณะที่ความชุกชุมของหิ่งห้อยจะลดน้อยลงเมื่อปริมาณน้ำฝนสูงขึ้น

### ผลการศึกษาระดับปริญญาโทของหิ้งห้อย

จำนวนเฉลี่ยของการกระพริบแสงของหิ้งห้อยมีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเวลาประมาณ 19:00 – 22:00 น. ของทุกเดือน โดยในเดือนตุลาคมมีจำนวนเฉลี่ยของการกระพริบแสงของหิ้งห้อยสูงที่สุดและในเดือนพฤศจิกายน มีจำนวนเฉลี่ยของการทำแสงของหิ้งห้อยน้อยที่สุด



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## 6.2 ข้อเสนอแนะในการอนุรักษ์หิ่งห้อย

### การอนุรักษ์พืชพรรณแหล่งอาศัยของหิ่งห้อย

จากการศึกษาพบว่าพืชพรรณที่พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะอาศัยมากที่สุด คือ ต้นโก้งกางใบเล็ก และนอกจากนี้ยังพบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยกระจายตัวอยู่ตามพืชพรรณชนิดอื่น ๆ อีก ได้แก่ โก้งกางใบใหญ่ เหงือกปลาหมอ จาก ตะบูนขาว ปอทะเล ลำพู แสมดำ เป็นต้น พืชชนิดต่าง ๆ ข้างต้นต่างเป็นพืชที่พบเฉพาะในพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากการขึ้น - ลงของน้ำทะเล และเป็นบริเวณใกล้เคียงกับที่พบตัวอ่อนหิ่งห้อยอาศัยอยู่ จากการศึกษาวัฏจักรชีวิตหิ่งห้อยที่อาศัยอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากการขึ้น - ลงของน้ำทะเล หรือป่าชายเลน พบว่าหิ่งห้อยตัวเต็มวัยใช้พืชพรรณที่กล่าวไว้แล้วข้างต้นเป็นแหล่งที่อยู่และแหล่งผสมพันธุ์ หลังจากนั้นหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียจะวางไข่ตามพื้นดินด้านล่างที่มีความชุ่มชื้น มีเศษซากใบไม้ปกคลุม ดังนั้น หากมีการบุกรุกป่าชายเลน พืชพรรณในป่าชายเลนถูกโค่นทำลาย ก็จะส่งผลต่อแหล่งที่อยู่และแหล่งผสมพันธุ์ของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย และเมื่อป่าไม้ถูกทำลายย่อมส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่อาศัยอยู่ภายในระบบนิเวศป่าชายเลน ทำให้เกิดการขาดแคลนแหล่งอาหารของหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อน ดังนั้นการอนุรักษ์พรรณไม้ในป่าชายเลนจึงถือเป็นบทบาทสำคัญในการอนุรักษ์หิ่งห้อย

### การอนุรักษ์แหล่งอาหาร

การศึกษาในพื้นที่ศึกษาพบว่าหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อนเป็นระยะเดียวที่มีการบริโภคหอยเป็นอาหาร ดังนั้นหอยจึงจัดเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญสำหรับหิ่งห้อย การอนุรักษ์แหล่งอาหารจึงถือว่าเป็นบทบาทที่สำคัญในการอนุรักษ์หิ่งห้อยด้วย

### การจัดการด้านการท่องเที่ยวและการกำหนดพื้นที่อนุรักษ์หิ่งห้อย

ในปัจจุบันพบการขยายตัวอย่างรวดเร็วของการจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวชมหิ่งห้อยในจังหวัดต่าง ๆ เช่น จังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดเพชรบุรี เป็นต้น ซึ่งผลจากการจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศนี้พบว่าได้ส่งผลกระทบต่อหิ่งห้อย เนื่องจากนักท่องเที่ยวได้เข้าไปรบกวนธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นมลพิษทางแสงที่รบกวนการผสมพันธุ์ของหิ่งห้อย มลพิษทางน้ำ เช่น การล่องเรือชมหิ่งห้อยในจังหวัดสมุทรสงคราม คราบน้ำมันเชื้อเพลิงจากเรือยนต์ รวมไปถึงแรงคลื่นน้ำที่ส่งผลกระทบต่อดำรงชีวิตของหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อน และการตัดโค่นต้นพืชเพื่อประโยชน์ใช้สอยอื่น ๆ ซึ่งนับว่าการกระทำดังกล่าวข้างต้นล้วนมีผลทำให้ปริมาณหิ่งห้อยลดน้อยลงอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการกำหนดแนวทางการจัดการการท่องเที่ยวและการกำหนดเขตพื้นที่อนุรักษ์จึงนับว่าเป็นบทบาทสำคัญในการเพิ่มความชุกชุมของหิ่งห้อยเพื่อให้มีปรากฏในรุ่นลูกรุ่นหลานสืบไป

### ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

จากการศึกษาบริเวณที่พบหิ้งห้อยตัวเต็มวัย พบว่าหิ้งห้อยตัวเต็มวัยจะกระจายตัวมากในบริเวณต้นโกงกางใบเล็กที่อยู่ในพื้นที่โล่ง ตามแนวทางเดินในเส้นทางเดินชมหิ้งห้อยในบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี แนวทางในการจัดการและอนุรักษ์จึงควรจัดให้บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่รณรงค์และขอความร่วมมือจากนักท่องเที่ยวในการหลีกเลี่ยงการใช้แสงไฟในการรบกวนการสืบพันธุ์ของหิ้งห้อยตัวเต็มวัย และกำหนดขอบเขตระยะเวลาในการเข้าชมหิ้งห้อยภายในสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี

ปัจจุบันการท่องเที่ยวเชิงนิเวศที่พบในบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 กลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี ได้รับความสนใจจากนักท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก เมื่อมีผู้เข้าไปใช้พื้นที่เป็นจำนวนมากย่อมส่งผลกระทบต่อสภาพทางธรรมชาติที่อาจเสื่อมโทรม ดังนั้นจึงควรจัดทำแผนสำรองในการรองรับนักท่องเที่ยวที่อาจเพิ่มขึ้นในอนาคตเพื่อลดผลกระทบที่อาจมีผลต่อหิ้งห้อยในบริเวณพื้นที่ศึกษา นอกจากนี้ควรจัดรณรงค์ให้ปลูกป่าชายเลนเพื่อเพิ่มพื้นที่อยู่อาศัยให้กับหิ้งห้อย เนื่องจากการโค่นหรือตัดต้นโกงกางล้วนมีผลทำให้ปริมาณของหิ้งห้อยในธรรมชาติลดลงอย่างต่อเนื่อง

## รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2552. แผนแม่บทการจัดการป่าชายเลนประเทศไทย. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร. 113.
- จิรพล สีนธุนาวา. 2557. พลังงาน และ สิ่งแวดล้อม. Rajabhat Journal of Sciences, Humanities & Social Sciences 2: 44-50.
- ชนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล. 2555. การ ศึกษาบูรณาการเชิงพื้นที่เพื่อแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเล จังหวัดสมุทรปราการ: กรณีศึกษานำร่องเพื่อการออกแบบ ณ บ้านขุนสมุทรจีน ต.แหลมฟ้าผ่า อ.พระสมุทรเจดีย์. โครงการวิจัย 2: 57-63.
- ภัทรวรรณ เลิศสุชาตวนิช. 2548. การประเมินผลกระทบจากการท่องเที่ยวแบบโฮมสเตย์ต่อประชากร ณ บ้านโคกเกตุ จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มนต์สุวรรณ จินดาแสง. 2540. ชีวิตริบหรี่ของหิ่งห้อย. โลกสีเขียว 6,3 (กรกฎาคม - สิงหาคม 2540): 21-26.
- ยาใจ ศรีวิโรจน์. 2556. ระบบ มาตรฐาน คุณภาพ การ จัดการ ท่องเที่ยว ตำบล ปลาย โพงพาง อำเภอ อัมพวา จังหวัด สมุทรสงคราม.
- วันดี สันติวุฒิเมธี. 2541. หิ่งห้อยดวงไฟชีวิตในรัตติกาล. สารคดี 14,165 (พฤศจิกายน 2541): 60-76.
- ศุภสรณ์ เจริญวัฒนา. 2546. หิ่งห้อยแสงสว่างกลางพงไพร. สารคดี 19: 114-127.
- สนธิ อักษรแก้ว. 2541. ป่าชายเลน นิเวศวิทยาและการจัดการ. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- สมหมาย ชื่นราม และ อุ่น ลีวานิช. 2539. พฤติกรรมและวงจรชีวิตของหิ่งห้อย (*Luciola* sp.). วารสารวิชาการเกษตร 4: 44-52.
- สมหมาย ชื่นราม และ อุ่น ลีวานิช. 2543. ชีววิทยาและพฤติกรรมของหิ่งห้อย *Pteroptyx malaccae* (Gorham). วารสารกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพมหานคร. 22(4): 275-284.
- ส่วนส่งเสริมและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลน. 2552. หิ่งห้อยในป่าชายเลน. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สุทิตา ลุ่มบุตร. 2551. การศึกษาสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติกับปริมาณและการกระจายตัวของ หิ่งห้อย *Pteroptyx malaccae* Gorham.

สุทิตา ลุ่มบุตร. 2551. เทคนิคการเพาะเลี้ยงและการพัฒนาสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับหิ่งห้อย *Pteroptyx malaccae* Gorham. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

องค์การสวนพฤกษศาสตร์. 2546. หิ่งห้อยในประเทศไทย. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประเทศไทย.

อัญชญา ทานเจริญ และ สัจจวรรณ กิจทวี. 2545. การศึกษาหิ่งห้อยในประเทศไทย. รายงานการวิจัยโครงการ BRT โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, กรุงเทพมหานคร. 115-120.

#### ภาษาอังกฤษ

Aksornkoe, S. 1976. Structure of mangrove forest at Amphoe Khlung Changwat Chantaburi, Thailand. Forest Research Bulletin 38: 1-42.

Aksornkoe, S. 1976. Structure, regeneration and productivity of mangroves in Thailand. Michigan State University. Department of Botany and Plant Pathology.

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. 2009. Systematics of Indo-Pacific fireflies with a redefinition of Australasian *Atyphella* Olliff, Madagascan *PhoturoLuciola* Pic, and description of seven new genera from the Luciolinae (Coleoptera: Lampyridae). zootaxa 32-33.

Ballantyne, L.A., and Lambkin, C. 2013. Systematics and phylogenetics of Indo-Pacific Luciolinae fireflies (Coleoptera: Lampyridae) and the description of new genera. Zootaxa 3653: 31.

Ballantyne, L.A., and McLean, M.R. 1970. Revisional studies on the firefly genus *Pteroptyx* Olivier (Coleoptera: Lampyridae: Luciolinae: Luciolini). transactions of the American entomological society 223-305.

- Branham, A.M., and Greenfield, D.M. 1996. Flashing males win mate success. Nature 381: 745-746.
- Buck, J., and Buck, E. 1966. Biology of synchronous flashing of fireflies. Nature 3: 562-564.
- Buschman, L.L. 1984. Biology of the firefly *Pyractomena lucifera* (Coleoptera: Lampyridae). Florida Entomologist 529-542.
- Bushman, L.L. 1988. Larval development and its photoperiodic control in the firefly *Pyractomena 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 malaccae*, a synchronic Southeast Asian firefly. Journal of Insect Physiology 43: 965-971.
- De Cock, R., and Matthysen, E. 2003. Glow-worm larvae bioluminescence (Coleoptera: Lampyridae) operates as an aposematic signal upon toads (*Bufo bufo*). Behavioral Ecology 14: 103-108.
- Evans, G. 1977. The Life of Beetles. UK: George Allen & Unwin.
- Fraga, H., Esteves da Silva, Joaquim, C.G., and Rui, F. 2004. Chemical synthesis and firefly luciferase produced dehydroluciferyl-coenzyme A. Tetrahedron letters 45: 2117-2120.
- Fu, X., Meyer-Rochow, V.B., Tyler, J., Suzuki, H., and De Cock, R. 2009. Structure and function of the eversible organs of several genera of larval firefly (Coleoptera: Lampyridae). Chemoecology 19: 155-168.
- Golden, D.M., and Crist, T.O. 1999. Experimental effects of habitat fragmentation on old-field canopy insects: community, guild and species responses. Oecologia 118: 371-380.
- Hanson, F.E. 1978. Comparative studies of firefly pacemakers. in Federation proceedings. pp. 2158.
- Jones, J., and Benton, J. 1999. Soil analysis handbook of reference methods. United States of America: CRC Press.
- 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.
- Lloyd, J.E. 1966. Signals and mating behavior in several fireflies (Coleoptera: Lampyridae). The Coleopterists' Bulletin 84-90.
- Lloyd, J.E. 1971. Bioluminescent communication in insects. Annual review of entomology 16: 97-122.
- Lloyd, J.E. 1997. Firefly mating ecology, selection and evolution The evolution of mating systems in insects and arachnids 184-192.
- Maunder, W. 1976. Climate-diagram maps of the individual continents and the ecological climatic regions of the earth: H. Walter, E. Harnickell and D. Mueller-Dombois. Springer-Verlag, Berlin, 1975, DM 72.00 Trans.). In (Ed.),^(Eds.), (ed., Vol. pp.). Elsevier. (Reprinted from.
- McDermott, F.A. 1966. Lampyridae Coleopterorum Catalogus Supplementa. Secunda 9: 1-149.
- Nak-eiam, S., Wattanachaiyingcharoen, W., and Thancharoen, A. 2011. Distribution and Habitat of the Firefly, *Asymmetricata circumdata* (Motsch.) (Coleoptera: Lampyridae: Luciolinae) in the North of Thailand. NU Science Journal 8(2): 12-18.
- Nallakumar, K. 2003. The synchronously flashing aggregative fireflies of Peninsular Malaysia. Biodiversity 4: 11-16.
- Ohba, N. 1983. Studies on the communication systems of Japanese fireflies. . Sci. Rep. Yokosuka City Museum 30: 1-62.
- Ohba, N., and Sim, S. 1994. The morphology, behavior and life cycle of *Pteroptyx valida* (Coleoptera: Lampyridae) in Singapore. Science Report of Yokosuka City Museum 42: 1-11.
- Parry, M., Canziani, O., Palutikof, J., Linden, V.D.P., and Hanson, C. 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Intergovernmental Panel on Climate Change: Cambridge University Press.
- Picchi, M.S., Avolio, L., Azzani, L., Brombin, O., and Camerini, G. 2013. Fireflies and land use in an urban landscape: the case of *Luciola italica* L.(Coleoptera: Lampyridae) in the city of Turin. Journal of insect conservation 17: 797-805.

- Rooney, J.A., and Lewis, S.M. 2000. Notes on the Life History and Mating Behavior of *Ellychnia corrusca* (Coleoptera: Lampyridae). Florida Entomologist 324-334.
- Schwalb, H.H. 1961. Beiträge zur Biologie der einheimischen Lampyriden *Lampyris 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.
- Thancharoen, A. 2007. The biology and mating behavior of an aquatic firefly species, *Luciola aquatilis* sp. nov. Thancharoen (Coleoptera: Lampyridae). Mahidol University.
- 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.
- Wijekoon, M., Daiqin, L., and Tengfui, Z. 2013. Studies on South-east Asian fireflies: *Abscondita*, a new genus with details of life history, flashing patterns and behaviour of *Abs. chinensis* (L.) and *Abs. terminalis* (Olivier)(Coleoptera: Lampyridae: Luciolinae). Zootaxa 3721: 001-048.
- Yuma, M. 1984. Egg size and viability of the firefly, *Luciola cruciata* (Coleoptera, Lampyridae). Kontyu, Tokyo 52(4): 615-629.
- Yuma, M. 1986. Growth and size variations in the larvae of *Luciola cruciata*(Coleoptera: Lampyridae) in relation to the egg size. Physiology & Ecology Japan 23: 45-78.
- Zako, T., et al. 2003. Luminescent and substrate binding activities of firefly luciferase N-terminal domain. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics 1649: 183-189.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**

## ภาคผนวก ก

ตารางแสดงจำนวนเฉลี่ยรวมของความชุกชุมของหึ่งห้อย (ตัว/จุด/เดือน)

ส.ค. 55	ก.ย. 55	ต.ค. 55	พ.ย. 55	ธ.ค. 55	ม.ค. 56	ก.พ. 56	มี.ค. 56	เม.ย. 56	พ.ค. 56	มิ.ย. 56	ก.ค. 56	ส.ค. 56	ก.ย. 56
13.5	13.7	40.4	14.4	12.6	11.8	12.2	18.5	35.2	11.4	15.6	14.8	11.4	24.8
17.6	21.9	40.4	12.4	23.8	25.4	16.8	31	21	3.8	43.2	14.8	12	23.8
21	12.9	40.4	8	36.2	33.4	8	56.6	12	14.8	37	27.6	21.4	23.2
19	18.3	40.4	28	21	28.6	8	10.8	11.8	26	11.8	22	22	24.4
12.1	15	9.4	16	19	28	9.8	12	17.2	15.6	7.2	22	14	31
13.4	16.2	16.4	19	14	30.8	11.4	5.6	8.8	24.2	13.2	5.8	12.8	8.6
11	13.5	30.5	16	37.4	30.6	13.3	41.4	8.8	37.6	17	16.8	20	7.6
13.2	17.6	44.8	21.4	20.4	22	17.2	24.4	14.6	15.6	9	16.8	17.8	12.8
19.6	21	11.2	13.2	20.4	29.2	13	14	20.8	21.2	15	16.8	11.2	14.2
19	19	21.4	16.8	24.6	23.2	6	27.6	32	15.4	18.6	20	15.6	12.2
21.9	15.5	20.8	16.8	27	11.6	14.2	21.6	32.2	11.8	29	20	17	18.5
12.9	13.4	32.4	20.4	13.4	16	51.4	34.2	10.8	17.4	6.4	20.8	13.8	22.1
18.3	11.9	24.2	26.8	15.4	21.4	12.8	22	12.2	4	16.4	20.8	14.6	12.8
11	24.8	33.2	22.8	13.8	22.4	11.6	17.2	8.6	17	23.6	20.8	12.2	19.6
9.6	22.5	13.8	24.8	22.6	11	29.6	16.8	7.6	27.8	15.8	3.8	4.8	23.8
11.2	23.9	9.6	18.6	18.6		13.4	12.6			4.8	27	19	11
	12.9	11.9					15.8				11.4		11.3
		58.17											
		20											
15.27	17.29	27.34	18.45	21.26	23.03	15.54	22.48	16.91	24.24	17.73	17.76	14.98	17.75

เฉลี่ย

## Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks

Dependent Variable: Col 2

Group	N	Missing	Median	25%	75%
Aug2012	16	0	13.450	11.650	19.000
Sep2012	17	0	16.200	13.475	21.225
Oct2012	19	0	24.200	14.450	40.400
Nov2012	15	0	16.800	14.800	22.450
Dec2012	16	0	20.400	14.700	24.200
Jan2013	15	0	23.200	17.350	29.050
Feb2013	16	0	12.900	10.600	15.500
Mar2013	17	0	18.500	13.650	28.450
Apr2013	15	0	12.200	9.300	20.950
May2013	15	0	15.600	12.550	23.450
June2013	16	0	15.700	10.400	21.100
July2013	17	0	20.000	14.800	21.100
Aug2013	16	0	14.300	12.100	18.400
Sep2013	17	0	18.500	11.975	23.800

H = 28.682 with 13 degrees of freedom. (P = 0.007)

The differences in the median values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P = 0.007)

To isolate the group or groups that differ from the others use a multiple comparison procedure.

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Dunn's Method) :

Comparison	Diff of Ranks	Q	P<0.05
Jan2013 vs Feb2013	77.371	3.278	No
Jan2013 vs Aug2012	64.183	2.719	Do Not Test
Jan2013 vs Aug2013	63.652	2.697	Do Not Test
Jan2013 vs Apr2013	60.767	2.534	Do Not Test
Jan2013 vs June2013	51.527	2.183	Do Not Test
Jan2013 vs May2013	42.967	1.792	Do Not Test
Jan2013 vs Sep2013	41.345	1.777	Do Not Test
Jan2013 vs Sep2012	39.257	1.687	Do Not Test
Jan2013 vs July2013	34.522	1.484	Do Not Test
Jan2013 vs Nov2012	30.033	1.252	Do Not Test
Jan2013 vs Mar2013	20.080	0.863	Do Not Test
Jan2013 vs Dec2012	12.090	0.512	Do Not Test
Jan2013 vs Oct2012	0.249	0.0110	Do Not Test
Oct2012 vs Feb2013	77.122	3.461	Do Not Test
Oct2012 vs Aug2012	63.934	2.869	Do Not Test
Oct2012 vs Aug2013	63.403	2.845	Do Not Test
Oct2012 vs Apr2013	60.518	2.668	Do Not Test
Oct2012 vs June2013	51.278	2.301	Do Not Test
Oct2012 vs May2013	42.718	1.883	Do Not Test
Oct2012 vs Sep2013	41.096	1.874	Do Not Test
Oct2012 vs Sep2012	39.008	1.779	Do Not Test
Oct2012 vs July2013	34.272	1.563	Do Not Test
Oct2012 vs Nov2012	29.784	1.313	Do Not Test
Oct2012 vs Mar2013	19.831	0.905	Do Not Test
Oct2012 vs Dec2012	11.840	0.531	Do Not Test
Dec2012 vs Feb2013	65.281	2.812	Do Not Test
Dec2012 vs Aug2012	52.094	2.244	Do Not Test
Dec2012 vs Aug2013	51.563	2.221	Do Not Test
Dec2012 vs Apr2013	48.677	2.062	Do Not Test

Dec2012 vs June2013	39.438	1.698	Do Not Test
Dec2012 vs May2013	30.877	1.308	Do Not Test
Dec2012 vs Sep2013	29.256	1.279	Do Not Test
Dec2012 vs Sep2012	27.167	1.188	Do Not Test
Dec2012 vs July2013	22.432	0.981	Do Not Test
Dec2012 vs Nov2012	17.944	0.760	Do Not Test
Dec2012 vs Mar2013	7.991	0.349	Do Not Test
Mar2013 vs Feb2013	57.290	2.504	Do Not Test
Mar2013 vs Aug2012	44.103	1.928	Do Not Test
Mar2013 vs Aug2013	43.572	1.905	Do Not Test
Mar2013 vs Apr2013	40.686	1.749	Do Not Test
Mar2013 vs June2013	31.447	1.375	Do Not Test
Mar2013 vs May2013	22.886	0.984	Do Not Test
Mar2013 vs Sep2013	21.265	0.944	Do Not Test
Mar2013 vs Sep2012	19.176	0.851	Do Not Test
Mar2013 vs July2013	14.441	0.641	Do Not Test
Mar2013 vs Nov2012	9.953	0.428	Do Not Test
Nov2012 vs Feb2013	47.338	2.006	Do Not Test
Nov2012 vs Aug2012	34.150	1.447	Do Not Test
Nov2012 vs Aug2013	33.619	1.424	Do Not Test
Nov2012 vs Apr2013	30.733	1.282	Do Not Test
Nov2012 vs June2013	21.494	0.911	Do Not Test
Nov2012 vs May2013	12.933	0.539	Do Not Test
Nov2012 vs Sep2013	11.312	0.486	Do Not Test
Nov2012 vs Sep2012	9.224	0.396	Do Not Test
Nov2012 vs July2013	4.488	0.193	Do Not Test
July2013 vs Feb2013	42.849	1.873	Do Not Test
July2013 vs Aug2012	29.662	1.297	Do Not Test
July2013 vs Aug2013	29.131	1.273	Do Not Test
July2013 vs Apr2013	26.245	1.128	Do Not Test
July2013 vs June2013	17.006	0.743	Do Not Test

July2013 vs May2013	8.445	0.363	Do Not Test
July2013 vs Sep2013	6.824	0.303	Do Not Test
July2013 vs Sep2012	4.735	0.210	Do Not Test
Sep2012 vs Feb2013	38.114	1.666	Do Not Test
Sep2012 vs Aug2012	24.926	1.090	Do Not Test
Sep2012 vs Aug2013	24.395	1.066	Do Not Test
Sep2012 vs Apr2013	21.510	0.925	Do Not Test
Sep2012 vs June2013	12.270	0.536	Do Not Test
Sep2012 vs May2013	3.710	0.159	Do Not Test
Sep2012 vs Sep2013	2.088	0.0927	Do Not Test
Sep2013 vs Feb2013	36.026	1.575	Do Not Test
Sep2013 vs Aug2012	22.838	0.998	Do Not Test
Sep2013 vs Aug2013	22.307	0.975	Do Not Test
Sep2013 vs Apr2013	19.422	0.835	Do Not Test
Sep2013 vs June2013	10.182	0.445	Do Not Test
Sep2013 vs May2013	1.622	0.0697	Do Not Test
May2013 vs Feb2013	34.404	1.458	Do Not Test
May2013 vs Aug2012	21.217	0.899	Do Not Test
May2013 vs Aug2013	20.685	0.876	Do Not Test
May2013 vs Apr2013	17.800	0.742	Do Not Test
May2013 vs June2013	8.560	0.363	Do Not Test
June2013 vs Feb2013	25.844	1.113	Do Not Test
June2013 vs Aug2012	12.656	0.545	Do Not Test
June2013 vs Aug2013	12.125	0.522	Do Not Test
June2013 vs Apr2013	9.240	0.391	Do Not Test
Apr2013 vs Feb2013	16.604	0.703	Do Not Test
Apr2013 vs Aug2012	3.417	0.145	Do Not Test
Apr2013 vs Aug2013	2.885	0.122	Do Not Test
Aug2013 vs Feb2013	13.719	0.591	Do Not Test
Aug2013 vs Aug2012	0.531	0.0229	Do Not Test
Aug2012 vs Feb2013	13.188	0.568	Do Not Test



**Multiple Linear Regression** ระหว่างจำนวนค่าเฉลี่ยรวมของความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และปริมาณน้ำฝน

population =  $-60.315 + (0.461 * \text{Temperature}) + (0.720 * \text{Relative Humidity}) - (0.0222 * \text{Rainfall})$

N = 14 Missing Observations = 227 R = 0.717 Rsqr = 0.514 Adj Rsqr = 0.368  
Standard Error of Estimate = 3.073

	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
Constant	-60.315	28.672	-2.104	0.062	
Temperature	0.461	0.669	0.689	0.507	1.146
Relative Humidity	0.720	0.223	3.234	0.009	1.076
Rainfall	-0.0222	0.0570	-0.390	0.705	1.172

Analysis of Variance:

	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	99.823	33.274	3.523	0.057
Residual	10	94.449	9.445		
Total	13	194.272	14.944		

	Column	SSIncr	SSMarg
Temperature		0.569	4.479
Relative Humidity		97.820	98.766
Rainfall		1.435	1.435

P

Temperature 0.507

Relative Humidity 0.009

Rainfall 0.705

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0.058)

Constant Variance Test: Passed (P = 0.271)

Power of performed test with alpha = 0.050: 0.848

ตารางแสดงการเปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัย (ตัว/ฤดูกาล) ระหว่างฤดูฝน (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 – กันยายน พ.ศ. 2556) และฤดูแล้ง (เดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 – มีนาคม พ.ศ. 2556) บริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 คุ้งน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอคลอง จังหวัดจันทบุรี (t-test,  $p \leq 0.05$ )

Group Statistics

	กลุ่ม	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
จำนวนหิ่งห้อย	Dry-season	64	20.5687	10.19822	1.27478
	Wet-season	163	18.2734	8.71076	.68228

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
จำนวน หิ่งห้อย	Equal variances assumed	2.542	.112	1.700	225	.090	2.29531	1.34998	-.36491	4.95554
	Equal variances not assumed			1.587	101.039	.116	2.29531	1.44588	-.57291	5.16353



ค่าสัมประสิทธิ์ความชันของสมการเส้นตรงของจำนวนแสงกระพริบของหิ่งห้อยในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ระหว่างช่วงที่หนึ่ง (19:00 – 22:00 น.) กับช่วงที่สอง (22:00 – 01:00 น.)

t-test

Normality Test: Passed (P = 0.620)

Equal Variance Test: Passed (P = 0.343)

Group Name	N	Missing	Mean	Std Dev	SEM
19:00 - 22:00	14	0	-1.056	1.203	0.322
22:00 - 01:00	14	0	-2.744	0.851	0.228

Difference 1.688

t = 4.286 with 26 degrees of freedom. (P = <0.001)

95 percent confidence interval for difference of means: 0.879 to 2.498

The difference in the mean values of the two groups is greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference between the input groups (P = <0.001).

Power of performed test with alpha = 0.050: 0.988

ค่าสัมประสิทธิ์ความชันของสมการเส้นตรงของจำนวนแสงกระพริบของหิ่งห้อยในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ระหว่างช่วงที่หนึ่ง (19:00 – 22:00 น.) กับช่วงที่สอง (22:00 – 01:00 น.)

t-test

Normality Test: Passed (P = 0.081)

Equal Variance Test: Passed (P = 0.280)

Group Name	N	Missing	Mean	Std Dev	SEM
22:00 - 01:00	14	0	-2.744	0.851	0.228
01:00 - 04:00	14	0	-0.767	0.579	0.155

Difference -1.977

t = -7.184 with 26 degrees of freedom. (P = <0.001)

95 percent confidence interval for difference of means: -2.543 to -1.412

The difference in the mean values of the two groups is greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference between the input groups (P = <0.001).

Power of performed test with alpha = 0.050: 1.000

การเปรียบเทียบช่วงเวลาการกระพริบของหิ่งห้อยในเวลา 19:00 น. – 22:00 น. ในแต่ละเดือน

Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks

Group	N	Missing	Median	25%	75%
September 2013	60	0	29.000	26.000	34.500
August 2012	60	0	24.000	22.000	25.000
September 2012	60	0	29.000	24.000	35.000
October 2012	60	0	34.000	29.500	38.500
November 2012	60	0	19.500	17.000	22.000
December 2012	60	0	24.000	22.000	26.000
January 2013	60	0	22.000	20.000	24.000
February 2013	60	0	28.000	23.500	30.000
March 2013	60	0	31.500	28.000	34.000
April 2013	60	0	23.000	22.000	26.000
May 2013	60	0	28.000	24.000	31.000
June 2013	60	0	28.000	25.000	30.000
July 2013	60	0	21.000	18.000	24.000
August 2013	60	0	25.000	23.000	28.000
September 2013	60	0	29.000	26.000	34.500

H = 364.627 with 14 degrees of freedom. (P = <0.001)

The differences in the median values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P = <0.001)

To isolate the group or groups that differ from the others use a multiple comparison procedure.

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Tukey Test):

Comparison	Diff of Ranks	q	P<0.05
March 2013 vs November 2012	33170.000	16.473	Yes
March 2013 vs July 2013	28731.000	14.269	Yes
March 2013 vs January 2013	26724.500	13.272	Yes
March 2013 vs April 2013	22027.000	10.939	Yes
March 2013 vs August 2012	20673.500	10.267	Yes
March 2013 vs December 2012	19922.000	9.894	Yes
March 2013 vs August 2013	16262.500	8.076	Yes
March 2013 vs February 2013	11896.500	5.908	Yes
March 2013 vs May 2013	10259.500	5.095	Yes
March 2013 vs June 2013	10122.500	5.027	Yes
March 2013 vs September 2012	6928.500	3.441	No
March 2013 vs September 2013	5739.500	2.850	Do Not Test
March 2013 vs September 2013	5739.500	2.850	Do Not Test
March 2013 vs October 2012	1073.500	0.533	Do Not Test
October 2012 vs November 2012	32096.500	15.940	Yes
October 2012 vs July 2013	27657.500	13.735	Yes
October 2012 vs January 2013	25651.000	12.739	Yes
October 2012 vs April 2013	20953.500	10.406	Yes
October 2012 vs August 2012	19600.000	9.734	Yes
October 2012 vs December 2012	18848.500	9.361	Yes
October 2012 vs August 2013	15189.000	7.543	Yes

October 2012 vs February 2013	10823.000	5.375	Yes
October 2012 vs May 2013	9186.000	4.562	No
October 2012 vs June 2013	9049.000	4.494	Do Not Test
October 2012 vs September 2012	5855.000	2.908	Do Not Test
October 2012 vs September 2013	4666.000	2.317	Do Not Test
October 2012 vs September 2013	4666.000	2.317	Do Not Test
September 2013 vs November 2012	27430.500	13.623	Yes
September 2013 vs July 2013	22991.500	11.418	Yes
September 2013 vs January 2013	20985.000	10.422	Yes
September 2013 vs April 2013	16287.500	8.089	Yes
September 2013 vs August 2012	14934.000	7.417	Yes
September 2013 vs December 2012	14182.500	7.043	Yes
September 2013 vs August 2013	10523.000	5.226	Yes
September 2013 vs February 2013	6157.000	3.058	No
September 2013 vs May 2013	4520.000	2.245	Do Not Test
September 2013 vs June 2013	4383.000	2.177	Do Not Test
September 2013 vs September 2012	1189.000	0.590	Do Not Test
September 2013 vs November 2012	27430.500	13.623	Yes
September 2012 vs July 2013	22991.500	11.418	Yes
September 2012 vs January 2013	20985.000	10.422	Yes
September 2013 vs April 2013	16287.500	8.089	Yes
September 2013 vs August 2012	14934.000	7.417	Yes
September 2012 vs December 2012	14182.500	7.043	Yes
September 2013 vs August 2013	10523.000	5.226	Yes
September 2012 vs February 2013	6157.000	3.058	Do Not Test



September 2013 vs May 2013	4520.000	2.245	Do Not Test
September 2013 vs June 2013	4383.000	2.177	Do Not Test
September 2012 vs September 2013	1189.000	0.590	Do Not Test
September 2012 vs November 2012	26241.500	13.032	Yes
September 2012 vs July 2013	21802.500	10.828	Yes
September 2012 vs January 2013	19796.000	9.831	Yes
September 2012 vs April 2013	15098.500	7.498	Yes
September 2012 vs August 2012	13745.000	6.826	Yes
September 2012 vs December 2012	12993.500	6.453	Yes
September 2012 vs August 2013	9334.000	4.636	No
September 201 vs February 2013	4968.000	2.467	Do Not Test
September 2012 vs May 2013	3331.000	1.654	Do Not Test
September 2012 vs June 2013	3194.000	1.586	Do Not Test
June 2013 vs November 2012	23047.500	11.446	Yes
June 2013 vs July 2013	18608.500	9.242	Yes
June 2013 vs January 2013	16602.000	8.245	Yes
June 2013 vs April 2013	11904.500	5.912	Yes
June 2013 vs August 2012	10551.000	5.240	Yes
June 2013 vs December 2012	9799.500	4.867	Yes
June 2013 vs August 2013	6140.000	3.049	Do Not Test
June 2013 vs February 2013	1774.000	0.881	Do Not Test
June 2013 vs May 2013	137.000	0.0680	Do Not Test
May 2013 vs November 2012	22910.500	11.378	Yes
May 2013 vs July 2013	18471.500	9.173	Yes
May 2013 vs January 2013	16465.000	8.177	Yes

May 2013 vs April 2013	11767.500	5.844	Yes
May 2013 vs August 2012	10414.000	5.172	Yes
May 2013 vs December 2012	9662.500	4.799	Yes
May 2013 vs August 2013	6003.000	2.981	Do Not Test
May 2013 vs February 2013	1637.000	0.813	Do Not Test
February 2013 vs November 2012	21273.500	10.565	Yes
February 2013 vs July 2013	16834.500	8.360	Yes
February 2013 vs January 2013	14828.000	7.364	Yes
February 2013 vs April 2013	10130.500	5.031	Yes
February 2013 vs August 2012	8777.000	4.359	No
February 2013 vs December 2012	8025.500	3.986	Do Not Test
February 2013 vs August 2013	4366.000	2.168	Do Not Test
August 2013 vs November 2012	16907.500	8.397	Yes
August 2013 vs July 2013	1 2468.500	6.192	Yes
August 2013 vs January 2013	10462.000	5.196	Yes
August 2013 vs April 2013	5764.500	2.863	No
August 2013 vs August 2012	4411.000	2.191	Do Not Test
August 2013 vs December 2012	3659.500	1.817	Do Not Test
December 2012 vs November 2012	13248.000	6.579	Yes
December 2012 vs July 2013	8809.000	4.375	No
December 2012 vs January 2013	6802.500	3.378	Do Not Test
December 2012 vs April 2013	2105.000	1.045	Do Not Test
December 2012 vs August 2012	751.500	0.373	Do Not Test
August 2012 vs November 2012	12496.500	6.206	Yes
August 2012 vs July 2013	8057.500	4.002	Do Not Test

August 2012 vs January 2013	6051.000	3.005	Do Not Test
August 2012 vs April 2013	1353.500	0.672	Do Not Test
April 2013 vs November 2012	11143.000	5.534	Yes
April 2013 vs July 2013	6704.000	3.329	Do Not Test
April 2013 vs January 2013	4697.500	2.333	Do Not Test
January 2013 vs November 2012	6445.500	3.201	No
January 2013 vs July 2013	2006.500	0.996	Do Not Test
July 2013 vs November 2012	4439.000	2.205	Do Not Test

### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนพรัตน์ พงศ์จันทร์ เกิดวันที่ 26 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2530 ที่จังหวัดชัยภูมิ สำเร็จ การศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาสัตววิทยา จากภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2552 และเข้าศึกษาต่อที่คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553

#### ผลงาน

นพรัตน์ พงศ์จันทร์ ดวงแข สิริจิเรญชัย และ ชัชวาล ใจชื้อกุล. 2557. การกระพริบแสง ของหิ่งห้อยบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี. ใน การประชุม วิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเยาวชน ครั้งที่ 9. หน้า 66. สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ.

Pongjun, N., Sitthicharoenchai, D., and Chaisuekul, C. 2014. Pteroptyx firefly population at Welu wetland, Chanthaburi Province. in 18th Biological Science Graduate Congress (BSGC). pp. 196. University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.