

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของพืชเกาะอาศัยของหิ่งห้อย

PTEROPTYX MALACCAE (LAMPYRIDAE: LUCIOLINAE)

ในป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี

SOME MORPHOLOGICAL CHARACTERS OF DISPLAY TREES OF
FIREFLY *PTEROPTYX MALACCAE* (LAMPYRIDAE: LUCIOLINAE) IN
THE WELU WETLAND MANGROVE FOREST, KHLUNG DISTRICT,
CHANTHABURI PROVINCE

สรศักดิ์ นาคเอี่ยม^{1*} ประภาพร ผลเกิด² และ ณมนรัก คำจันทร์¹

Sorasak Nakeiam^{1*}, Prapaporn Pholkerd¹, and Na-monrug Khamchatra¹

¹ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

¹Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

*corresponding author e-mail: sorasak.n@rbru.ac.th

(Received: 5 August 2021; Revised: 6 February 2022; Accepted: 22 February 2022)

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาบางประการของพืชเกาะอาศัยของหิ่งห้อย *Pteroptyx malaccae* ที่พบในป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี เพื่อหาลักษณะเฉพาะของพืชที่หิ่งห้อยเลือกเกาะอาศัย ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 จากการสำรวจหลังเวลาดวงอาทิตย์ตกในช่วงคืนเดือนมืดทั้งหมด 10 ครั้ง พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยรวมตลอดทั้งปี 2,269 ตัว และพบหิ่งห้อยได้ทุกครั้งที่สำรวจ โดยเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 มีจำนวนตัวหิ่งห้อยรวมสูงที่สุด 567 ตัว และเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2562 พบหิ่งห้อยน้อยที่สุด 67 ตัว พืชที่หิ่งห้อยเกาะอาศัยมีทั้งหมด 4 ชนิด คือ กระถินเทพา (*Acacia mangium* Willd.) แสมดำ (*Avicennia officinalis* L.) เสม็ดขาว (*Melaleuca cajuputi* Powell) และโกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Blume) โดยพบว่าหิ่งห้อยมีแนวโน้มเลือกเกาะอาศัยต้นไม้ที่มีลำต้นสูงเฉลี่ย 8.44 เมตร มีรัศมีทรงพุ่มกว้างเฉลี่ย 2.98 เมตร มีใบขนาดเล็ก โดยมีแผ่นใบกว้างเฉลี่ย 3.98 เซนติเมตร ความยาวแผ่นใบเฉลี่ย 10.50 เซนติเมตร มีแผ่นใบบางเฉลี่ย 359.54 ไมโครเมตร และมีพื้นที่แผ่นใบเฉลี่ย 35.06 ตารางเซนติเมตร เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าพืชเกาะอาศัยของหิ่งห้อยมีลักษณะแตกต่างจากพืชที่หิ่งห้อยไม่เกาะอาศัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

คำสำคัญ: หิ่งห้อย *Pteroptyx malaccae* ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชอาศัย

Abstract

Study on some morphological characters of display tree of firefly species *Pteroptyx malaccae* in the Welu Wetland Mangrove Forest, Khlung district, Chanthaburi province for investigate the characteristic aspects of firefly display trees was conducted between February 2019 and January 2020. The 10 surveys were started after sunset at a new moon night. The adult firefly was found in all surveying periods with a summation of 2,269 individuals. The most firefly abundance was recorded in January 2020 with 567 individuals, and the lowest abundance was recorded in May 2019 with 67 fireflies. Four species of host plants were recorded consist *Acacia mangium* Willd, *Avicennia officinalis* L., *Melaleuca cajuputi* Powell and *Rhizophora apiculata* Blume. The result showed that fireflies tended to perch to trees 8.44 meters in average height and the canopy radius were 2.98 meters in average with smaller leaves (3.98 centimeters of leaf blade width, 10.50 centimeters of leaf blade length, 359.54 micrometers of leaf blade thickness and 35.06 square centimeters of leave areas, averagely). The result also showed the significant difference of the characteristics of the host plants and the non-host plants ($P < 0.05$) at the 0.05 level.

Keywords: Firefly, *Pteroptyx malaccae*, Morphological character of display tree

บทนำ

หิ่งห้อยสกุล *Pteroptyx* ที่พบในป่าชายเลนของประเทศไทยมีจำนวน 4 ชนิด ประกอบด้วย *P. asymmetria*, *P. malaccae*, *P. tener* และ *P. valida* (Jaikla et al., 2020; Jusoh et al., 2018; Lewis et al., 2021; Sriboonlert et al., 2015) โดยชนิด *P. malaccae* มีการแพร่กระจายกว้างขวางที่สุด และมีประชากรมากที่สุดในประเทศไทย (Jaikla et al., 2020) หิ่งห้อยเพศผู้ในสกุล *Pteroptyx* ที่พบในประเทศไทยมีพฤติกรรมเกาะรวมกลุ่มกันบนพืชชายเลนบางชนิด เช่น ลำพู แสม โกงกาง ปอทะเล พังกาหัวสุม และพืชตระกูลไทร เป็นต้น (นพรัตน์, 2556; Jaikla et al., 2020; Prasertkul, 2018) และกะพริบแสงเป็นจังหวะอย่างค่อนข้างพร้อมเพียงกันเพื่อดึงดูดเพศเมียให้บินเข้ามาเลือกคู่ผสมพันธุ์ จากพฤติกรรมที่มีลักษณะจำเพาะและมีความสวยงามนี้ ส่งผลให้ป่าชายเลนใดที่มีหิ่งห้อยสกุล *Pteroptyx* อาศัยอยู่อย่างชุกชุม มักกลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ที่สามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก และสร้างรายได้เพิ่มจากธุรกิจที่เกี่ยวข้อง

กับการท่องเที่ยวในหลายพื้นที่ของประเทศไทย (การ์รันต์, 2556; ทศนาวลัย และคิวิพันธุ์, 2553; ภัทรวรรณ, 2548; อัญชานา, 2552; Lewis et al., 2021)

แต่ในปัจจุบันประชากรของหิ่งห้อยในหลายพื้นที่ของประเทศไทย ที่มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง อันเป็นผลมาจากการบุกรุกทำลายแหล่งอาศัย (Lewis et al., 2021) จึงมีการเร่งศึกษาเกี่ยวกับหิ่งห้อยในหลายพื้นที่ (นพรัตน์, 2556; สรศักดิ์ และคณะ, 2563; Jaikla et al., 2020; Prasertkul, 2018) แต่โดยส่วนใหญ่มักศึกษาด้านชนิด ความชุกชุมหรือการแพร่กระจายของหิ่งห้อยเท่านั้น มีเพียงบางการศึกษาที่มุ่งเน้นค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างหิ่งห้อยและพืชเกาะอาศัย เช่น การศึกษาชนิดและตำแหน่งที่ตั้งของพืชเกาะอาศัยของหิ่งห้อยในบริเวณแหล่งอาศัยของมนุษย์ (Prasertkul, 2018) และจากการศึกษาล่าสุดของ Jaikla et al. (2020) แสดงให้เห็นว่าหิ่งห้อยมีการเลือกเกาะอาศัยบนเรือนยอดของต้นไม้ที่มีลักษณะลำต้นสูงโปร่ง ไม่ถูกบดบังจากต้นไม้ใกล้เคียง และมักเกาะรวมกลุ่มกันในทิศทางที่ไม่ถูกลมพัดใส่โดยตรง แม้ว่าการเลือกต้นไม้เพื่อเกาะกลุ่มรวมกันของหิ่งห้อยยังไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัด ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของต้นไม้ที่หิ่งห้อยเลือกเกาะ เช่น ความสูง ทรงพุ่ม ความหนาแน่นและลักษณะของใบ เป็นต้น (Jusoh et al., 2010) แต่อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังขาดผลการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของพืชที่หิ่งห้อยเลือกเกาะอาศัย ซึ่งอาจเป็นลักษณะสำคัญประการหนึ่งของพืชที่หิ่งห้อยเลือกเข้าไปเกาะรวมกลุ่มกัน ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาบางประการของพืชเกาะอาศัยของหิ่งห้อยชนิด *P. malaccae* ในบริเวณป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี โดยมุ่งเน้นที่ลักษณะของความยาวและความกว้างของแผ่นใบ พื้นที่ผิว และความหนาของแผ่นใบ รวมไปถึงความสูงและรัศมีทรงพุ่มของต้นพืชเกาะอาศัย พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับพืชบางชนิดที่หิ่งห้อยไม่เลือกเกาะซึ่งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันอีกด้วย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ออกไปใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์พันธุ์ไม้ในป่าชายเลน ไม่ให้มีการทำลายพืชเกาะอาศัยของหิ่งห้อย ซึ่งจะเป็นอย่างหนึ่งในแนวทางการอนุรักษ์พันธุกรรมของหิ่งห้อยในพื้นที่ได้ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

กำหนดพื้นที่ศึกษาบริเวณป่าชายเลนที่อยู่ระหว่าง 2 ข้างของเส้นทางถนนลาดยางภายในสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 (ท่าสอน จันทบุรี) มีระยะประมาณ 2.2 กิโลเมตร มีพิกัดอยู่ระหว่าง 12°23'01.7" N, 102°20'57.7" E ถึง 12°22'06.0" N, 102°20'30.0" E ซึ่งเป็นบริเวณที่พบประชากรของหิ่งห้อยอาศัยอยู่ มีลักษณะเป็นพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ และมีบริเวณแปลงปลูกโกก้างเพื่อฟื้นฟูพื้นที่เดิมที่เคยถูกบุกรุกทำลายมาก่อน แต่ยังมีพรรณไม้ป่าชายเลนท้องถิ่นขึ้นกระจายอยู่โดยทั่วไป การศึกษาภาคสนามเริ่มศึกษาตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562

ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 ในช่วงคืนเดือนมืดของแต่ละเดือน (ช่วงวันแรม 12-15 ค่ำ ถึงไม่เกินวันขึ้น 3 ค่ำของแต่ละเดือน) เพื่อลดการรบกวนจากแสงดวงจันทร์ในการมองเห็นและการถ่ายภาพแสงของหิ่งห้อยให้น้อยที่สุด และง่ายต่อการสำรวจแสงจากหิ่งห้อย โดยเก็บข้อมูลความชุกชุมของหิ่งห้อยระยะตัวเต็มวัยที่เกาะอาศัยอยู่บนต้นไม้ด้วยกล้องดิจิตอล บันทึกชนิดพีซีที่หิ่งห้อยเลือกเกาะอาศัย วัดความสูงต้น รัศมีทรงพุ่ม และสุ่มเก็บตัวอย่างใบเพื่อนำมาวัดขนาดในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้ได้ออกสำรวจเดือนละ 1 ครั้ง รวมทั้งสิ้น 10 ครั้ง (เดือนมิถุนายนและเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 ไม่สามารถออกเก็บข้อมูลได้ เนื่องจากเป็นเดือนที่มีฝนตกหนักในช่วงที่ต้องออกเก็บข้อมูลภาคสนาม)

2. ความชุกชุมของหิ่งห้อย

ศึกษาความชุกชุมของหิ่งห้อยด้วยการถ่ายภาพที่ดัดแปลงจาก Kirton et al. (2012) โดยใช้กล้องดิจิตอล แบบ DSLR ยี่ห้อ Canon รุ่น 650D ประกอบกับเลนส์ถ่ายภาพยี่ห้อ Canon รุ่น EF 50 mm f/1.4 USM และติดตั้งบนขาตั้งกล้องแบบ 3 ขา ถ่ายภาพต้นไม้ที่หิ่งห้อยเกาะทุกต้นในเวลากลางคืน อย่างน้อยต้นละ 3 ภาพ เพื่อให้ได้จำนวนจุดแสงของหิ่งห้อยมากที่สุด โดยตั้งค่าการถ่ายภาพด้วยการปรับค่ารูรับแสง (F) ระหว่าง 2 ถึง 5.6 ปรับค่าความเร็วชัตเตอร์ ระหว่าง 4 ถึง 15 วินาที ปรับค่าความไวแสง (ISO) ที่เหมาะสม ระหว่าง 800 1,600 และ 3,200 โดยการตั้งค่าทั้ง 3 ปัจจัยนั้นขึ้นอยู่กับสภาพแสงของแต่ละคืน นำภาพที่ถ่ายได้มาหาความชุกชุมของหิ่งห้อยโดยนับจุดแสงของหิ่งห้อยที่ปรากฏบนภาพถ่าย ด้วยโปรแกรม Photoshop ฟังก์ชัน Count ให้บันทึกจำนวนหิ่งห้อยจากภาพที่นับจุดแสงได้สูงที่สุด

3. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของต้นไม้

จากการสำรวจความชุกชุมของหิ่งห้อยด้วยการถ่ายภาพ ต้นไม้ที่มีหิ่งห้อยเกาะอาศัยจะถูกติดป้ายรหัสประจำต้นแต่ละต้น และระบุพิกัด GPS เพื่อให้สามารถแยกแยะต้นไม้ที่หิ่งห้อยเกาะอาศัยกับต้นไม้ที่ไม่มีหิ่งห้อยเกาะอาศัยออกจากกันได้ แล้วในเวลากลางวันจึงกลับมาจำแนกชนิดของต้นไม้ที่พบการเกาะอาศัยของหิ่งห้อยทุกต้นในภาคสนาม ด้วยการเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยากับกุญแจจำแนกชนิดพืชในหนังสือ ป่าชายเลน: นิเวศวิทยาและพรรณไม้ของ สราญยุทธ บุญยะเวชชีวิน และรุ่งสุริยา บัวสาลี (2554) และเก็บตัวอย่างพืชที่ไม่ทราบชนิดไปจำแนกในห้องปฏิบัติการภาคิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีต่อไป จากนั้นในช่วงเวลากลางวันของวันถัดไป จึงวัดความสูงของลำต้นด้วยโคลิโนมิเตอร์วัดความสูง วัดรัศมีทรงพุ่มโดยวัดระยะห่างจากจุดศูนย์กลางลำต้นไปยังปลายกิ่ง 3 ทิศทางรอบลำต้นด้วยสายวัด แล้วจึงสุ่มเก็บตัวอย่างใบที่สมบูรณ์จำนวนไม่ต่ำกว่า 30 ใบ สำหรับใช้ในการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาในห้องปฏิบัติการ และทำเช่นเดียวกันนี้กับต้นไม้ที่หิ่งห้อยไม่เกาะอาศัยที่มีขนาดเส้นรอบวงมากกว่า 4.5 เซนติเมตร ที่อยู่ภายในรัศมีประมาณ 10 เมตร จากต้นไม้ที่มีหิ่งห้อยเกาะอาศัย

4. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของใบพืช

ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของใบพืชทุกชนิดที่เก็บมาจากภาคสนามโดยบันทึกลักษณะภายนอกของใบพืช ประกอบด้วย การวัดความกว้างและความยาวของใบด้วยไม้บรรทัดหาพื้นที่ใบโดยวางใบพืชทาบบนกระดาษกราฟแล้วลากเส้นรอบรูปของแผ่นใบ นับตารางของกระดาษกราฟที่อยู่ภายในเส้นรอบรูปเพื่อคำนวณหาพื้นที่แผ่นใบ ศึกษาความหนาของแผ่นใบด้วยการทำสไลด์สด ตัดใบตามขวาง ย้อมด้วยสี Safanin-O แล้วนำไปศึกษารายละเอียดด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่มีโปรแกรมถ่ายภาพและวัดขนาดภาพใต้กล้องจุลทรรศน์ ยี่ห้อ Xenon รุ่น D-117MS วัดความหนาของแผ่นใบด้วยโปรแกรม ScopelImage 9.0

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะทางสัณฐานวิทยาต่างๆ ของพืชเกาะอาศัยและพืชที่หึ่งห้อยไม่เลือกอาศัย โดยใช้สถิติ One-Way ANOVA แล้วทดสอบความแตกต่างแบบ Multiple comparison ด้วยวิธี Tukey Method ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ผลการวิจัย

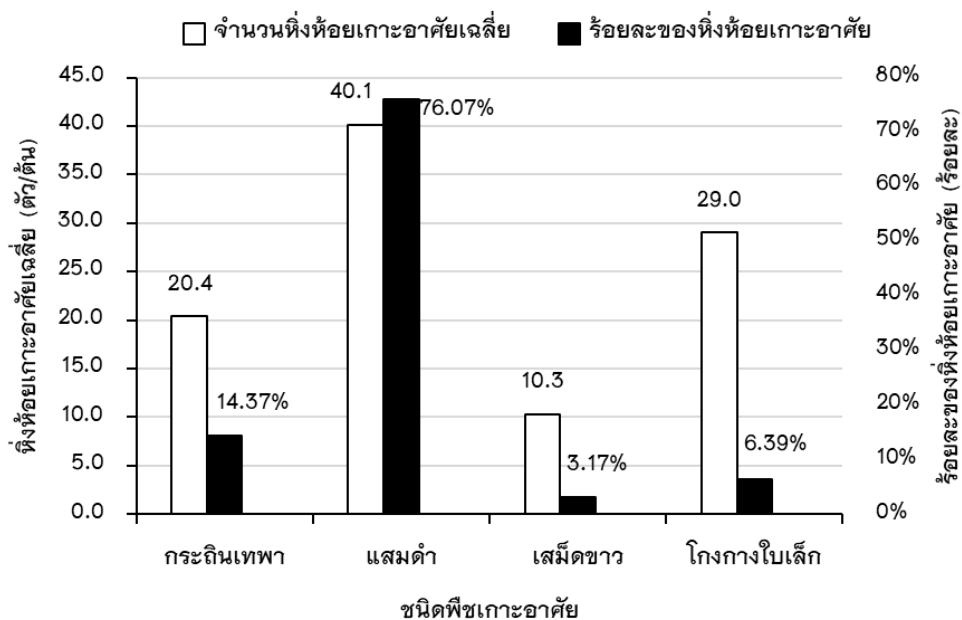
1. ความชุกชุมของหึ่งห้อยและชนิดพืชเกาะอาศัย

จากการสำรวจหึ่งห้อย จำนวน 10 ครั้ง พบหึ่งห้อยรวมทั้งหมด 2,269 ตัว ดังตารางที่ 1 และพบหึ่งห้อยได้ทุกครั้งที่สำคัญ แต่มีความมากน้อยแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน โดยเมื่อจำแนกเป็นรายเดือน พบว่า ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 มีจำนวนตัวหึ่งห้อยรวมสูงที่สุดที่ 567 ตัว ลำดับถัดมา คือ เดือนเมษายนและเดือนตุลาคม พ.ศ.2562 (408 และ 305 ตัว ตามลำดับ) สำหรับเดือนที่พบหึ่งห้อยน้อยที่สุด คือ เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2562 พบหึ่งห้อย 67 ตัว หึ่งห้อยเหล่านี้เกาะอาศัยพืช จำนวน 4 ชนิด ประกอบด้วย กระถินเทพา (*Acacia mangium* Willd.) แสมดำ (*Avicennia officinalis* L.) เสม็ดขาว (*Melaleuca cajuputi* Powell) และโกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Blume) ซึ่งมีแนวโน้มว่าหึ่งห้อยในพื้นที่นี้จะขึ้นชอบเกาะอาศัยต้นแสมดำมากที่สุด เนื่องจากพบการเกาะอาศัยทุกครั้งที่สำคัญ และยังมีความถี่ที่หึ่งห้อยเลือกเกาะอาศัยมากที่สุดถึง 43 ต้น มีจำนวนหึ่งห้อยเกาะอาศัยสะสมถึง 1,726 ตัว หรือคิดเป็นร้อยละ 76.07 ดังภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ความชุกชุมของหึ่งห้อยและจำนวนพีชเกาะอาศัยในแต่ละเดือนที่สำรวจ

วันที่เก็บ ข้อมูล	ชนิดพีชเกาะอาศัย				จำนวนรวม
	กระถิน เทพา	แสมดำ	เสม็ดขาว	โกงกางใบ เล็ก	
6 ก.พ. 2562	102 (2)	39 (1)	37 (1)		178 (4)
31 มี.ค. 2562		97 (2)			97 (2)
29 เม.ย. 2562		345 (9)		63 (2)	408 (11)
26 พ.ค. 2562		58 (4)	9 (1)		67 (5)
26 ก.ค. 2562	35 (4)	70 (4)			105 (8)
25 ก.ย. 2562	118 (6)	66 (3)			184 (9)
23 ต.ค. 2562	56 (3)	249 (6)			305 (9)
29 พ.ย. 2562		104 (1)		71 (2)	175 (3)
22 ธ.ค. 2562		157 (6)	26 (5)		183 (11)
24 ม.ค. 2563	15 (1)	541 (7)		11 (1)	567 (9)
จำนวนรวม	326 (16)	1,726 (43)	72 (7)	145 (5)	2,269 (71)

หมายเหตุ ตัวเลขระบุจำนวนตัวของหึ่งห้อย ตัวเลขในวงเล็บระบุจำนวนต้นพีชที่หึ่งห้อยเกาะอาศัย



ภาพที่ 1 จำนวนเฉลี่ยและร้อยละของหึ่งห้อยที่เกาะอาศัยพีชแต่ละชนิด

2. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของพืชเกาะอาศัย

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชที่ห้อยเกาะอาศัยทั้ง 4 ชนิด แบ่งออกเป็น 2 ส่วนของพืช ดังตารางที่ 3 คือ ลำต้นและใบ พบว่า ในส่วนของลำต้นพืชที่ห้อยเกาะอาศัยมีความสูงเฉลี่ย 8.44 ± 3.55 เมตร โดยมีกระถินเทพาเป็นพืชที่มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด (12.46 ± 4.25 เมตร) และเสม็ดขาวมีความสูงเฉลี่ยน้อยสุด (5.99 ± 1.48 เมตร) และพืชที่ห้อยเกาะอาศัยมีรัศมีทรงพุ่มเฉลี่ย 2.98 ± 1.85 เมตร โดยกระถินเทพามีรัศมีทรงพุ่มกว้างที่สุด (4.38 ± 1.76 เมตร) และเสม็ดขาวมีรัศมีทรงพุ่มแคบที่สุด (1.76 ± 1.09 เมตร) ส่วนผลการศึกษาลักษณะของใบพืช พบว่า ความกว้างใบของพืชที่ห้อยเกาะอาศัยนั้นมีค่าเฉลี่ย 3.98 ± 1.08 เซนติเมตร ความยาวใบมีค่าเฉลี่ย 10.50 ± 4.23 เซนติเมตร ความหนาใบมีค่าเฉลี่ย 359.54 ± 110.67 ไมโครเมตร และพื้นที่ใบมีค่าเฉลี่ย 35.06 ± 28.84 ตารางเซนติเมตร ในจำนวนนี้ใบของโกงางใบเล็กมีขนาดใหญ่ที่สุด โดยมีความกว้างใบเฉลี่ย 5.16 ± 0.46 เซนติเมตร ความยาวใบเฉลี่ย 15.08 ± 0.61 เซนติเมตร ความหนาใบเฉลี่ย 510.68 ± 80.83 ไมโครเมตร และมีพื้นที่ใบเฉลี่ย 85.86 ± 16.59 ตารางเซนติเมตร และพบว่า ใบของเสม็ดขาวมีขนาดโดยรวมเล็กที่สุด มีความกว้างใบเฉลี่ย 2.10 ± 0.05 เซนติเมตร ความยาวใบเฉลี่ย 7.15 ± 0.50 เซนติเมตร และมีพื้นที่ใบเฉลี่ย 13.50 ± 3.51 ตารางเซนติเมตร แต่พืชที่มีความหนาใบเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ กระถินเทพา ที่ 238.77 ± 23.51 ไมโครเมตร ดังตารางที่ 2 เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า พืชเกาะอาศัยแต่ละชนิดมีลักษณะต่างๆ แตกต่างกัน เช่น แสมดำ และเสม็ดขาว มีความสูงน้อยกว่ากระถินเทพา และโกงางใบเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นอกจากนี้เสม็ดขาวยังมีรัศมีทรงพุ่มน้อยที่สุดแตกต่างจากพืชชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย ซึ่งเสม็ดขาวเป็นพืชเกาะอาศัยที่มีความชุกชุมของห้อยน้อยที่สุด โดยมีห้อยเกาะเฉลี่ย 10.3 ตัวต่อต้น หรือประมาณร้อยละ 3.17 ของห้อยทั้งหมด สำหรับแสมดำซึ่งเป็นชนิดที่ห้อยเลือกเกาะอาศัยมากที่สุดนั้น มีความสูงเฉลี่ยมากกว่าเสม็ดขาวเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ มีรัศมีทรงพุ่มมากกว่า และมีขนาดใบที่ใหญ่กว่าเสม็ดขาว รวมถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติกับกระถินเทพา และโกงางใบเล็ก ในหลายลักษณะอีกด้วย ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะสัณฐานวิทยาบางประการของพืชที่หึ่งห้อยเกาะอาศัย

ลักษณะสัณฐาน	กระถินเทพา (n=16)	แสมดำ (n=43)	เสม็ดขาว (n=7)	โกงกางใบเล็ก (n=5)
ลำต้น				
ความสูง (m)	12.46±4.25 ^b	7.32±1.88 ^a	5.99±1.48 ^a	10.45±2.17 ^b
รัศมีทรงพุ่ม (m)	4.38±1.76 ^{bc}	2.78±1.74 ^b	1.76±1.09 ^a	3.40±1.70 ^b
ใบ				
ความกว้าง (cm)	3.82±0.43 ^b	4.62±0.37 ^c	2.10±0.05 ^a	5.16±0.46 ^d
ความยาว (cm)	14.94±0.49 ^c	10.31±2.99 ^b	7.15±0.50 ^a	15.08±0.61 ^c
ความหนา (µm)	238.77±23.51 ^a	426.76±39.40 ^c	349.61±35.27 ^b	510.68±80.83 ^d
พื้นที่ใบ (cm ²)	39.21±6.12 ^c	23.38±3.51 ^b	13.50±3.51 ^a	85.86±16.59 ^d

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงถึงการมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาบางประการของพืชที่หึ่งห้อยเกาะและไม้เกาะอาศัย

ลักษณะสัณฐาน	พืชเกาะอาศัย (n=71)	พืชไม้เกาะอาศัย (n=26)
ลำต้น		
ความสูง (m)	8.44±3.55 ^a	5.01±2.37 ^b
รัศมีทรงพุ่ม (m)	2.98±1.85 ^a	1.62±0.84 ^b
ใบ		
ความกว้าง (cm)	3.98±1.08 ^b	5.17±1.95 ^a
ความยาว (cm)	10.50±4.23 ^b	13.15±5.58 ^a
ความหนา (µm)	359.54±110.67 ^b	473.66±175.18 ^a
พื้นที่ใบ (cm ²)	35.06±28.84 ^b	43.48±28.22 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงถึงการมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. การเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการระหว่างพืชเกาะอาศัยและพืชที่หึ่งห้อยไม้เลือกเกาะ

จากการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของพืชที่หึ่งห้อยไม้เกาะอาศัยที่ขึ้นอยู่โดยรอบต้นที่หึ่งห้อยเกาะอาศัยภายในรัศมี 10 เมตร พบต้นไม้จำนวน 4 ชนิด คือ ฝาดขาว (*Lumnitzera racemosa* Willd) ประสักดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lam.) โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir) และตีนเป็ดทะเล (*Cerbera odollam* Gaertn.) จำนวนรวม 26 ต้น พบว่า ความสูงของต้นที่หึ่งห้อยไม้เลือกเกาะมีความสูงเฉลี่ย 5.01±2.37 เมตร

และมีรัศมีทรงพุ่มเฉลี่ย 1.62 ± 0.84 เมตร น้อยกว่าต้นที่หึ่งห้อยเกาะอาศัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นอกจากนี้ยังพบว่าพืชที่หึ่งห้อยไม่เลือกเกาะอาศัยมีขนาดใบโดยรวมใหญ่กว่าใบของพืชเกาะอาศัยของหึ่งห้อย โดยมีความกว้างใบเฉลี่ย ความยาวใบเฉลี่ย ความหนาใบเฉลี่ย และพื้นที่ใบเฉลี่ยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (5.17 ± 1.95 เซนติเมตร 13.15 ± 5.58 เซนติเมตร 473.66 ± 175.18 ไมโครเมตร และ 43.48 ± 28.22 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ) ดังตารางที่ 3

อภิปรายผล

1. ความชุกชุมของหึ่งห้อย

จากผลศึกษาความชุกชุมของหึ่งห้อยระยะตัวเต็มวัยที่เกาะอาศัยอยู่บนต้นไม้ป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ สามารถพบหึ่งห้อยได้ตลอดทั้งปี โดยพบความชุกชุมสูงสุดในเดือนมกราคม พบความชุกชุมสูงในเดือนเมษายนและเดือนตุลาคม และจะเห็นได้ว่าในแต่ละเดือนมีความชุกชุมของหึ่งห้อยแตกต่างกัน เนื่องจากหึ่งห้อยที่พบในพื้นที่ศึกษานี้เป็นหึ่งห้อยสกุล *Pteroptyx* ซึ่งมีวงจรชีวิตยาวนานประมาณ 3 เดือนครึ่ง ถึง 4 เดือน โดยที่หึ่งห้อยในระยะตัวเต็มวัยจะมีอายุขัยประมาณ 15 วัน (สุทธิศา, 2551) ด้วยการมีวงจรชีวิตที่สั้น ดังนั้นหึ่งห้อยแต่ละตัวที่สำรวจพบในแต่ละครั้ง จึงเป็นกลุ่มประชากรหึ่งห้อยตัวเต็มวัยที่สมาชิกของประชากรมีอายุแตกต่างกันอย่างหลากหลาย หึ่งห้อยที่ฟักตัวออกมาจากไข่เป็นระยะตัวหนอนในเดือนใด ก็จะเป็นหึ่งห้อยตัวเต็มวัยในอีกประมาณ 3 ถึง 4 เดือนหลังจากนั้น ดังนั้นหากเดือนใดมีหึ่งห้อยตัวเต็มวัยมาก อาจทำให้อัตราการวางไข่ของหึ่งห้อยเพศเมียสูงมากกว่าเดือนที่มีหึ่งห้อยตัวเต็มวัยน้อย แล้วหลังจากนั้นในอีกประมาณ 3 ถึง 4 เดือน เราจึงจะพบความชุกชุมของหึ่งห้อยตัวเต็มวัยได้มากตามไปด้วย สอดคล้องกับผลการศึกษาของสุทธิศา (2551) ที่ศึกษาความชุกชุมของหึ่งห้อย *P. malaccae* ในป่าชายเลนหมู่บ้านแหลมชาย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี พบว่า มีความชุกชุมของหึ่งห้อยระยะตัวเต็มวัยสูงในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม เดือนมิถุนายน และเดือนกรกฎาคม และหลังจากนั้นอีกประมาณ 3 – 4 เดือน จึงพบความชุกชุมของหึ่งห้อยสูงที่สุดในระหว่างช่วงเดือนกันยายน เดือนตุลาคม และเดือนพฤศจิกายน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ นพรัตน์ (2556) ที่ศึกษาความชุกชุมของหึ่งห้อยในป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรีและพบว่ามีความชุกชุมของหึ่งห้อย *P. malaccae* และ *P. valida* สูงที่สุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 และหลังจากนั้นจึงพบความชุกชุมของหึ่งห้อยสูงอีกในเดือนมกราคมและเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2556 หรือในอีกประมาณ 3 ถึง 4 เดือน หลังจากช่วงความชุกชุมสูงก่อนหน้านั้น

2. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของพืชเกาะอาศัย

จากการศึกษาพบชนิดพืชที่หึ่งห้อยเกาะอาศัยทั้งหมด 4 ชนิด ประกอบด้วย กระถินเทพา แสมดำ เสม็ดขาว และโกงกางใบเล็ก และโดยรอบต้นที่หึ่งห้อยเกาะอาศัยยังพบพืชอื่นๆ อีกจำนวน 4 ชนิด คือ ฝาดขาว ประสักดอกแดง โกงกางใบใหญ่ และตีนเป็ดทะเล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jaikla et al. (2020) ที่พบพืชเกาะอาศัยของหึ่งห้อยสกุล *Pteroptyx* ทั่วประเทศไทยทั้งหมด 15 ชนิด โดยมี ลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) แสม (*Avicennia* sp.) และโกงกาง (*Rhizophora* sp.) เป็นชนิดพืชที่หึ่งห้อยเกาะมากที่สุดถึงร้อยละ 90 และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Jusoh et al. (2010) พบพืชทั้งหมด 4 ชนิด เป็นพืชที่หึ่งห้อยเกาะอาศัย หนึ่งในนั้นคือโกงกางใบเล็ก และยังคงสอดคล้องกับการศึกษาของสุพิศา (2551) ที่พบชนิดพืชที่หึ่งห้อยเกาะมากที่สุดมี 5 ชนิด ซึ่งมีแสมและโกงกางเป็นพืชในสกุลเดียวกันกับที่พบในการศึกษาในครั้งนี้ด้วยเช่นกัน สำหรับลำพูที่มักเป็นต้นที่หึ่งห้อยเลือกเกาะอาศัยในพื้นที่อื่นนั้น พบว่า ในพื้นที่ป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุในการศึกษาครั้งนี้ ไม่พบลำพูในบริเวณใกล้เคียงกับต้นไม้ที่หึ่งห้อยเกาะอาศัยอยู่ และจากการสำรวจเบื้องต้นของผู้วิจัยพบลำพูจำนวนน้อยมากในพื้นที่ และมีการกระจายตัวห่างกันอย่างมาก จึงอาจเป็นสาเหตุให้หึ่งห้อยหาลำพูเพื่อเกาะอาศัยได้ยากไปด้วย แตกต่างจากกระถินเทพา แสมดำ เสม็ดขาว และโกงกางใบเล็ก ที่พบได้มากกว่านั่นเอง

เมื่อพิจารณาลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของพืชเกาะอาศัย ทั้งส่วนของ ลำต้นและใบ พบว่า ความสูงของต้นถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มต้นที่สูงมากประมาณ 10-12 เมตร ประกอบด้วย โกงกางใบเล็ก และกระถินเทพา กับกลุ่มต้นสูงปานกลางประมาณ 6-7 เมตร ประกอบด้วย เสม็ดขาว และแสมดำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ นพรัตน์ (2556) พบการเกาะอาศัยมากที่สุดในโกงกางใบเล็กที่มีความสูงประมาณ 12-15 เมตร แม้ว่าผลการศึกษานี้จะพบว่า แสมดำ เป็นชนิดพืชที่หึ่งห้อยเลือกเกาะอาศัยมากที่สุด แต่แสมดำไม่ได้เป็นชนิดพืชที่มีลำต้นสูงที่สุด (ประมาณ 7.3 เมตร) แต่อย่างไรก็ตาม แสมดำถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มพืชที่หึ่งห้อยเลือกเกาะอาศัย ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความสูงของต้นไม้ที่หึ่งห้อยเลือกเกาะอาศัยสูงมากกว่าต้นไม้ที่หึ่งห้อยไม่เลือกเกาะซึ่งอยู่ใกล้เคียงกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Jaikla et al. (2020) ที่พบว่า หึ่งห้อยเลือกเกาะกับต้นที่มีความสูงโดดเด่น หรือสามารถมองเห็นได้ง่าย ไม่ถูกบดบังจากต้นไม้อื่น หรืออยู่ริมน้ำ หรือพื้นที่เปิดโล่ง และหึ่งห้อยส่วนใหญ่จะเลือกเกาะบริเวณเรือนยอด แม้การศึกษาครั้งนี้จะไม่สามารถสรุปลักษณะสำคัญของแสมดำที่ทำให้หึ่งห้อยเลือกเกาะอาศัยมากที่สุดได้ แต่เมื่อพิจารณาลักษณะของใบพืชชนิดที่หึ่งห้อยเกาะอาศัยจากการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีขนาดเล็กกว่าใบของพืชที่หึ่งห้อยไม่เลือกเกาะทั้งในด้านขนาดใบ พื้นที่ใบ รวมถึงความหนาของแผ่นใบ และเมื่อพิจารณาร่วมกับลักษณะของลำต้นทั้งด้านความสูงและรัศมีทรงพุ่ม พบว่าพืชที่หึ่งห้อยเกาะอาศัยมีความสูงและทรงพุ่มที่ใหญ่กว่า

แสดงให้เห็นว่าหิ่งห้อยอาจจะเลือกเกาะอาศัยต้นพืชที่โดดเด่น เขาถึงและมองเห็นได้ง่าย รวมถึงการมีทรงพุ่มที่โปร่งเนื่องจากทรงพุ่มใหญ่แต่มีใบเล็ก ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะไม่บดบังแสงกะพริบที่หิ่งห้อยผลิตขึ้นเพื่อสื่อสารหาคู่ผสมพันธุ์ ซึ่งสอดคล้องกับข้อสังเกตของ Jusoh et al. (2010) ที่ได้เสนอลักษณะของพืชเกาะอาศัยที่เหมาะสมของหิ่งห้อยไว้ 5 ประการ ประกอบด้วย 1) ต้นไม้ นั้นต้องอยู่ริมตลิ่ง 2) มีการจัดเรียงตัวของใบที่โปร่ง ง่ายต่อการสื่อสารด้วยแสงกะพริบ 3) เป็นต้นไม้ที่ให้ น้ำหวานเป็นอาหารสำหรับหิ่งห้อยตัวเต็มวัย 4) เป็นต้นที่อยู่ใกล้บริเวณแหล่งอาหารของตัวหนอนหิ่งห้อย และ 5) เป็นต้นไม้ที่มีความแข็งแรงมั่นคง ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่ามักจะพบหิ่งห้อยเกาะอาศัยต้นไม้ที่มีความสูงโดดเด่นที่สุดในบริเวณนั้น ทรงต้นและลักษณะของใบที่โปร่งมีใบไม้ใหญ่เกินไป ซึ่งทำให้ง่ายต่อการส่งสัญญาณแสงกะพริบเพื่อดึงดูดเพศเมียให้เข้ามาผสมพันธุ์ และยังสอดคล้องกับข้อสังเกตของ ภัทธวรรณ (2548) ที่ศึกษาชนิดของพืชที่หิ่งห้อยตัวเต็มวัยเกาะอาศัยในพื้นที่บ้านโคกเกตุดู อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดสกลนคร พบว่า หิ่งห้อยไม่มีความจำเพาะเจาะจงต่อชนิดของพืชที่เกาะอาศัย แต่อาจจะเลือกเกาะต้นพืชที่มีความหนาแน่นของใบต่ำ การจัดเรียงตัวของใบค่อนข้างโปร่ง ใบมีขนาดเล็กถึงปานกลาง แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีผลการศึกษาเพื่อยืนยันข้อสังเกตดังกล่าว ดังนั้นผลการศึกษาในครั้งนี้จึงเป็นผลการศึกษาหนึ่งที่อาจจะสอดคล้องกับข้อสังเกตเรื่องลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชที่หิ่งห้อยเลือกเกาะอาศัยที่มีมาก่อนหน้านี้ได้เป็นอย่างดี

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า พืชที่หิ่งห้อยจะเลือกเกาะอาศัยนั้นอาจเลือกจากต้นที่มีความสูงที่มากกว่าต้นไม้ที่อยู่โดยรอบ รวมไปถึงการมีรัศมีทรงพุ่มมากกว่าต้นที่หิ่งห้อยไม่เกาะอาศัย และควรเป็นชนิดพืชที่มีความกว้างใบ ความยาวใบ ความหนาใบ และพื้นที่ใบ ไม่มากเกินไปส่งผลให้หิ่งห้อยที่โปร่ง เพื่อให้การสื่อสารด้วยแสงกะพริบมีความโดดเด่น มองเห็นได้ง่าย ไม่ถูกบดบังจากต้นไม้ที่เลือกเกาะอาศัย ด้วยลักษณะที่จำเพาะนี้ทำให้มีต้นไม้เพียงไม่กี่ชนิดที่หิ่งห้อยจะเลือกเกาะอาศัยได้ในแต่ละพื้นที่ โดยในพื้นที่ป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุนี้ พบว่า มีเสม็ดขึ้นอยู่โดยทั่วไปและมีลักษณะสัณฐานวิทยาบางประการที่เหมาะสมต่อการเป็นพืชเกาะอาศัยของหิ่งห้อย จึงเป็นชนิดพืชที่พบหิ่งห้อยเกาะอาศัยจำนวนมากที่สุดและพบการเกาะอาศัยได้ทุกครั้งที่สำรวจ ดังนั้นการรักษานิเวศพืชเกาะอาศัยในพื้นที่ จึงมีความสำคัญต่อนโยบายการอนุรักษ์ประชากรของหิ่งห้อยด้วยเช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาคีวิชาชีพวิชา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ในการอำนวยความสะดวกในการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณสถานที่พัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี สำหรับการอนุเคราะห์พื้นที่ศึกษาวิจัยในครั้งนี้ โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก งบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ประจำปีงบประมาณ 2562

เอกสารอ้างอิง

- การันต์ ฐาปนาเวท. (2556). การสำรวจปริมาณและความหลากหลายชนิด ของหิ่งห้อยในพื้นที่ทางเดินศึกษาธรรมชาติป่าชายเลนอ่าวคุ้งกระเบน (รายงานผลการวิจัย). จันทบุรี: ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ.
- ทัศนาวลัย อุฑารสกุล, และศิวพันธ์ ชูอินทร์. (2553ก). การจัดการสิ่งแวดล้อมของสวนผลไม้เพื่อการอนุรักษ์หิ่งห้อยใน อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- นพรัตน์ พงจันทร์. (2556). ชนิดความชุกชุมและการกระจายของหิ่งห้อยในป่าชายเลนลุ่มแม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิทยาศาสตร์, สาขาสัตววิทยา.
- ภัทรวรรณ เลิศสุชาตวนิช. (2548). การประเมินผลกระทบจากการท่องเที่ยวแบบโฮมสเตย์ต่อประชากรหิ่งห้อย ณ บ้านโคกเกตุ จังหวัดสมุทรสงคราม. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา).
- สรศักดิ์ นาคเอี่ยม, กาญจนา สายยศ, ศรุตมา มัจฉาเกื้อ, พัลลภ แสงพงษ์พิทยา, วณิดา แก้วกล้า, ชูตาภา คุณสุข, และชวัลรัตน์ สมนึก. (2563). ความชุกชุมของหิ่งห้อย (Insecta: Coleoptera: Lampyridae) ในป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี. *PSRU Journal of Science and Technology*, 5(3), 97–111.
- สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน, และรุ่งสุริยา บัวสาลี. (2554). ป่าชายเลน: นิเวศวิทยาและพรรณไม้. กรุงเทพฯ: มูลนิธิกระต่ายในดวงจันทร์.
- สุทิดา ลุ่มบุตร. (2551). เทคนิคการเพาะเลี้ยงและการพัฒนาสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับหิ่งห้อย *Pteroptyx malacca* Gorham. (วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, คณะสิ่งแวดล้อม, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.
- อัญชานา ทานเจริญ. (2552). เรื่องธรรมดา...ที่ไม่ธรรมดาของ“หิ่งห้อย”. กรุงเทพฯ: อักษรสยาม.
- Jaikla, S., Lewis, S.M., Thanchoen, A., & Pinkaew, N. (2020). Distribution, abundance, and habitat characteristics of the congregating firefly, *Pteroptyx* Olivier (Coleoptera: Lampyridae) in Thailand. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 13(3), 358–366.
- Jusoh, W.F.A., Ballantyne, L., Lambkin, C., Hashim, N.R., & Wahlberg, N. (2018). The firefly genus *Pteroptyx* Olivier revisited (Coleoptera: Lampyridae: Luciolinae). *Zootaxa*, 4456(1), 1–71.

- Jusoh, W.F.A., Hashim N.R., & Ibrahim Z.Z. (2010). Distribution and abundance of *Pteroptyx* fireflies in Rembau–Linggi estuary, peninsular Malaysia. **Environment Asia**, **3**, 56–60.
- Jusoh, W.F.A., Ballantyne, L., Lambkin, C.I., Hashim, N.R., & Wahlberg, N. (2018). The firefly genus *Pteroptyx* Olivier revisited (Coleoptera: Lampyridae: Luciolinae). **Zootaxa**, **4456**(1), 1–71.
- Kirton, L.G., Nada, B. Khoo, V., & Phon, C. (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**, 244–250.
- Lewis, S.M., Thancharoen, A., Wong, C.H., López–Palafox, T., Santos, P.V., Wu, C., Faust, L., De Cock, R., Owens, A.C.S., Lemelin, R.H., Gurung, H., Jusoh, W.F.A., Trujillo, D., Yiu, V., López, P.J., Jaikla, S. and Reed, J.M. (2021). Firefly tourism: Advancing a global phenomenon toward a brighter future. **Conservation Science and Practice**, **e391**, 1–18.
- Prasertkul, T. (2018). Characteristics of *Pteroptyx* Firefly Congregations in a Human Dominated Habitat. **Journal of Insect Behavior**, **31**, 436–457.
- Sriboonlert, A., Swatdipong, A., Wonnapijit, P., E–Kobon, T., & Thancharoen, A. (2015). New Record of *Pteroptyx tener* Olivier (Coleoptera: Lampyridae: Luciolinae) in Thailand. **The Coleopterists Bulletin**, **69**(2), 332–336.