

**ความชุกชุมของหิ่งห้อย (INSECTA: COLEOPTERA: LAMPYRIDAE)
ในป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี**
**ABUNDANCE OF FIREFLY (INSECTA: COLEOPTERA: LAMPYRIDAE)
IN WELU WETLAND MANGROVE FOREST, CHANTHABURI PROVINCE**

สรศักดิ์ นาคเอี่ยม^{1*}, กาญจนา สายยศ¹, ศรุต ไม้จกเกื้อ¹, พัลลภ แสงพงษ์พิทยา²,
วนิดา แก้วกล้า², ชุตานา คุณสุข¹ และ ชวัลรัตน์ สมนึก³
Sorasak Nakeiam^{1*}, Kanjana Saiyot¹, Saruta Majchakua¹, Panlop Sangpongpitaya²,
Wanida Klaewkla², Chutana Kunsook¹ and Chawanrat Somnuek³

¹ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

²คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

³ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

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

²Faculty of Education, Rambhai Barni Rajabhat University

³Department of Environmental Science, Faculty of Science and Technology,

Rambhai Barni Rajabhat University

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

(Received: 26 August 2020; Revised: 30 October 2020; Accepted: 15 November 2020)

บทคัดย่อ

การสำรวจความชุกชุมของหิ่งห้อยระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ในพื้นที่ป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ จำนวน 3 สถานีศึกษา สถานีละ 2 ฝั่ง คือ ฝั่งซ้ายและฝั่งขวา นับจำนวนประชากรของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยโดยใช้การถ่ายภาพนิ่งของต้นไม้ที่มีหิ่งห้อยเกาะทุกต้นในแต่ละสถานีศึกษาเพื่อหาความชุกชุม และวัดปัจจัยทางกายภาพของแหล่งอาศัยบางประการ ผลการศึกษาไม่พบความแตกต่างของความชุกชุมระหว่างเดือนที่ศึกษา แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) ของแต่ละสถานีศึกษา โดยสถานีที่ 1 ฝั่งซ้าย พบว่าความชุกชุมของหิ่งห้อยเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งเป็นสถานีที่มีค่าออกซิเจนละลาย (DO) สูง มีอุณหภูมิของน้ำ ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) และความเค็มของน้ำ ค่อนข้างต่ำกว่าสถานีอื่น ซึ่งแตกต่างจากสถานีที่ 3 ฝั่งซ้าย ที่มีความชุกชุมเฉลี่ยต่ำที่สุด มีค่า DO ต่ำที่สุด มีอุณหภูมิ ค่า pH และค่าความเค็มของน้ำสูงอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความสัมพันธ์กันระหว่างความชุกชุมกับปัจจัยทางกายภาพบางประการของแหล่งอาศัย

คำสำคัญ: หิ่งห้อย ความชุกชุม ปัจจัยทางกายภาพ แหล่งอาศัย ป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ

Abstract

The abundance of fireflies was conducted monthly during February 2018 to January 2019 in the mangrove forest at Welu wetland, Chanthaburi province. The study area was divided into three study stations of which was separated into two parts, left and right. The adult fireflies perching and flashing on all display trees were photographed and counted for abundance. Some physical factors of their habitats were investigated. The result showed the significant difference of the abundances between the study stations ($P < 0.001$), but no differences among monthly abundance were observed. The left part of the 1st station held the most abundance with high dissolved oxygen (DO) and low water temperature, pH, and water salinity. Meanwhile, the left part of the 3rd station was the lowest abundance with the lowest DO and high water temperature, pH and water salinity. Nonetheless, no correlation between the abundance of fireflies and some physical factors of their habitats was exhibited.

Keywords: Firefly, Abundance, Physical factors, Habitat, Welu wetland mangrove forest

บทนำ

หิ่งห้อย เป็นแมลงปีกแข็งหรือด้วงในอันดับ Coleoptera วงศ์ Lampyridae ที่มีความหลากหลายของชนิดสูง (Bouchard et al., 2011) ทั่วโลกพบหิ่งห้อยมากกว่า 2,000 ชนิด จาก 130 สกุล (Roskov et al., 2019) โดยหิ่งห้อยมีลักษณะเด่น คือ สามารถเปล่งแสงได้จากอวัยวะผลิตแสงที่ปลายท้อง ทำให้ผู้พบเห็นเกิดความชื่นชอบ จึงเกิดเป็นกิจกรรมท่องเที่ยวชมหิ่งห้อยในบางพื้นที่ของประเทศไทย แต่ในปัจจุบันหิ่งห้อยมีจำนวนประชากรลดลงไปอย่างมาก อาจเนื่องจากได้รับผลกระทบมาจากสภาพแวดล้อมของถิ่นอาศัยที่มีการเปลี่ยนแปลงไป เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพของที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ และการเพิ่มขึ้นของแสงสว่างจากหลอดไฟฟ้า ล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งอาศัยของหิ่งห้อย (อัญชนา, 2552) หิ่งห้อยถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสมบูรณ์หรือความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ เนื่องจากมักพบหิ่งห้อยดำรงชีวิตอยู่ในแหล่งอาศัยที่มีความอุดมสมบูรณ์และสะอาดปราศจากมลพิษ เช่นในพื้นที่สถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี ที่เคยมีรายงานการพบหิ่งห้อย 3 ชนิด คือ *Asymmetricata circumdata* (Motschulsky), *Pteroptyx malacca* (Gorham) และ *Pteroptyx valida* Olivier (นพรัตน์, 2556) อีกทั้งตัวหนอนของหิ่งห้อยมักอาศัยอยู่ในบริเวณที่มี

แหล่งน้ำสะอาด นอกจากนี้ตัวหนอนของหิ่งห้อยดำรงชีวิตแบบเป็นผู้ล่า โดยกินหอย ไล่เดือนดิน และหอยทากเป็นอาหาร เป็นต้น ซึ่งหอยทากเหล่านี้มักเป็นศัตรูพืช และเป็นโฮสต์ตัวกลางของพยาธิหลายชนิดด้วย (อัญชนา, 2552) ดังนั้นการพบหิ่งห้อยในแหล่งอาศัยตามธรรมชาติจึงเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงสมดุลของระบบนิเวศได้

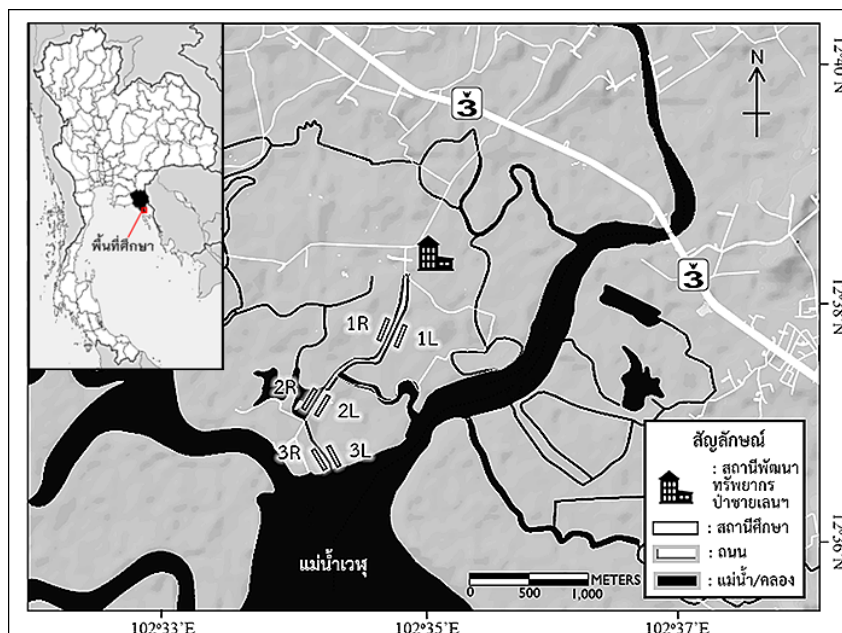
สถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสนอน) อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี มีสภาพเป็นป่าชายเลนขนาดใหญ่ริมฝั่งน้ำเวฬุ เป็นแหล่งอาศัยของสัตว์และพันธุ์ไม้ป่าชายเลนหลากหลายชนิด (Suk-ueng et al., 2013) และเป็นแหล่งท่องเที่ยวชมหิ่งห้อยที่มีชื่อเสียงของจังหวัดจันทบุรี (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552) ซึ่งในอดีตเคยมีการส่งเสริมกิจกรรมการท่องเที่ยวชมหิ่งห้อย เช่น งานคืนแสงหิ่งห้อยชวนฝันที่จันทบุรี นับว่าเป็นกิจกรรมที่มีชื่อเสียงของจังหวัด แต่ปัจจุบันกิจกรรมดังกล่าวได้ยกเลิกไป ส่งผลให้หิ่งห้อยในพื้นที่ไม่ได้รับความสนใจจากนักท่องเที่ยว แม้ในปัจจุบันจะมีการท่องเที่ยวในพื้นที่เพิ่มมากขึ้น แต่ไม่ได้มีจุดหมายเพื่อการท่องเที่ยวชมหิ่งห้อยอีกแล้ว (Nakeiam pers. obs.) จำนวนนักท่องเที่ยวที่เพิ่มขึ้นอาจนำไปสู่การเพิ่มมลภาวะทางน้ำ ทั้งจากการใช้น้ำอุปโภคบริโภคที่มากขึ้น และปริมาณขยะสะสมสูงขึ้น ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของสิ่งปฏิกูลและสารเคมีตกค้างในระบบนิเวศ ทำให้คุณภาพของแหล่งน้ำลดลง โดยบริเวณดังกล่าวเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของตัวหนอนหิ่งห้อยตามธรรมชาติ ซึ่งการขาดความเข้าใจในความสำคัญของแหล่งอาศัยของหิ่งห้อยนั้น อาจนำไปสู่การลดลงของจำนวนประชากรของตัวหนอนหิ่งห้อยรวมถึงหิ่งห้อยตัวเต็มวัยที่อาจจะมีประชากรลดลงหรือหายไปจากพื้นที่ได้ในอนาคต ดังที่เคยมีรายงานในแหล่งท่องเที่ยวชมหิ่งห้อยที่มีชื่อเสียงแห่งหนึ่งของประเทศไทยที่ได้รับผลกระทบทางอ้อมจากการท่องเที่ยวที่ขาดความรู้ความเข้าใจในชีวิตวิทยาของหิ่งห้อย (ภัทรวรรณ, 2548) จึงควรต้องเร่งศึกษาจำนวนประชากรในปัจจุบัน รวมไปถึงปัจจัยทางกายภาพต่างๆ ของแหล่งอาศัย ที่อาจมีผลต่อความชุกชุมของหิ่งห้อยในสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสนอน)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความชุกชุม และความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพบางประการของแหล่งอาศัยต่อความชุกชุมของหิ่งห้อยในระยะตัวเต็มวัยที่อาศัยอยู่ในป่าชายเลนบริเวณสถานีพัฒนาป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสนอน) อำเภอขลุง จังหวัด จันทบุรี เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ต่อประชากรของหิ่งห้อย ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนเพื่อพัฒนาการอนุรักษ์พื้นที่แหล่งอาศัยและประชากรของหิ่งห้อยอย่างถูกต้องและยั่งยืนในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

กำหนดพื้นที่ศึกษาบริเวณเส้นทางสัญจรภายในสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสนอน) ซึ่งเป็นถนนลาดยาง มีระยะทางจากสถานีฯ ถึงสะพานท่าเทียบเรือประมาณ 2.2 กิโลเมตร มีพิกัดอยู่ระหว่าง $12^{\circ}23'01.7''$ N, $102^{\circ}20'57.7''$ E ถึง $12^{\circ}22'06.0''$ N, $102^{\circ}20'30.0''$ E จากการสำรวจเบื้องต้น พบประชากรของหิ่งห้อยอาศัยอยู่ 3 บริเวณ จึงแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 สถานี ดังภาพที่ 1 คือ สถานีที่ 1 อยู่บริเวณใกล้ต้นทางจากที่ตั้งสถานีฯ ประมาณ 400 เมตร สถานีที่ 2 ตั้งอยู่บริเวณระหว่างกลางเส้นทาง เป็นพื้นที่ปลูกต้นโกงกางของสถานีฯ ห่างจากต้นทางประมาณ 1,550 เมตร และสถานีที่ 3 ตั้งอยู่บริเวณปลายเส้นทางสัญจร ซึ่งเชื่อมต่อกับสะพานท่าเทียบเรือ ห่างจากต้นทางประมาณ 2,200 เมตร โดยแต่ละสถานีเก็บข้อมูลมีความยาวประมาณ 100 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ที่พบประชากรหิ่งห้อยในเส้นทางทั้งหมด โดยได้แบ่งเก็บข้อมูลในแต่ละสถานีออกเป็น 2 ฝั่งของถนน คือ ฝั่งซ้ายและฝั่งขวา ประกอบด้วย สถานีที่ 1 ฝั่งซ้ายและฝั่งขวา (1L, 1R) สถานีที่ 2 ฝั่งซ้ายและฝั่งขวา (2L, 2R) และสถานีที่ 3 ฝั่งซ้ายและฝั่งขวา (3L, 3R) เนื่องจากทั้ง 2 ฝั่งได้รับแหล่งน้ำจากต่างแหล่งกัน เริ่มศึกษาตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 โดยเก็บข้อมูลความชุกชุมของหิ่งห้อยระยะตัวเต็มวัยที่เกาะอาศัยอยู่บนต้นไม้ป่าชายเลน และเก็บข้อมูลปัจจัยทางกายภาพของแหล่งอาศัยบางประการ เดือนละ 1 ครั้ง รวมทั้งสิ้น 12 ครั้ง



ภาพที่ 1 สถานีศึกษาบริเวณเส้นทางสัญจรภายในสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนฯ

2. ความชุกชุมของหิ่งห้อย

ทำการศึกษาความชุกชุมของหิ่งห้อยโดยใช้กล้องดิจิตอล แบบ DSLR ยี่ห้อ Canon รุ่น 650D ประกอบกับเลนส์ถ่ายภาพยี่ห้อ Canon รุ่น EF 50 mm f/1.4 USM และติดตั้งบนขาตั้งกล้องแบบ 3 ขา ถ่ายภาพต้นไม้ที่หิ่งห้อยเกาะทุกต้นในเวลากลางคืน ทำการถ่ายภาพอย่างน้อยต้นละ 3 ภาพ โดยตั้งค่าการถ่ายภาพด้วยการปรับค่ารูรับแสง (F) ระหว่าง 4 ถึง 8 ปรับค่าความเร็วชัตเตอร์ ระหว่าง 8 ถึง 15 วินาที ปรับค่าความไวแสง (ISO) ที่เหมาะสม ระหว่าง 1,600 และ 3,200 ทั้ง 3 ปัจจัยนั้นขึ้นอยู่กับสภาพแสงของแต่ละคืน นำภาพที่ถ่ายได้มานับจำนวนความชุกชุมของหิ่งห้อย โดยนับจุดแสงของหิ่งห้อยที่ปรากฏบนภาพถ่ายด้วยโปรแกรม Photoshop ฟังก์ชัน Count แล้วจึงหาค่าเฉลี่ยความชุกชุมของหิ่งห้อยของแต่ละสถานีและแต่ละเดือน

3. ปัจจัยทางกายภาพของแหล่งอาศัย

ในแต่ละสถานีศึกษาได้รับการเก็บข้อมูลปัจจัยทางกายภาพที่คาดว่าจะมีผลต่อประชากรหิ่งห้อย อันประกอบด้วย ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ และข้อมูลปัจจัยทางกายภาพบางประการของแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นแหล่งอาศัยของหิ่งห้อยในระยะไข่จนกระทั่งถึงระยะดักแด้ โดยข้อมูลปัจจัยทางกายภาพแต่ละปัจจัย มีวิธีการศึกษาดังนี้

3.1 สภาพภูมิอากาศ

ตรวจวัดและบันทึกข้อมูลปัจจัยทางกายภาพของสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ในพื้นที่ศึกษาโดยใช้เครื่องวัดหลายปัจจัย ยี่ห้อ Extech รุ่น 5-in-1 Environmental meter โดยวัดทั้งหมด 3 จุด ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนได้รับจากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งนพรัตน์ อำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด ซึ่งอยู่ใกล้พื้นที่ศึกษามากที่สุด

กำหนดช่วงการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลตามประกาศของกรมอุตุนิยมวิทยาสามารถแบ่งฤดูกาล ออกเป็น 3 ฤดู ประกอบด้วย ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ซึ่งฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่วันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2561 (วันชัย, 2561ก) เริ่มเข้าสู่ฤดูฝนตั้งแต่วันที่ 26 พฤษภาคม พ.ศ. 2561 (วันชัย, 2561ข) และเริ่มเข้าสู่ฤดูหนาวตั้งแต่วันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2561 (ภูเวียง, 2561)

3.2 ปัจจัยทางกายภาพบางประการของแหล่งน้ำ

การศึกษาปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำ ได้ตรวจวัดคุณภาพน้ำบริเวณกึ่งกลางสถานีศึกษาแต่ละสถานี โดยวัดความเป็นกรด-เบส (pH) ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen, DO) และวัดอุณหภูมิของน้ำด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายปัจจัย ยี่ห้อ Lutron รุ่น WA-2017SD และวัดค่าความเค็มของน้ำด้วยเครื่องวัดความเค็มแบบส่อง (Salinity refractometer)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชุกชุมของหิ่งห้อยและปัจจัยทางกายภาพของแหล่งอาศัยในแต่ละเดือน โดยผ่านการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของหิ่งห้อยกับปัจจัยทางกายภาพเหล่านั้น โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Spearman's rank correlation coefficient)

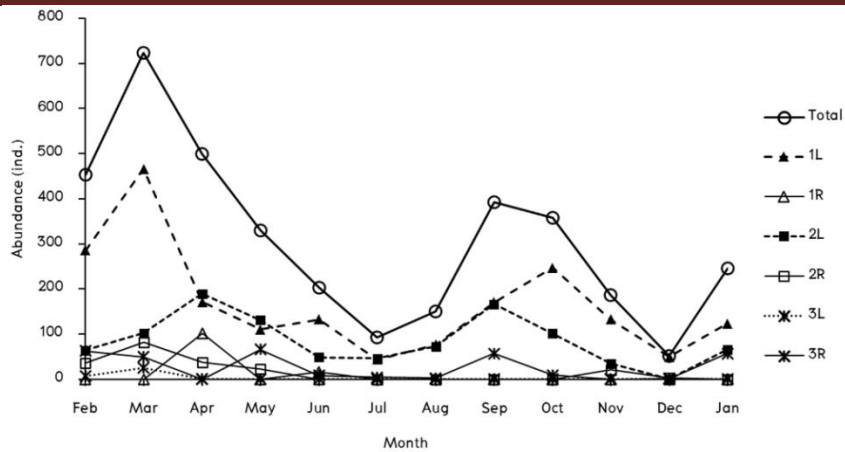
ผลการวิจัย

1. ความชุกชุมของหิ่งห้อย

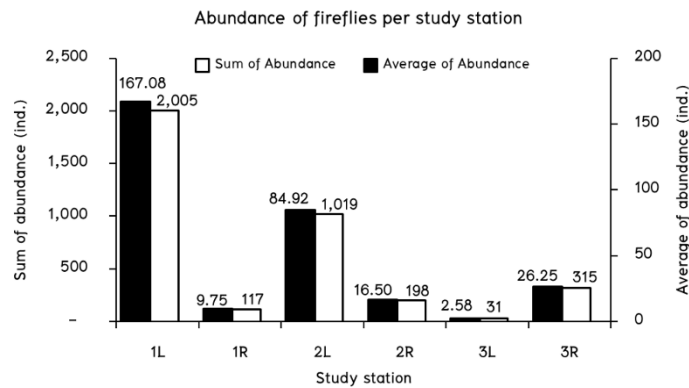
จากการศึกษาความชุกชุมของหิ่งห้อยในป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยที่เกาะอาศัยอยู่บนต้นไม้ในป่าชายเลนได้เพียง 2 ชนิด คือ *Pteroptyx malacca* (Gorham 1880) และ *Pteroptyx valida* Olivier 1909 แต่จากการสังเกตรูปแบบการกะพริบแสงด้วยวิธีของ Prasertkul (2018) พบหิ่งห้อย *P. valida* ได้น้อยมาก โดยในพื้นที่ศึกษาสามารถพบหิ่งห้อย *P. malacca* เป็นส่วนใหญ่และพบได้ทุกครั้งที่สำรวจ ความชุกชุมของหิ่งห้อยในแต่ละสถานศึกษาและแต่ละเดือนที่ศึกษามีรายละเอียดดังนี้

สำรวจพบหิ่งห้อยตลอดช่วงเวลาศึกษารวมทั้งหมด 3,685 ตัว เมื่อจำแนกเป็นรายเดือนพบว่าในเดือนมีนาคมพบความชุกชุมของหิ่งห้อยรวมสูงที่สุด 723 ตัว (เฉลี่ย 120.50 ± 165.16 ตัวต่อสถานี) ดังภาพที่ 2 ลำดับถัดมา คือ เดือนเมษายนและกุมภาพันธ์ (499 และ 453 ตัว ตามลำดับ) สำหรับเดือนธันวาคมพบหิ่งห้อยน้อยที่สุด 52 ตัว (เฉลี่ย 8.67 ± 18.86 ตัวต่อสถานี) ผลการวิเคราะห์ความชุกชุมเฉลี่ยต่อเดือน พบหิ่งห้อยเฉลี่ยเดือนละ 307 ± 192 ตัว แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประชากรหิ่งห้อยแต่ละเดือนพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P=0.509$)

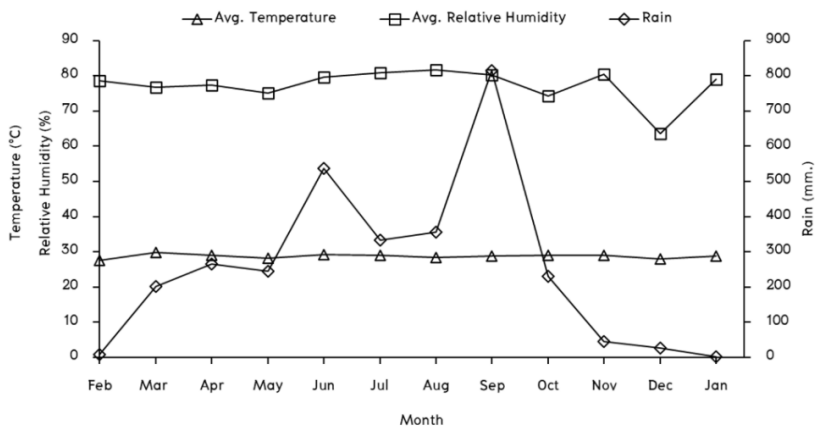
ผลการศึกษาแยกรายสถานศึกษา พบว่า สถานีที่ 1 ฝั่งซ้าย เป็นสถานีที่พบความชุกชุมของหิ่งห้อยสูงที่สุด มีประชากรรวมตลอดทั้งปี 2,005 ตัว ดังภาพที่ 3 และสูงที่สุดในเกือบทุกเดือนที่ศึกษา โดยมีเพียงเดือนเมษายน พฤษภาคม และกรกฎาคม เท่านั้น ที่พบความชุกชุมน้อยกว่าสถานีที่ 2 ฝั่งซ้ายเพียงเล็กน้อย สถานีที่พบความชุกชุมสูงเป็นอันดับที่ 2 คือ สถานีที่ 2 ฝั่งซ้าย มีประชากรรวมตลอดทั้งปี 1,019 ตัว สถานีที่พบความชุกชุมของหิ่งห้อยตลอดทั้งปีได้น้อยที่สุดคือ สถานีที่ 3 ฝั่งซ้าย (31 ตัว) โดยพบหิ่งห้อยได้เพียง 2 เดือน (กุมภาพันธ์ และ มีนาคม) เท่านั้น และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างผ่านการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) พบว่า ประชากรเฉลี่ยของหิ่งห้อยแต่ละสถานีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$)



ภาพที่ 2 ความชุกชุมของหิ่งห้อยรวมในแต่ละเดือนและในแต่ละสถานีศึกษา



ภาพที่ 3 ความชุกชุมรวมและความชุกชุมเฉลี่ยของหิ่งห้อยในแต่ละสถานีศึกษา



ภาพที่ 4 ปัจจัยทางกายภาพของอากาศในแต่ละเดือนที่ศึกษา

2. ปัจจัยทางกายภาพของแหล่งอาศัย

2.1 สภาพภูมิอากาศ

ผลการศึกษาสภาพภูมิอากาศของแหล่งอาศัยของหิ่งห้อย ดังภาพที่ 4 เมื่อวิเคราะห์เป็นรายเดือน พบว่า เดือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศสูงที่สุด คือ เดือนมีนาคม มิถุนายน และตุลาคม พ.ศ. 2561 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 29.82, 29.18 และ 29.12 องศาเซลเซียส (°C) ตามลำดับ และอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในช่วงฤดูหนาว คือ เดือนกุมภาพันธ์ และธันวาคม (เฉลี่ย 27.52 และ 28.02 °C ตามลำดับ) แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิของอากาศตลอดทั้งปีไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน และเมื่อทดสอบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในแต่ละเดือน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ($P=0.167$) และไม่พบความสัมพันธ์กันกับความชุกชุมของหิ่งห้อยอีกด้วย

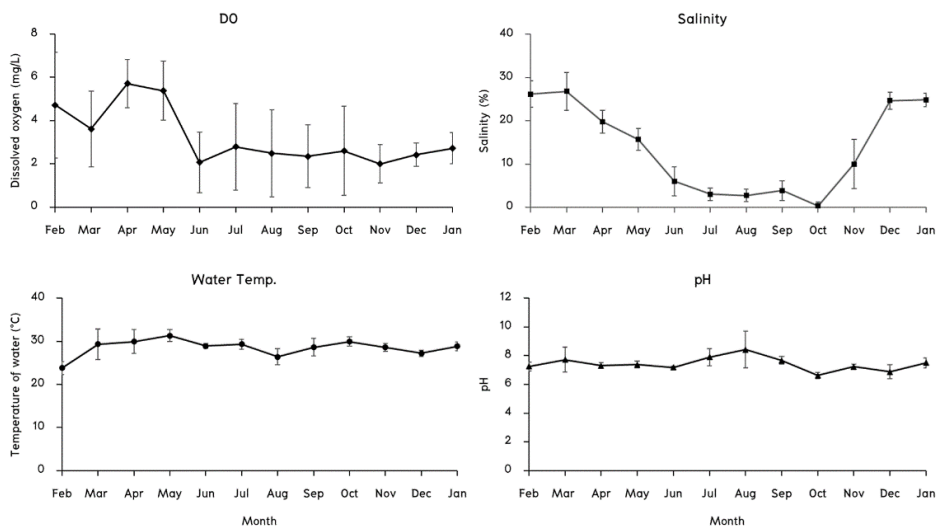
ผลการศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเป็นรายเดือน พบว่าเดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงจะอยู่ในช่วงฤดูฝน โดยพบมีค่าสูงเกินร้อยละ 80 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมจนถึงเดือนกันยายน (ร้อยละ 80.82, 81.63 และ 80.32 ตามลำดับ) และพบเดือนพฤศจิกายนอีกหนึ่งเดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงเกินร้อยละ 80 (80.52) แต่เมื่อเข้าสู่เดือนธันวาคมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศลดลงจนถึงระดับต่ำที่สุดที่ร้อยละ 63.65 และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในแต่ละเดือน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) แต่ไม่พบความสัมพันธ์กันกับความชุกชุมของหิ่งห้อย

ในช่วงฤดูฝนพบว่าปริมาณน้ำฝนสูงที่สุดในเดือนกันยายน มิถุนายน สิงหาคม และกรกฎาคม (815.6 536.3 355.1 และ 333.1 มิลลิเมตร (mm.) ตามลำดับ) และพบปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุดในช่วงฤดูหนาว เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และธันวาคม ตามลำดับ (3.0 8.3 และ 26.9 mm. ตามลำดับ) และพบว่าปริมาณน้ำฝนของเดือนในฤดูฝนมีมากกว่าเดือนในฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) ซึ่งมีแนวโน้มจะแปรผกผันกับความชุกชุมของหิ่งห้อย แม้จะไม่พบความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญก็ตาม

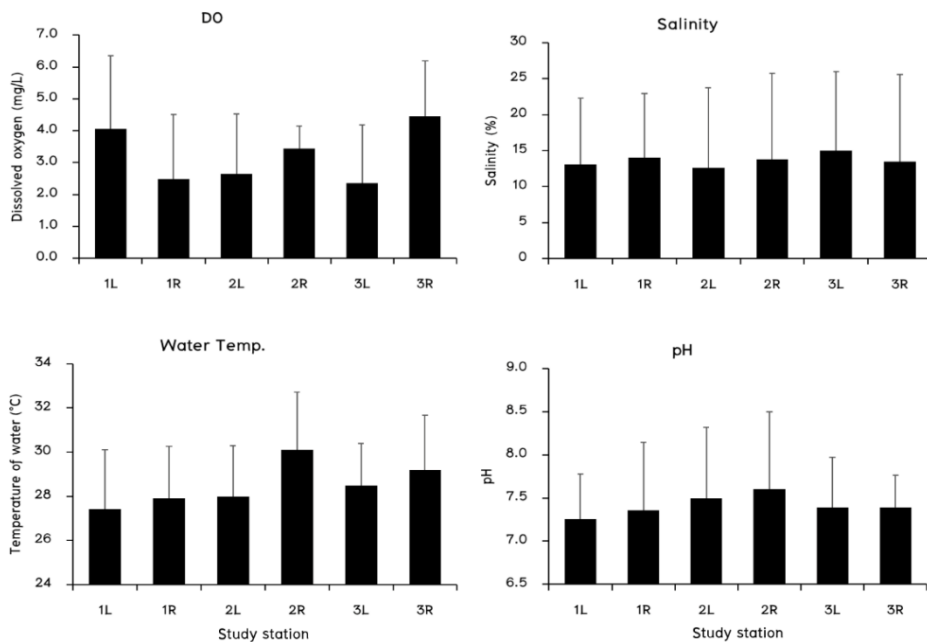
2.2 ปัจจัยทางกายภาพบางประการของแหล่งน้ำ

ผลการศึกษาปัจจัยทางกายภาพบางประการของแหล่งน้ำ ดังภาพที่ 5 – 6 พบว่า ค่า DO เมื่อวิเคราะห์เป็นรายสถานี มีค่า DO เฉลี่ยสูงเกิน 4 มิลลิกรัม/ลิตร (mg/L) ในสถานีที่ 3 ฟังขวา และสถานีที่ 1 ฟังซ้าย (4.45 และ 4.05 ml/L ตามลำดับ) ค่าเฉลี่ยต่ำสุดพบในสถานีที่ 3 ฟังซ้าย (2.36 ml/L) เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือน พบว่า มีเพียง 2 เดือนที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 5 ml/L คือ เดือนเมษายนและพฤษภาคม (5.72 และ 5.38 ml/L ตามลำดับ) นอกนั้นมีค่าเฉลี่ย DO น้อยกว่า 5 ml/L ทั้งหมด ยกเว้นเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม (4.72 และ 3.62 ml/L ตามลำดับ) และเมื่อทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) พบว่า

ค่า DO เฉลี่ยของแต่ละสถานีและแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.023$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ)



ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำในแต่ละเดือน ประกอบด้วย ค่าออกซิเจนละลาย ความเค็ม อุณหภูมิ และความเป็นกรด-เบส ของน้ำ



ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำในแต่ละสถานีศึกษา ประกอบด้วย ค่าออกซิเจนละลาย ความเค็ม อุณหภูมิ และความเป็นกรด-เบส

ผลการศึกษาอุณหภูมิของน้ำเป็นรายสถานี พบอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำสูงที่สุดในสถานีที่ 2 ฝั่งขวา ที่ 30.12 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) ซึ่งเป็นเพียงสถานีเดียวที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงเกิน 30°C สถานีส่วนใหญ่มีอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำอยู่ระหว่าง $27\text{--}28^{\circ}\text{C}$ เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือน พบว่ามีอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำสูงกว่า 29°C ในช่วงฤดูร้อน คือ เดือนมีนาคม เมษายน พฤษภาคม ($29.30, 29.95$ และ 31.33°C ตามลำดับ) นอกจากนี้ ยังมีเดือนในฤดูฝนที่พบอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำสูงกว่า 29°C อีก 2 เดือน คือ เดือนกรกฎาคมและตุลาคม (29.33 และ 29.95°C ตามลำดับ) พบอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำต่ำที่สุดในช่วงฤดูหนาวในเดือนกุมภาพันธ์ที่ 23.78°C ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีอย่างมาก (28.52°C) และเมื่อทดสอบค่าเฉลี่ยพบว่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยของแต่ละเดือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) แต่อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยของแต่ละสถานีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P=0.087$)

ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของแหล่งน้ำค่อนข้างมีความเป็นกลางในทุกสถานี และในทุกเดือนที่ศึกษามีค่า pH เฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง $6.62\text{--}8.42$ โดยมีเพียง 3 เดือนที่มีค่า pH ไม่อยู่ในช่วง $7.00\text{--}7.99$ คือ เดือนสิงหาคม ตุลาคม และธันวาคม ($8.42, 6.62$ และ 6.88 ตามลำดับ) เมื่อทดสอบค่าเฉลี่ย พบว่า pH เฉลี่ยตลอดทั้งปีของแต่ละสถานีศึกษา ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P=0.866$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) ระหว่างค่า pH เฉลี่ยในแต่ละเดือน

ความเค็ม (Salinity) ของน้ำเฉลี่ยของแต่ละสถานีค่อนข้างใกล้เคียงกันอยู่ระหว่างร้อยละ $12.58\text{--}15.00$ และพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติอีกด้วย ($P=0.996$) แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือน พบว่าความเค็มของน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมาก โดยพบความเค็มเฉลี่ยสูงที่สุดในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว ซึ่งมีความเค็มของน้ำเกินกว่าร้อยละ 24 ในเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม ธันวาคม พ.ศ. 2561 และเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 (ร้อยละ $26.17, 26.83, 24.67$ และ 24.83 ตามลำดับ) และพบความเค็มของน้ำต่ำมากกว่าร้อยละ 10 ในช่วงฤดูฝนในระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนตุลาคม (ร้อยละ $6.00, 3.00, 2.75, 3.83$ และ 0.33 ตามลำดับ) ซึ่งค่าความเค็มของน้ำเฉลี่ยในแต่ละเดือนนี้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$)

3. ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำกับปัจจัยทางกายภาพ

สถานีที่พบความขุ่นของน้ำสูงที่สุด คือ สถานีที่ 1 ฝั่งซ้าย ซึ่งมีจำนวนรวมและจำนวนเฉลี่ยต่อเดือนของหิ่งห้อยที่พบสูงที่สุดเกือบตลอดทั้งปี และเป็นเพียงสถานีเดียวที่พบหิ่งห้อยได้ตลอดทุกครั้งที่สำรวจอีกด้วย เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ พบว่า เป็นสถานีที่มีค่า DO เฉลี่ยสูงที่สุดเป็นลำดับที่ 2 มีอุณหภูมิเฉลี่ยและค่า pH เฉลี่ยของน้ำต่ำที่สุด และค่าความเค็มต่ำที่สุดเป็นลำดับที่ 2 ซึ่งแตกต่างจากสถานีที่พบความขุ่นของ

หิ่งห้อยต่ำที่สุด คือ สถานีที่ 3 ฝั่งซ้าย ที่มีค่า DO เฉลี่ยต่ำที่สุด มีอุณหภูมิเฉลี่ยและค่า pH เฉลี่ยของน้ำค่อนข้างสูง และมีค่าความเค็มสูงที่สุดอีกด้วย

เมื่อนำข้อมูลความชุกชุมของหิ่งห้อยมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ ด้วยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ปรากฏว่าไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใด อย่างไรก็ตาม แม้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่ยังพบความสัมพันธ์แบบผกผันกันระหว่างความชุกชุมของหิ่งห้อยเฉลี่ยต่อเดือน ต่อปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ สำหรับปัจจัยทางกายภาพที่เหลือ มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกันกับความชุกชุมของหิ่งห้อย

อภิปรายผล

1. ความชุกชุมของหิ่งห้อย

จากผลการศึกษา หิ่งห้อยชนิดที่พบได้มากที่สุด คือ *P. malacca* (Gorham 1880) ซึ่งเป็นหิ่งห้อยที่พบได้บ่อยมากที่สุดในพื้นที่ป่าชายเลนหลายแห่งของประเทศไทย (Sriboonlert et al., 2015) และในพื้นที่ป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุมีรายงานการพบหิ่งห้อยชนิดนี้มาก่อนเช่นกัน (นพรัตน์, 2556) ผลการศึกษาดังนี้สามารถพบหิ่งห้อยได้ทุกครั้งที่สำรวจ เนื่องจากจากหิ่งห้อยชนิดนี้มีวงจรชีวิตค่อนข้างสั้น โดยตั้งแต่ระยะไข่ ระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ จนกระทั่งระยะตัวเต็มวัยมีอายุรวมกันตลอดทั้งวงจรชีวิตประมาณ 122.90 วัน หรือประมาณ 4 เดือน (สุทิสฯ, 2551) หิ่งห้อยตัวเต็มวัยมีอายุสั้นมากเพียง 10–15 วัน จึงมีประชากรตัวเต็มวัยเข้ามาทดแทนประชากรก่อนหน้าได้ตลอดเวลา ทำให้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของความชุกชุมของหิ่งห้อยในแต่ละเดือนที่ศึกษา

2. ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของหิ่งห้อยกับปัจจัยทางกายภาพ

จากผลการศึกษาพบว่าสถานีที่ 1 ฝั่งซ้ายมีความชุกชุมของหิ่งห้อยสูงที่สุด เป็นสถานีที่มีอุณหภูมิของน้ำ ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) และความเค็มของน้ำ ค่อนข้างต่ำกว่าสถานีอื่น และยังมีค่า DO สูง อุณหภูมิของน้ำอาจมีความสำคัญต่อตัวของหิ่งห้อยในระยะไข่จนถึงระยะดักแด้ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโต การพัฒนา และการอยู่รอดของหิ่งห้อย (ทัศนาวลัย และศิริพันธุ์, 2553ข) เนื่องจากว่าหิ่งห้อยมีอุณหภูมิร่างกายที่แปรผันตามสภาพอากาศหรือแปรผันตามอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม หิ่งห้อย *P. malacca* ที่พบในพื้นที่ศึกษา อาจจะชอบอาศัยอยู่ในแหล่งอาศัยที่มีอุณหภูมิไม่สูงมากเกินไป เช่น ในสถานีที่ 1 ฝั่งซ้าย โดยที่สถานีนี้มีอุณหภูมิของน้ำต่ำกว่าสถานีอื่นๆ อาจเนื่องมาจากเป็นป่าชายเลนขนาดใหญ่ ทำให้รักษาอุณหภูมิให้คงที่ได้ดีกว่าสถานีอื่น แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิของน้ำ รวมไปถึงอุณหภูมิของอากาศต่างเป็นปัจจัยที่ไม่มีความสัมพันธ์กับความชุกชุมของหิ่งห้อยทางสถิติ ซึ่ง ทัศนาวลัย และศิริพันธุ์ (2553ก) ที่ได้

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของดินตะกอนกับประชากรของหิ่งห้อยในอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า มีทั้งที่พบความสัมพันธ์และไม่พบความสัมพันธ์กันทางสถิติแต่อย่างใด ส่วน Nada et al. (2012) ได้ติดตามพลวัตรประชากรของหิ่งห้อยในแม่น้ำเซลังอร์ ประเทศมาเลเซีย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหิ่งห้อยชนิด *P. tener* พบว่าอุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยรายเดือนไม่มีความสัมพันธ์ต่อความชุกชุมของหิ่งห้อย และนพรัตน์ (2556) ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และปริมาณน้ำฝน นั้นไม่พบความสัมพันธ์กันเช่นเดียวกันกับการศึกษาครั้งนี้ แต่พบแนวโน้มความสัมพันธ์แบบแปรผกผันระหว่างความชุกชุมของหิ่งห้อยกับปริมาณน้ำฝนเหมือนกัน

ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) เฉลี่ยของน้ำในทุกสถานีอยู่ระหว่าง 7.26 – 7.61 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำในพื้นที่ศึกษาค่อนข้างมีความเป็นกลาง ค่อนไปทางเบสเล็กน้อย เมื่อพิจารณาค่า pH เป็นรายเดือนพบว่า มีเพียงเดือนสิงหาคมเท่านั้นที่มีค่า pH มากกว่า 8.0 และในเดือนตุลาคมและเดือนธันวาคม พบค่า pH ที่ต่ำกว่า 7.0 เล็กน้อย ซึ่งต่างไม่เกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 5.0 ถึง 9.0 (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งเสริมให้พบหิ่งห้อยในแหล่งอาศัยนี้ได้

ความเค็มของน้ำ (Salinity) ในแต่ละเดือนที่ศึกษา มีความแปรผันแตกต่างกันอย่างมาก (ร้อยละ 0.33 – 26.83) ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน ปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง เป็นต้น โดยในเดือนมิถุนายน จนถึงเดือนตุลาคม มีค่าความเค็มของน้ำต่ำมาก เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูฝน ส่วนเดือนในฤดูแล้ง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน จนกระทั่งถึงเดือนพฤษภาคมนั้น มีค่าความเค็มสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าหิ่งห้อยสกุล *Pteroptyx* spp. สามารถอาศัยอยู่ในบริเวณแหล่งน้ำที่มีค่าความเค็มแตกต่างกันอย่างมากได้ แม้จากผลการวิเคราะห์ก็ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของหิ่งห้อยกับความเค็มของแหล่งน้ำแต่อย่างใด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวางของหิ่งห้อยสกุลนี้ที่พบได้ในบริเวณป่าชายเลนของประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Jusoh et al., 2018)

ค่า DO แสดงความสัมพันธ์กับความชุกชุมของหิ่งห้อยเชิงบวก กล่าวคือ เมื่อค่า DO สูงขึ้นจะพบความชุกชุมของหิ่งห้อยมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเมื่อศึกษาเป็นรายสถานี พบว่า สถานีที่ 1 ฝั่งซ้าย และสถานีที่ 3 ฝั่งขวา ที่พบความชุกชุมของหิ่งห้อยสูงที่สุดสองลำดับแรก มีค่า DO เฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 4.05 และ 4.45 มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L) ตามลำดับ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์น้ำที่มีคุณภาพพอใช้ แต่สำหรับสถานีอื่น ๆ นั้นมีค่า DO เฉลี่ยตลอดทั้งปีอยู่ระหว่าง 2.36 – 3.44 ml/L อยู่ในเกณฑ์ของแหล่งน้ำเสื่อมโทรม (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) ซึ่งทั้ง 2 สถานี ที่มีค่า DO เฉลี่ยตลอดทั้งปีสูงนั้น อาจเนื่องมาจากว่าแหล่งน้ำที่ไหลผ่านในทั้ง 2 สถานี

เป็นคลองที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำเวฬุ และคลองกรอบ ตามลำดับ ซึ่งทำให้น้ำไหลวนเวียนตามการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลได้ตลอดเวลา โดยไม่มีการกีดขวางลำน้ำ สำหรับในสถานที่อื่นที่เหลือต่างมีลักษณะของแหล่งน้ำคล้ายคลึงกัน คือเป็นเส้นทางน้ำที่ตื้นเขินมาก การไหลเวียนของน้ำมีน้อย อาจทำให้มีออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อยตามไปด้วย ซึ่งหิ่งห้อยชนิด *P. malacca* เป็นหิ่งห้อยที่ฝังจรวดชีวิตสัมพันธ์กับน้ำเป็นอย่างยิ่ง โดยสุทิตา (2551) พบว่า ตลอดระยะเวลาของวงจรชีวิตของหิ่งห้อยจะใช้แหล่งที่อยู่อาศัย 2 แหล่ง คือ ในระยะไข่ ระยะตัวหนอน และระยะดักแด้ จะพบได้ตามพื้นที่ที่ชื้นแฉะ และอยู่ในเขตอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงในป่าชายเลน สำหรับตัวเต็มวัยจะอาศัยอยู่บนต้นไม้ที่มักขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่ชื้นแฉะด้วย เช่นกัน ดังนั้นค่า DO อาจมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของหิ่งห้อยในทุกกระยะการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะตัวหนอน ซึ่งตัวหนอนของหิ่งห้อยเป็นผู้ล่า กินหอยในบริเวณที่อยู่อาศัย ดังนั้นถ้ามีปริมาณอาหารของหิ่งห้อยมาก ประชากรของหิ่งห้อยก็น่าจะมีความชุกชุมสูงขึ้นตามไปด้วย โดยจำนวนประชากรของหอยอาจแปรผันตรงกับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำเช่นกัน จึงทำให้พบความสัมพันธ์เชิงบวกดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

สรุปผลการวิจัย

ความชุกชุมของหิ่งห้อยในพื้นที่ป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุแม้จะไม่แตกต่างกันในแต่ละเดือน และไม่พบความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพบางประการ แต่ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า มีช่วงความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยสูง 2 ช่วง คือ ในช่วงฤดูร้อนและปลายฤดูฝน มีแนวโน้มว่าจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนที่สูงในช่วงประมาณ 3 – 4 เดือนก่อนหน้า ซึ่งอาจส่งผลต่ออัตราการอยู่รอดที่สูงของหิ่งห้อย ที่ช่วงนั้นยังอยู่ในระยะไข่และระยะตัวหนอนอีกทั้งยังพบว่ามีความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยลดลงอย่างชัดเจนในช่วงกลางฤดูฝนและช่วงกลางฤดูหนาว ซึ่งช่วงประมาณ 3 – 4 เดือนก่อนหน้านั้นเป็นฤดูร้อนและเป็นช่วงฝนทิ้งช่วงในกลางฤดูฝนอีกด้วย ดังนั้นจึงควรดำเนินการศึกษาความสัมพันธ์ของความชุกชุมของหิ่งห้อยตัวเต็มวัยและตัวหนอนต่อปัจจัยของสภาพภูมิอากาศต่อไปในอนาคต

ความชุกชุมของหิ่งห้อยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละสถานศึกษา ซึ่งค่อนข้างสอดคล้องกับค่าปริมาณออกซิเจนละลายที่มีความแตกต่างของแต่ละสถานศึกษาด้วย โดยพบว่ามีความชุกชุมของหิ่งห้อยสูงในสถานที่ที่มีปริมาณออกซิเจนละลายสูงด้วยเช่นกัน แม้จะไม่พบความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงควรศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่เป็นเกณฑ์ชี้วัดคุณภาพของแหล่งน้ำเพิ่มเติม ซึ่งอาจพบความสัมพันธ์ต่อความชุกชุมของหิ่งห้อยได้

ผลการศึกษาในครั้งนี้อาจนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการอนุรักษ์ประชากรหิ่งห้อยในพื้นที่ โดยสามารถนำข้อมูลที่ได้จากผลการศึกษาไปบูรณาการร่วมกับองค์ความรู้ของชุมชน เพื่อกำหนดเป็นมาตรการเฝ้าระวังความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมของแหล่งอาศัยของหิ่งห้อย

เช่น ติดตามความเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณออกซิเจนละลาย เป็นต้น ซึ่งอาจกำหนดเป็นมาตรการลดการปล่อยน้ำเสียจากครัวเรือนลงแหล่งน้ำโดยตรง เพื่อลดปริมาณอินทรีย์สารและแร่ธาตุอาหารในแหล่งน้ำ ที่ถ้าหากมีมากเกินไปจะทำให้เกิดการสะสมของแพลงก์ตอน ซึ่งจะใช้ออกซิเจนที่ละลายในน้ำปริมาณสูงมาก จนส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลายลดต่ำลงอย่างยั่งยืนได้ และไม่เป็นผลดีต่อสิ่งมีชีวิตอื่นที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น รวมไปถึงหิ้งหอยและอาหารของหิ้งหอยด้วยเช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ในการอำนวยความสะดวกในการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณหัวหน้าสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 ลุ่มน้ำเวฬุ (ท่าสนอน) อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี สำหรับการอนุเคราะห์พื้นที่ศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาชีววิทยาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ ด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณนักศึกษาภาควิชาชีววิทยาทุกคนที่ช่วยเหลือในการศึกษาภาคสนาม โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ประจำปีงบประมาณ 2561

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2552). **หิ้งหอยในป่าชายเลน**. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- ทัศนาวลัย อุทาสกุล, และศิวพันธุ์ ชูอินทร์. (2553ก). **การจัดการสิ่งแวดล้อมของสวนผลไม้เพื่อการอนุรักษ์หิ้งหอยใน อำเภอมะนัง จังหวัดสมุทรสงคราม** (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ทัศนาวลัย อุทาสกุล, และศิวพันธุ์ ชูอินทร์. (2553ข). **การศึกษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเป็นถิ่นอาศัยของหิ้งหอยของลำคลองที่อยู่ในบริเวณพื้นที่สวนผลไม้ อ.มะนัง จ.สมุทรสงคราม**. **วารสารวิจัยและพัฒนา**, 2, 14–20.
- นพรัตน์ พงจันทร์. (2556). **ชนิดความชุกชุมและการกระจายของหิ้งหอยในป่าชายเลนลุ่มแม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิทยาศาสตร์, สาขาสัตววิทยา.
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2537). **ราชกิจจานุเบกษา**, 111 (ตอนที่ 16 ง), 73–81.
- ภัทรวรรณ เลิศสุชาตวนิช. (2548). **การประเมินผลกระทบจากการท่องเที่ยวแบบโฮมสเตย์ต่อประชากรหิ้งหอย ณ บ้านโคกเกตุ จังหวัดสมุทรสงคราม**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา).

- ภูเวียง ประคำมินทร์. (2561). การเข้าสู่ฤดูหนาวของประเทศไทย พ.ศ. 2561. (ประกาศกรมอุตุนิยมวิทยา). กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ.
- วันชัย ศักดิ์อุดมไชย. (2561ก). การเข้าสู่ฤดูร้อนของประเทศไทย พ.ศ. 2561. (ประกาศกรมอุตุนิยมวิทยา). กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ.
- วันชัย ศักดิ์อุดมไชย. (2561ข). การเริ่มต้นฤดูฝนของประเทศไทย พ.ศ. 2561. (ประกาศกรมอุตุนิยมวิทยา). กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ.
- สุทิส ลุ่มบุตร. (2551). เทคนิคการเพาะเลี้ยงและการพัฒนาสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับหิ่งห้อย *Pteroptyx malacca* Gorham. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, คณะสิ่งแวดล้อม, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.
- อัษฎนา ทานเจริญ. (2552). เรื่องธรรมดา...ที่ไม่ธรรมดาของ“หิ่งห้อย”. กรุงเทพฯ: อักษรสยาม.
- Bouchard, P., Bousquet, Y., Davies, A.E., Alonso- Zarazaga, M. A., Lawrence, J. F., Lyal, C. H. C., et al. (2011). Family- group names in Coleoptera (Insecta). **ZooKeys**, 88, 1–972.
- 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.
- Nada, B., Kirton, L. G., Norma-Rashid, Y., Cheng, S., Shahlinney, L. & Phon. C. K. (2012). Monitoring the fireflies of the Selangor river. In Sasekumar, A. & Chong, V. C. (Eds.), **Mangrove and Coastal Environment of Selangor, Malaysia**. Kuala Lumpur: University of Malaya.
- Prasertkul, T. 2018. Characteristics of *Pteroptyx* firefly congregations in a human dominated habitat. **Journal of Insect Behavior**, 31, 436–457.
- Roskov, Y., Ower, G., Orrell, T., Nicolson, D., Bailly, N., Kirk, P.M., Bourgoin, T., DeWalt, R. E., Decock, W., Nieukerken, E. van, Zarucchi, J., & Penev, L., eds. (2019). **Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2019 Annual Checklist**. Retrieved July, 10, 2020, from <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2019>
- 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.
- Suk-ueng, N., Buranapratheprat, A., Gunbua, V., & Leadprathom, N. (2013). Mangrove composition and structure at the Welu Estuary, Khlung District, Chanthaburi Province, Thailand. **IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology**, 7(5), 17–24.