

## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหิ่งห้อย

หิ่งห้อยเป็นแมลงที่มนุษย์รู้จักกันมาเป็นเวลายาวนานแล้ว แต่ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหิ่งห้อยกลับไม่เป็นที่รู้จักมากนัก บางพื้นที่อาจยังมีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับหิ่งห้อยอยู่ เช่น มีความเชื่อว่าหิ่งห้อยต้องอาศัยอยู่กับต้นลำพูเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ซึ่งความเป็นจริงแล้วเราสามารถพบเห็นหิ่งห้อยได้ทั่วไปไม่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชแต่อย่างใด แต่ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของระบบนิเวศที่มันอยู่ หิ่งห้อยชอบอาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีความชื้น (Buck & Buck, 1976 : pp. 74-79) ต้องปราศจากการรบกวนอย่างหนักจากกิจกรรมของมนุษย์ จึงถือได้ว่าหิ่งห้อยเป็นแมลงที่มีคุณลักษณะพิเศษ สามารถใช้บ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์และสมดุลของธรรมชาติได้ (Ohba, 2012 : p. 13; Viviani, Rocha & Hagen, 2010 : p. 103)

หิ่งห้อยเป็นแมลงจำพวกด้วงหรือแมลงปีกแข็ง (order Coleoptera) ซึ่งแตกต่างจากด้วงทั่วไปตรงที่หิ่งห้อยมีโครงร่างแข็งภายนอกที่อ่อนนุ่มกว่าด้วงทั่วไป หิ่งห้อยส่วนใหญ่เป็นแมลงที่มีพฤติกรรมในเวลากลางคืน มีลักษณะพิเศษคือเป็นแมลงที่สามารถผลิตแสงชีวภาพได้ (bioluminescence) โดยหิ่งห้อยตัวเต็มวัยเพศเมียหลายชนิดส่วนใหญ่เปล่งแสงได้ เพศผู้บางชนิดไม่ผลิตแสงออกมาในระยะตัวเต็มวัย แต่อย่างไรก็ตามในระยะตัวหนอนของหิ่งห้อยทุกชนิดสามารถเปล่งแสงได้ (Branham, 2010 : p. 142) หิ่งห้อยมีชื่อเรียกแตกต่างกันตามท้องถิ่นของไทย เช่น แมงแสง แมงคาเรือง แมงทิ่งถ่วง และแมงหิ่งห้อย เป็นต้น ชื่อสามัญภาษาอังกฤษคือ Firefly หิ่งห้อยมีลักษณะทั่วไปคือ ในระยะตัวเต็มวัยมีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ความยาวประมาณ 5-20 มิลลิเมตร ลำตัวสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง หิ่งห้อยมีปีก 2 คู่ โดยปีกบน (forewing) เป็นปีกแบบหนา (elytron) แต่มีลักษณะอ่อนและมีขนปกคลุมซึ่งต่างจากด้วงปีกแข็งอื่น ส่วนปีกล่าง (hindwing) เป็นแบบบาง (membrane) และพับเก็บไว้ใต้ปีกบน จะถูกกางออกมาเพื่อใช้ในการบิน ตัวเต็มวัยเพศผู้มีอวัยวะผลิตแสงที่ปล้องท้องตอนปลาย 2 ปล้อง ส่วนตัวเต็มวัยเพศเมียส่วนใหญ่มีอวัยวะผลิตแสงที่ปล้องท้องเพียงปล้องเดียว โดยสามารถผลิตแสงได้ทั้งแบบแสงต่อเนื่อง และแสงกะพริบ ขึ้นอยู่กับชนิดของหิ่งห้อย เนื่องจากหิ่งห้อยใช้แสงเพื่อการหาคู่ผสมพันธุ์ (Lewis & Cratsley, 2008 : p. 295) ดังนั้นรูปแบบของการเปล่งแสงที่แตกต่างกันในแต่ละชนิด จึงสามารถใช้ในการระบุชนิดของหิ่งห้อยได้ (Matthews & Matthews, 2010 : pp. 262-268) แสงของหิ่งห้อยเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีของโปรตีนเรืองแสง

ที่ชื่อว่า Luciferin ซึ่งอยู่ในอวัยวะผลิตแสง ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนโดยมีเอนไซม์ Luciferase เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ทั่วโลกมีหิ่งห้อยที่ถูกตั้งชื่อทางวิทยาศาสตร์แล้วกว่า 90 สกุล มากกว่า 1,900 ชนิด (McDermott, 1964 : pp. 1-72; 1966 : pp. 1-149) โดยมีสกุลที่มีสมาชิกมากที่สุดในเขตภูมิศาสตร์ของโลกใหม่ (New World) และเขตโลกเก่า (Old World) คือสกุล *Photinus* Laporte และสกุล *Luciola* Laporte ตามลำดับ (McDermott 1964 : pp. 1-72; 1966 : pp. 1-149) โดยสามารถจัดลำดับทางอนุกรมวิธานได้ดังนี้ (Bourchard, P. et al. 2011 : pp. 49-53)

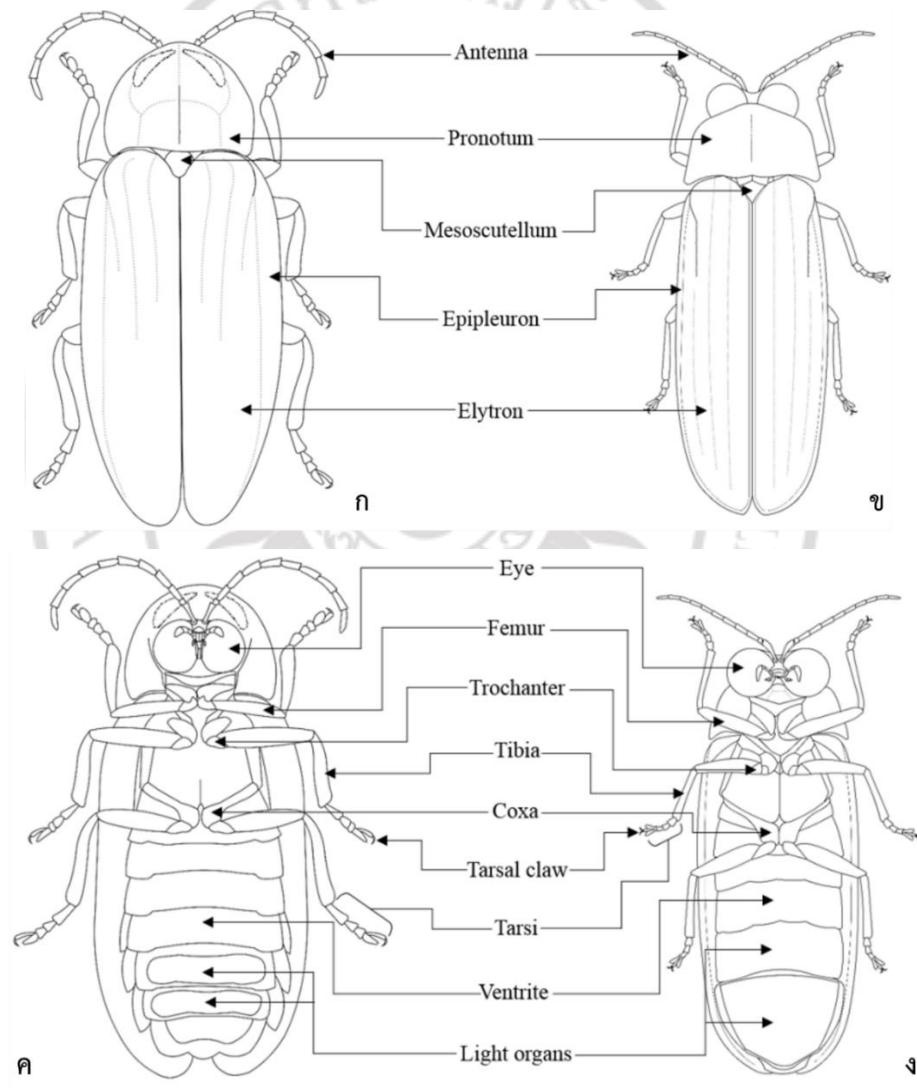
Kingdom	Animalia
Phylum	Arthropoda
Class	Insecta (Hexapoda)
Order	Coleoptera
Suborder	Polyphaga
Infraorder	Elateriformia
Superfamily	Elateroidea Leach, 1815
Family	Lampyridae Rafinesque, 1815

### สัณฐานวิทยาของหิ่งห้อย

การศึกษาสัณฐานวิทยาของหิ่งห้อยเป็นการศึกษาลักษณะภายนอกส่วนต่าง ๆ ของหิ่งห้อย เช่น แผ่นแข็งคลุมหัวของอกปล้องแรก (Pronotum) ปีกคู่แรก หนวด ตา ขาคู่ที่ 1 ถึงขาคู่ที่ 3 และอวัยวะผลิตแสง เป็นต้น (ภาพที่ 2.1) หิ่งห้อยเป็นแมลงในวงศ์ด้วงที่มีลำตัวอ่อนนุ่ม (Soft bodied beetle) มีขนาดตั้งแต่ประมาณ 5 ถึง 25 มิลลิเมตร โดยส่วนหัวถูกปกคลุมด้วย Pronotum หิ่งห้อยเพศผู้มีตาประกอบขนาดใหญ่และมีปีกที่พัฒนาสมบูรณ์เต็มที่ปกคลุมส่วนท้องทั้งหมด ส่วนหิ่งห้อยเพศเมียมีรูปร่างลักษณะค่อนข้างหลากหลาย (La Bella & Lloyd, 1991 : pp. 427-428) ตัวอย่างเช่น บางชนิดมีปีกสั้น เช่น หิ่งห้อยชนิด *Photinus extensus* หรือบางชนิดไม่มีปีก ซึ่งทำให้รูปร่างลักษณะของหิ่งห้อยคล้ายกับตัวหนอน เช่น หิ่งห้อยชนิด *Lampyris noctiluca* เพศเมียมีลักษณะคล้ายตัวหนอนสามารถเรืองแสงได้ จึงถูกเรียกว่า Glowworm และมีหิ่งห้อยอีกหลายชนิดที่เพศเมียมีรูปร่างลักษณะคล้ายกับหิ่งห้อยเพศผู้ คือ มีปีกที่พัฒนาอย่างสมบูรณ์เต็มที่ที่สามารถบินได้ แต่เพศเมียมักมีขนาดลำตัวใหญ่กว่าเพศผู้ มีตาขนาดเล็กกว่า และส่วนใหญ่มีปล้องผลิตแสงเพียงปล้องเดียว ส่วนหิ่งห้อยเพศผู้

มีอวัยวะผลิตแสง 2 ปล้อง (Booth, Cox & Madge, 1990 : p. 53) หรืออาจมีมากกว่าหรือไม่มีเลยก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิด สามารถแบ่งร่างกายหิ่งห้อยออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง ดังนี้

หัว (Head) อยู่ด้านหน้าของลำตัว เป็นที่ตั้งของหนวด (Antennae) ที่ทำหน้าที่รับสัมผัส ตาประกอบ (Compound eyes) ทำหน้าที่รับภาพ และปาก (Mouth parts) ใช้สำหรับกินอาหาร



ภาพที่ 2.1 ลักษณะสัณฐานภายนอกของหิ่งห้อยเพศผู้ ด้านหลัง (ก) และด้านท้อง (ค) ของหิ่งห้อยในวงศ์ย่อย Lampyrinae หิ่งห้อยเพศผู้ด้านหลัง (ข) และด้านท้อง (ง) ของหิ่งห้อยในวงศ์ย่อย Luciolinae

ที่มา : Nakeiam (2015 : p. 19)

อก (Thorax/ thoracic segment) คือส่วนถัดมาจากหัว ปล้องอกเป็นที่ตั้งของอวัยวะที่ใช้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ คือ ขา และปีก ส่วนอกแบ่งเป็น 3 ปล้อง คือ ปล้องหน้า (Prothorax) ปล้องกลาง (Mesothorax) และปล้องหลัง (Metathorax) อกปล้องกลางเป็นที่ตั้งของปีกคู่หน้า ส่วนปีกคู่หลังตั้งอยู่ที่อกปล้องหลัง อกแต่ละปล้องของหิ่งห้อยมีขา 1 คู่ ขาของหิ่งห้อยมี 5 ปล้องย่อย คือ ปล้องแรกมีขนาดใหญ่ติดกับส่วนอก เรียกว่า คอกซา (Coxa) ปล้องลำดับถัดไปคือ โทรแคนเตอร์ (Trochanter) ฟีมอร์ (Femur) ทิเบีย (Tibia) และปล้องสุดท้ายคือ ทาซัส (Tarsus) ซึ่งทาซัสนี้หิ่งห้อยส่วนใหญ่มี 5 ปล้องย่อยในขาทุกข้าง โดยปลายปล้องสุดท้ายมีเล็บสำหรับยึดเกาะขณะที่เคลื่อนที่

ท้อง (Abdomen) มีพื้นที่มากกว่าส่วนอื่น ๆ ของลำตัว หิ่งห้อยมีปล้องท้องทั้งหมด 7-8 ปล้อง แต่ละปล้องประกอบด้วยแผ่นแข็ง 3 ส่วน คือ แผ่นแข็งด้านบน แผ่นแข็งด้านข้าง มีช่องเปิดสำหรับแลกเปลี่ยนอากาศใช้สำหรับหายใจ และแผ่นแข็งด้านล่าง ที่ปลายของปล้องที่ 10 ของหิ่งห้อยระยะตัวหนอนมีอวัยวะที่มีลักษณะคล้ายกับพู่กันที่สามารถยืดและหดได้ ซึ่งใช้สำหรับทำความสะอาดลำตัว ปล้องท้องของหิ่งห้อยเป็นที่ตั้งของอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการย่อยอาหารและขับถ่าย รวมถึงปรับสมดุลเกลือแร่ในร่างกายและเป็นที่ตั้งของอวัยวะผลิตแสง

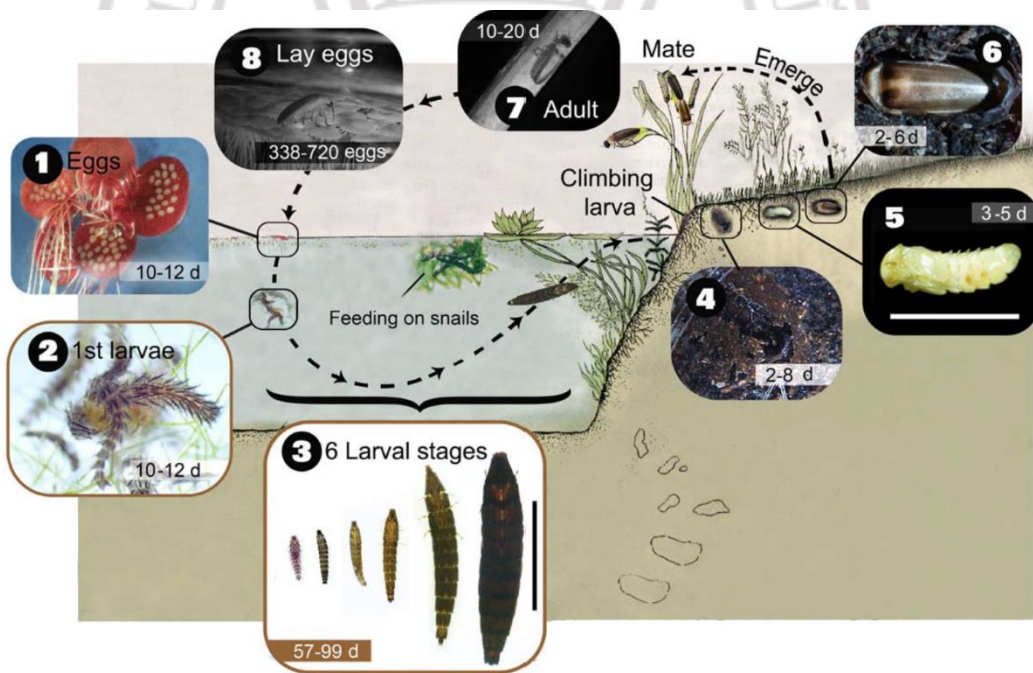
### วงจรชีวิตของหิ่งห้อย

หิ่งห้อยมีการเจริญเติบโตของร่างกายคล้ายกับแมลงในอันดับแมลงปีกแข็งทั่วไป คือ มีการเจริญแบบเปลี่ยนแปลงร่างกายอย่างสมบูรณ์ (complete metamorphosis) ประกอบด้วย 4 ระยะ คือ ไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย (ภาพที่ 2.2) ระยะไข่ใช้เวลาประมาณ 1-4 สัปดาห์ โดยทั่วไปไข่ของหิ่งห้อยจะมีสีเหลือง ลักษณะกลมรี วางไข่เป็นกลุ่ม 5-130 ฟองแล้วแต่ชนิด ระยะตัวอ่อน เป็นตัวหนอนที่มีเปลือกแข็งปกคลุม มีการลอกคราบ 4-6 ครั้ง ใช้เวลาในการเป็นตัวหนอนยาวนานที่สุด ประมาณ 6-12 เดือน ในระยะนี้ตัวหนอนหิ่งห้อยมีพฤติกรรมเป็นผู้ล่า (predator) โดยส่วนใหญ่จะล่าหอยเป็นอาหาร ตัวหนอนระยะสุดท้ายเมื่อเตรียมเข้าสู่ระยะดักแด้จะไม่กินอาหารและไม่นอนนิ่งไม่เคลื่อนไหวร่างกายจนกระทั่งลอกคราบเข้าสู่ระยะดักแด้ ในระยะดักแด้ใช้เวลาประมาณ 1-2 สัปดาห์ หลังจากออกจากดักแด้เข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยที่มีปีกสามารถบินได้ แต่เพศเมียบางชนิดไม่มีปีกหรือมีปีกขนาดเล็ก ยังมีรูปร่างคล้ายตัวหนอน และบินไม่ได้ ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้ประมาณ 2 สัปดาห์ถึง 1 เดือน โดยที่หิ่งห้อยที่โตเต็มที่ จะไม่กินอาหารนอกจากน้ำ (Branham, 2010 : p. 141) โดยที่หิ่งห้อยมีวงจรชีวิตที่สั้นหรือยาวขึ้นกับชนิด ตั้งแต่ประมาณ 4 เดือน ถึง 1 ปี สำหรับวงจรชีวิตของหิ่งห้อยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะไข่ (Egg) ของหิ่งห้อยจะใช้เวลาประมาณ 1-4 สัปดาห์ ไข่ของหิ่งห้อยมีรูปร่างกลม ผิวเรียบ มีสีอ่อน เช่น สีขาว สีเหลือง และสีครีม การวางไข่ของหิ่งห้อยอาจวางเป็นกลุ่มหรืออาจ



วางเดี่ยว ๆ ไข่กลุ่มหนึ่งจะมีไข่ประมาณกลุ่มละ 20 ถึง 100 ฟอง บางครั้งอาจจะมีเมือกใส ๆ ที่คอยช่วยยึดให้ไข่ติดกัน และไข่ของหิ่งห้อยบางชนิดสามารถเรืองแสงได้ในช่วง 2 หรือ 3 วัน หลังจากวางไข่ ถ้าในระยะตัวหนอนของหิ่งห้อยได้รับอาหารที่สมบูรณ์จะมีน้ำหนักมาก เมื่อเจริญเป็นตัวเต็มวัยจะสามารถวางไข่ได้จำนวนมาก นอกจากนี้ขนาดของไข่ยังสามารถบ่งบอกถึงความสมบูรณ์ ความแข็งแรงของหิ่งห้อยในระยะตัวหนอนได้ แต่เมื่อหิ่งห้อยเพศเมียมีอายุมากขึ้น ขนาดของไข่ที่วางก็จะลดขนาดลงเรื่อย ๆ ไข่ที่มีน้ำหนักน้อยมักเป็นไข่ที่ไม่สมบูรณ์เนื่องจากมีไข่แดงน้อย ซึ่งทำให้การพัฒนาไปเป็นหนอนที่ไม่แข็งแรง และทนต่อสภาพแวดล้อมได้ไม่ดี อาจส่งผลให้มีอัตราการตายสูงในระยะตัวหนอน แต่อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมอาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อน้ำหนักของไข่ด้วย (อัญชญา ท่านเจริญ, 2552 : หน้า 9)



ภาพที่ 2.2 วงจรชีวิตหิ่งห้อย

ที่มา : อัญชญา ท่านเจริญ (2552 : หน้า 14-15)

ระยะตัวหนอน (Larva) ของหิ่งห้อยมีรูปร่างยาว ลำตัวแบ่งเป็นปล้องชัดเจน แต่ละปล้องถูกคลุมด้วยแผ่นแข็ง ส่วนหัวถูกคลุมด้วยแผ่นแข็งของอกปล้องแรก ซึ่งเป็นปล้องที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีขา 6 ขา ส่วนปลายลำตัวมีอวัยวะคล้ายพู่กัน เรียกว่า Holdfast organ หรือ Caudal gasping organ ที่ใช้สำหรับทำความสะอาดร่างกายและใช้ยึดลำตัวกับพื้นขณะเคลื่อนที่ หิ่งห้อยระยะตัวหนอนมีอวัยวะ

ผลิตแสง 1 คู่ ที่ปล้องท้องปล้องที่ 8 แสงของระยะตัวหนอนเป็นแสงต่อเนื่องไม่กะพริบ ตัวหนอนมีอายุประมาณ 6-12 เดือน ซึ่งเป็นระยะที่ใช้เวลายาวนานที่สุดในวงจรชีวิตของหิ่งห้อย หิ่งห้อยระยะตัวหนอนไม่ใช้แสงเพื่อหาคู่ผสมพันธุ์เหมือนกับหิ่งห้อยตัวเต็มวัย แต่ใช้แสงเพื่อป้องกันศัตรู โดยจะเปล่งแสงเมื่อถูกรบกวนทั้งจากการสัมผัส การสั่นสะเทือน ตลอดจนแสงไฟหรือแสงที่กะพริบของหิ่งห้อยระยะตัวเต็มวัยตัวอื่น ๆ (อัญญา ทานเจริญ, 2552 : หน้า 10) สารเรืองแสงของตัวหนอนเป็นสารพิษ เมื่อผู้ล่ากินตัวหนอนเข้าไปอาจจะอาเจียนหรือตายได้ (Sivinski, 1981 : p. 169) ดังนั้นตัวอ่อนหิ่งห้อยจึงผลิตแสงเพื่อป้องกันอันตรายจากผู้ล่า (Defensive mechanism) ตัวอ่อนหิ่งห้อยส่วนใหญ่จะกินหอยฝาดเดียวเป็นอาหาร โดยปกติตัวหนอนสามารถกินหอยได้มากมายหลากหลายชนิด และชนิดของหอยจะสามารถบอกถึงสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยหรือระบบนิเวศนั้น ๆ ได้ (ณัฐกิตติ์ โตอ่อน, 2561 : หน้า 588-601)

ระยะดักแด้ (Pupa) ของหิ่งห้อยเป็นแบบเอกซาราเท (Exarate) คือ รยางค์ต่าง ๆ ไม่ถูกผนึกติดกับลำตัว ทำให้เราสามารถมองเห็นอวัยวะต่าง ๆ ของดักแด้หิ่งห้อยได้ หิ่งห้อยหลบศัตรูโดยการเข้าดักแด้ใต้พื้นดิน โดยที่ตัวหนอนสร้างโพรงขึ้นที่ใต้ดิน เรียกการเข้าดักแด้ลักษณะนี้ว่า Subterranean pupation ลักษณะดักแด้ทั่วไปจะมีสีขาว สีขาวอมเหลือง หรือสีชมพูอมขาว ดักแด้จะฝังตัวอยู่ใต้ดินจนกว่าจะเป็นตัวเต็มวัย ใช้ระยะเวลาประมาณ 1-3 สัปดาห์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและเพศของหิ่งห้อยด้วย

ระยะตัวเต็มวัย (Adult) ของหิ่งห้อยเพศผู้ส่วนใหญ่มีปล้องผลิตแสง 2 ปล้อง ส่วนเพศเมียมีปล้องผลิตแสง 1 ปล้อง มีอายุประมาณ 1 เดือน หิ่งห้อยระยะตัวเต็มวัยจะไม่กินอาหารใด ๆ ทั้งสิ้น หรืออาจกินแต่น้อยมาก เช่น กินน้ำหรือน้ำหวานจากพืช และมีหน้าที่เพียงการสืบพันธุ์เท่านั้น โดยทั่วไปหิ่งห้อยจะออกหาอาหารและออกหาคู่ผสมพันธุ์ในเวลาหลังพระอาทิตย์ตก และหิ่งห้อยบางชนิดอาจมีพฤติกรรมในช่วงเวลาใกล้รุ่งเช้า หิ่งห้อยระยะตัวเต็มวัยเพศเมียเมื่อวางไข่แล้วจะมีชีวิตอยู่รอดได้อีกไม่นานเท่านั้น (วิรัตน์ สมมิตร, 2547 : หน้า 10)

## อาหารของหิ่งห้อย

ระยะตัวหนอนของหิ่งห้อยทุกชนิดเป็นตัวล่า (Predator) ส่วนใหญ่จะกินหอยฝาดเดียวเป็นอาหาร โดยปกติตัวหนอนหิ่งห้อยสามารถกินหอยได้หลากหลายชนิด และชนิดของหอยจะสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยของระบบนิเวศนั้น ๆ เช่น ตัวหนอนหิ่งห้อยที่อาศัยบนบก บริเวณที่ชื้นแฉะตามใต้เศษใบไม้ ส่วนใหญ่จะกินหอยทากบกและแมลงที่มีลำตัวอ่อนนุ่มเป็นอาหาร ส่วนตัวหนอนหิ่งห้อยที่อาศัยอยู่ในน้ำ เช่น บ่อน้ำ นาข้าว และพื้นที่ชุ่มน้ำ ส่วนใหญ่จะกินหอยน้ำจืด แมลงน้ำ ตลอดจนตัวอ่อนของแมลงน้ำต่าง ๆ เป็นอาหาร (อัญญา ทานเจริญ, 2552 : หน้า 10) ซึ่งหอยบางชนิดเป็นสาเหตุของโรค

เยื่อหุ้มสมองอักเสบในคน และโรคพยาธิใบไม้ในลำไส้คน ดังนั้นตัวหนอนหึ่งห้อยจึงเป็นศัตรูธรรมชาติที่ช่วยควบคุมประชากรห้อยได้ วิธีการกินอาหารของหนอนหึ่งห้อยนั้นจะใช้กราม (Mandibles) ที่แข็งแรงซึ่งมีลักษณะเป็นท่อที่สามารถใช้กัด ปล่อยพิษ และใช้ปากดูดอาหารจากเหยื่อได้โดยตรง (ปีพมา บุญทิพย์, 2557 : หน้า 15) ตัวหนอนหึ่งห้อยเมื่อกัดเหยื่อจะปล่อยน้ำลายที่มีพิษผ่านท่อชากรรไกรมาสู่เหยื่อ ทำให้เหยื่อเป็นอัมพาต น้ำลายยังสามารถย่อยเนื้อเยื่อของเหยื่อได้ ของเหลวที่ได้จากการย่อยจะถูกดูดซึมผ่านตามท่อชากรรไกรและสู่หลอดอาหาร เพื่อดูดซึมสารอาหารจากเหยื่อเพื่อนำไปเลี้ยงร่างกายต่อไป

### ความสัมพันธ์ของหึ่งห้อยต่อระบบนิเวศ

หึ่งห้อยเป็นแมลงที่สำคัญในสายใยอาหารของระบบนิเวศโดยเฉพาะในระยะตัวหนอน ซึ่งอาจถือได้ว่าตัวหนอนหึ่งห้อยเป็นผู้ล่าลำดับสูงสุดของระบบนิเวศได้ เนื่องจากตัวหนอนมักไม่ถูกล่ากินจากผู้ล่าอื่น ๆ เนื่องจากในร่างกายของหนอนหึ่งห้อยมีการสะสมสารพิษชื่อว่าลูซิบูฟาจิน (Lucibufagins) ที่ทำให้รสชาติของหึ่งห้อยไม่เป็นที่ชื่นชอบของผู้ล่า (Moosman, P. R. et al. 2009 : p. 1,019) โดยในระยะที่เป็นตัวหนอนจะกินหอยเล็ก ๆ เป็นอาหาร ซึ่งหอยเหล่านั้นเป็นพาหะนำโรคหลายชนิดมาสู่มนุษย์และสัตว์ เช่น โรคพยาธิใบไม้ในลำไส้ โรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ เป็นต้น นอกจากนั้น หึ่งห้อย ยังเป็นตัวห้ำ ทำลายหอยเชอร์รี่ ซึ่งเป็นศัตรูสำคัญทำลายต้นข้าว หึ่งห้อยจึงเป็นแมลงที่มีความสำคัญทั้งในด้านการแพทย์และการเกษตร (อัญชญา ทานเจริญ, 2552 : หน้า 25)

ภูมิอากาศ อุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ในอากาศ มีอิทธิพลโดยตรงต่อการอยู่รอดของหึ่งห้อย โดยเฉพาะอุณหภูมิมีผลต่อการอยู่รอดของไข่ การตายและความสามารถในการทนทานของตัวอ่อนที่ฟักออกจากไข่ รวมไปถึงการอยู่รอดในระยะดักแด้ ซึ่งในสภาวะที่มีความชื้นสัมพันธ์ต่ำหรือสภาวะแห้งแล้ง ไข่ของหึ่งห้อยจะแห้งและตาย ตัวหนอนหึ่งห้อยมีความไวต่อสภาวะแห้งแล้งที่มีความชื้นสัมพันธ์ต่ำในปริมาณ 45 % ตัวอ่อนจะตายจากการสูญเสียน้ำในเวลาอันสั้น

ฤดูกาลที่ต่างกัน ส่งผลต่อจำนวนหึ่งห้อยที่ต่างกันด้วย โดยที่หึ่งห้อยมีความชุกชุมมากที่สุดฤดูฝน และจะลดลงในฤดูหนาว และอาจหายไปฤดูร้อนจัดด้วย เนื่องจากฤดูกาลมีผลต่อปริมาณและจำนวนอาหารของหึ่งห้อย จึงส่งผลต่อการประชากรหึ่งห้อยได้ เช่น ในฤดูฝนที่มีความชุ่มชื้นสูงมีการเจริญเติบโตของพืชอาหารของหอยมากกว่าฤดูอื่น ทำให้มีจำนวนหอยหากมากตามไปด้วย ซึ่งจำนวนที่มากเพียงพอของหอยหากที่เป็นอาหารหลักของตัวหนอนหึ่งห้อยนี้ จะส่งผลต่ออัตราการอยู่รอดที่สูงขึ้นของตัวหนอนหึ่งห้อย จึงปรากฏว่ามีหึ่งห้อยตัวเต็มวัยชุกชุมมากที่สุดในช่วงปลายฤดูฝนได้ (สุทิสสา ลุ่มบุตร, 2551 : หน้า 57)

คุณภาพของแหล่งน้ำ ซึ่งมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของแหล่งน้ำจะส่งผลต่อการดำรงชีวิตได้ หิ้งห้อยหลายชนิดต้องอาศัยน้ำเป็นแหล่งวางไข่ และแหล่งอาศัยของระยะตัวหนอน ซึ่งในปัจจุบันคุณภาพของน้ำถูกปนเปื้อนด้วยสิ่งปฏิกูลและสารเคมี ทำให้เกิดเป็นปัญหามลพิษทางน้ำ ส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำและสิ่งมีชีวิตที่มีวัฏจักรชีวิตเกี่ยวข้องกับน้ำ รวมไปถึงหิ้งห้อยด้วย (ทัศนาวลัย อุฑารสกุล และศิวพันธ์ุ ชูอินทร์, 2553 : หน้า 14-20)

### การท่องเที่ยวชมหิ้งห้อย

กิจกรรมการท่องเที่ยวของประเทศไทยในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงรูปแบบการท่องเที่ยวไปสู่การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ทำให้เกิดแหล่งท่องเที่ยวเชิงแหล่งใหม่ขึ้นมาจำนวนมาก ซึ่งทุกแหล่งถูกจัดตั้งขึ้นมาในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของธรรมชาติสูง มีทรัพยากรทางชีวภาพที่มีความโดดเด่น ซึ่งถูกใช้เป็นเป้าหมายของการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในพื้นที่นั้น ๆ เช่น อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม ที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวชมหิ้งห้อยที่มีชื่อเสียงของประเทศไทย เป็นต้น สำหรับการท่องเที่ยวชมหิ้งห้อยในประเทศไทยเกิดขึ้นครั้งแรกที่ตำบลปลายโพรงพาง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม ในปี พ.ศ. 2547 (Thancharoen, 2012 : p. 143) หลังจากนั้นได้ทำให้เกิดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องเนื่องด้านอื่น ๆ ตามมา เช่น การฟื้นฟูตลาดน้ำอัมพวา การนั่งเรือหางยาวชมหิ้งห้อย การสร้างที่พักนักท่องเที่ยว ทั้งในรูปแบบโฮมสเตย์ รีสอร์ท และโรงแรม เป็นต้น ซึ่งธุรกิจที่เกี่ยวข้องเนื่องจากการท่องเที่ยวชมหิ้งห้อยนี้เกิดขึ้นมาอย่างขาดการควบคุมให้มีผลกระทบต่อประชากรหิ้งห้อยน้อยที่สุด ทั้งการปรับพื้นที่ให้สวยงามและสะดวกต่อการท่องเที่ยว รวมไปถึงมลภาวะจากกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ขยะมูลฝอย ของเสียที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ คราบน้ำมันและควันจากไอเสียของเรือ คลื่นกระทบฝั่งที่เกิดจากการสัญจรทางเรือ หรือแม้แต่เสียงดังของเรือหางยาวนำชมหิ้งห้อยในเวลากลางคืนที่เป็นสาเหตุของการตัดต้นไม้ที่เป็นพืชอาศัยของหิ้งห้อยของเจ้าของพื้นที่เนื่องจากความรำคาญ (อัญชญา ท่านเจริญ, 2552 : หน้า 43) จากตัวอย่างผลกระทบดังกล่าว ซึ่งเป็นปัญหาที่สืบเนื่องมาจากการท่องเที่ยวชมหิ้งห้อยที่ขาดการวางแผนอย่างยั่งยืน ทำให้เกิดปัญหาการลดลงของประชากรหิ้งห้อยในพื้นที่อย่างชัดเจน (Thancharoen, 2012 : หน้า 144) ดังนั้น หากพื้นที่ใดมีศักยภาพเพียงพอในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ โดยมีการชมหิ้งห้อยเป็นหนึ่งในกิจกรรมการท่องเที่ยว ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องควรร่วมกันหามาตรการที่เหมาะสม เพื่อให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศอย่างยั่งยืน สร้างรายได้ให้กับชุมชนในระยะยาวต่อไป



## ประโยชน์ของหึ่งห้อย

ในระบบนิเวศหนึ่งประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายโดยสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดก็มีบทบาทและหน้าที่ที่แตกต่างกันไป เช่น ทำหน้าที่เป็นผู้ล่า เป็นเหยื่อ หรือผู้ย่อยสลาย โดยบทบาทของหึ่งห้อยที่เป็นผู้ล่าในระยะตัวหนอนนั้นช่วยทำให้ระบบนิเวศมีความสมดุล (ปัทมา บุญทิพย์, 2557 : หน้า 17) นอกจากนี้หึ่งห้อยยังมีประโยชน์อีกหลายประการ ได้แก่ การกะพริบแสงของหึ่งห้อยในเวลากลางคืนทำให้เกิดความสวยงามตามธรรมชาติ จึงเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ได้ เช่น การล่องเรือชมหึ่งห้อยที่อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม (Thanchaen, 2012 : หน้า 143) หึ่งห้อยสามารถบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศและสภาพแวดล้อมได้ ในระยะตัวหนอนของหึ่งห้อยเป็นตัวห้ำที่กินหอยเป็นอาหาร ซึ่งหอยเป็นพาหะตัวกลาง (Intermediate host) ของพยาธิที่เป็นสาเหตุของโรคในมนุษย์ได้ โปรตีนลูซิเฟอรินในหึ่งห้อยเป็นโปรตีนเรืองแสง ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์และทางด้านพันธุวิศวกรรมได้ เช่น การตัดต่อยีนเรืองแสงของหึ่งห้อย ใส่เข้าไปในยีนของสิ่งมีชีวิตอื่นเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในโดยสังเกตจากแสงที่ผลิตขึ้น โดยไม่ต้องทำการผ่าตัด (อัญญา ทานเจริญ, 2552 : หน้า 25)

## ป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ

ป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 (ท่าสอน จันทบุรี) เป็นพื้นที่ที่มีรายงานการพบหึ่งห้อยอาศัยอยู่จำนวนมาก (นพรัตน์ พงศ์จันทร์, 2558 : หน้า 18) โดยสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 (ท่าสอน จันทบุรี) ตั้งอยู่ที่ หมู่ 7 บ้านท่าสอน ตำบลบ่อ อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่ประมาณ 2,000 ไร่ ห่างจากตัวเมืองจังหวัดจันทบุรีประมาณ 30 กิโลเมตร บนเส้นทางสายสุขุมวิท หมายเลข 3 (เส้นทางไปจังหวัดตราด) ทางเข้าสู่สถานีฯ อยู่บริเวณกิโลเมตรที่ 374-375 โดยในสถานีฯ มีเส้นทางเดินชมพรรณไม้และหึ่งห้อยตลอดถนนลาดยางที่มุ่งสู่ท่าเทียบเรือแม่น้ำเวฬุ มีระยะทางรวมประมาณ 4 กิโลเมตร (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552)

ปัจจุบันป่าชายเลนในบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 (ท่าสอน จันทบุรี) มีกิจกรรมที่ส่งเสริมการท่องเที่ยวและขยายตัวของเศรษฐกิจ เป็นทั้งสถานที่ท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เป็นศูนย์การเรียนรู้ นั่งเรือชมเหยี่ยวแดง ปั่นจักรยานเส้นทางลัดเลาะตามป่าชายเลน และมีแพร้านอาหารบริเวณสะพานท่าเทียบเรือ ทำให้มีการเดินทางเข้าสู่พื้นที่โดยใช้รถยนต์มากยิ่งขึ้น อาจมีการปรับพื้นที่เพื่อรองรับให้เพียงพอต่อจำนวนนักท่องเที่ยว เช่น อาจมีการติดตั้งไฟส่องสว่างในพื้นที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะรบกวนการกะพริบแสงของหึ่งห้อย ส่งผลต่อการหาคู่ผสมพันธุ์ได้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้อาจมีการขยายพื้นที่ถนน

โดยมีการถมดินไปถึงพื้นที่ริมฝั่งคลองทั้งสองด้าน ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นแหล่งอาศัยของตัวหนอนของ หิ่งห้อย ส่งผลต่อความชุกชุมของหิ่งห้อย ทำให้มีประชากรลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการ สูญพันธุ์ของประชากรหิ่งห้อยในพื้นที่ได้ในอนาคต

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมหมาย ชื่นราม และ อุ่น ลีวานิช (2539 : หน้า 44-52) ศึกษาวงจรชีวิตของหิ่งห้อย ใน พื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออก สามารถแบ่งชนิดของหิ่งห้อยตามแหล่งที่อยู่อาศัยออกได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ หิ่งห้อยที่อาศัยอยู่ในบริเวณแหล่งน้ำจืด หิ่งห้อยที่อาศัยอยู่ในบริเวณแหล่งน้ำกร่อย และหิ่งห้อยที่ อาศัยอยู่ในบริเวณป่าหรือหิ่งห้อยบก จากผลการศึกษาพบว่าหิ่งห้อยชนิดที่อาศัยอยู่ในบริเวณน้ำจืดมี พฤติกรรมการบินแบบบินในระดับต่ำ แต่ตัวกะพริบแสงไม่พร้อมกัน แต่หิ่งห้อยชนิดที่อาศัยอยู่ในแหล่ง น้ำกร่อยหรือบริเวณป่าชายเลน มักจะเกาะอยู่ตามใบของต้นไม้ป่าชายเลน และกะพริบแสงพร้อมกัน ส่วน หิ่งห้อยที่อาศัยอยู่ตามบริเวณป่า พบได้มากในสวนป่าที่มีคอนข้างรกและอยู่ห่างไกลแหล่งอาศัยของมนุษย์

Ohba & Sim (1994 : pp. 1-11) ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา พฤติกรรมและวงจรชีวิต ของหิ่งห้อยน้ำกร่อย *Pteroptyx valida* Olivier พบว่าวงจรชีวิตใช้เวลานาน 91-136 วัน อาหารของ ตัวอ่อนหิ่งห้อยชนิดนี้ได้แก่ หอย *Subulina octona* (Bruguere) และหอย *Syphaerassiminea brevicula* (Pfeiffer) หิ่งห้อยในธรรมชาติเป็นตัวช่วยกำจัดหอย ซึ่งหอยเป็นพาหะตัวกลางของพยาธิ หลายชนิด เช่น พยาธิใบไม้ในลำไส้ของคน และพยาธิซึ่งเป็นสาเหตุของโรคไข่มองอักเสบในคน นอกจากนี้ยังเป็นตัวบ่งชี้สภาพสิ่งแวดล้อม (bio indicator) โดยหิ่งห้อยจะอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีความ สะอาดและพื้นดินที่ไม่มีมลพิษจากสารเคมี

Thancharoen (2012 : หน้า 142-148) เสนอรูปแบบการจัดการการท่องเที่ยวชมหิ่งห้อยที่ เหมาะสม เพื่อการอนุรักษ์หิ่งห้อยในแหล่งท่องเที่ยวของอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม และอำเภอ ขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยอาศัยกิจกรรมการฝึกอบรมให้แก่ประชาชนในพื้นที่ เพื่อสร้างความ เข้าใจในชีวิตวิทยาของหิ่งห้อย และจะได้ นำความรู้ไปเผยแพร่แก่นักท่องเที่ยว ส่งผลต่อความตระหนักในการ พัฒนาวิธีการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนของทั้งผู้ประกอบการการท่องเที่ยวและนักท่องเที่ยวด้วย

Khoo, V. et al. (2012 : pp 162-173) สสำรวจประชากรหิ่งห้อยในแหล่งท่องเที่ยวชมหิ่งห้อย ของป่าชายเลนของกลุ่มน้ำเซลังงอ ประเทศมาเลเซีย ซึ่งประสบปัญหาการลดลงของจำนวนประชากร หิ่งห้อย เนื่องจากผลกระทบของมลพิษทางน้ำ และการบุกรุกทำลายถิ่นอาศัยของหิ่งห้อยด้วยการตัดไม้ ป่าชายเลนและการถมดินลงในแหล่งน้ำ ด้วยการประเมินประชากรจากภาพถ่าย เปรียบเทียบกับข้อมูล

ทางกายภาพ เช่น ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ คุณภาพอากาศ คุณภาพน้ำ และความเค็มของน้ำ พบว่าประชากรของหิ่งห้อยในช่วงที่เคยพบมากที่สุดในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคมลดลงไปอย่างมาก เนื่องมาจากการลดลงของปริมาณน้ำฝน หรืออาจเป็นผลกระทบจากการสูญเสียแหล่งวางไข่ของหิ่งห้อย

ทัศนาวลัย อุฑารสกุล (2553 : หน้า 1-89) ศึกษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ได้แก่ คุณภาพดินและคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการอนุรักษ์หิ่งห้อยในพื้นที่สวนผลไม้ อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม โดยทำการศึกษาในพื้นที่คลองที่ไหลผ่านสวนผลไม้จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ คลองท่าคา ในพื้นที่สวนมะพร้าว คลองบางแค ในพื้นที่สวนส้มโอ และคลองแควอ้อม ในพื้นที่สวนลิ้นจี่ ระหว่างเดือนมิถุนายน – สิงหาคม 2553 พบว่า ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำและดินตะกอนในสวนแต่ละประเภท โดยใช้สถิติ one-way ANOVA มีค่ากรด-ด่าง ออกซิเจนละลาย สารแคดเมียมทั้งในน้ำและในดินตะกอน สารตะกั่วทั้งในน้ำและดินตะกอน ความชื้นสัมพัทธ์ของดินตะกอนมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าความเค็มและอุณหภูมิของดินตะกอนมีความแตกต่างกัน โดยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพสิ่งแวดล้อมกับจำนวนหิ่งห้อยพบว่าค่าออกซิเจนละลายในคลองที่ไหลผ่านสวนมะพร้าว มีความสัมพันธ์กับปริมาณหิ่งห้อยสูงสุด คือ มีค่าความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันเท่ากับ 0.751 รองลงมาคืออุณหภูมิของดินตะกอนในคลองที่ไหลผ่านสวนมะพร้าวเช่นกัน ซึ่งมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลางคือค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.695 ส่วนปริมาณของสารแคดเมียมและสารตะกั่วในน้ำ มีความสัมพันธ์กับปริมาณหิ่งห้อยที่อาศัยอยู่ในคลองที่ไหลผ่านสวนผลไม้และสวนลิ้นจี่ในระดับปานกลาง

ผลการศึกษาปริมาณและการแพร่กระจายของประชากรหิ่งห้อยที่อาศัยในพื้นที่สวนผลไม้แต่ละประเภทและการทำแผนที่แสดงการกระจายตัวของหิ่งห้อยในพื้นที่สวนผลไม้ โดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โปรแกรม ArcGIS (Version 9.3) ผลการศึกษาพบว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่สวนผลไม้ที่ศึกษาในตำบลท่าคา ตำบลแควอ้อม และตำบลบางนางลี่มีการพบประชากรหิ่งห้อยในพื้นที่ และในพื้นที่สวนผลไม้ทั้ง 3 ประเภท มีหิ่งห้อยอาศัยในพื้นที่เป็นระยะเวลาานานกว่า 20 ปี แสดงให้เห็นว่าในอดีตอำเภออัมพวาเป็นถิ่นอาศัยของประชากรหิ่งห้อยโดยสามารถพบหิ่งห้อยได้ในทุกตำบลที่ศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากแผนที่การกระจายตัวของหิ่งห้อยจะพบประชากรหิ่งห้อยตามพื้นที่คลองที่ไหลผ่านสวนผลไม้มากที่สุดที่ระยะห่างจากคลอง 50 เมตร สวนผลไม้ที่มีการหายไปของหิ่งห้อยมากที่สุดในช่วงเวลามากกว่า 10 ปี คือ สวนส้มโอและสวนมะพร้าว ซึ่งประชากรหิ่งห้อยจะหายไปในบริเวณพื้นที่ที่ห่างจากถนนในระยะ 100 เมตร ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของประชากรหิ่งห้อยตามประเภทสวนผลไม้โดยใช้สถิติ one-way ANOVA สรุปได้ว่าประชากรหิ่งห้อยไม่มีความแตกต่างกันตามประเภทสวนผลไม้

การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อความมากมายของหิ่งห้อยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ของปีพามา บุญทิพย์ (2557 : หน้า 1-66) โดยสำรวจหิ่งห้อยตัวเต็มวัยบริเวณแหล่งน้ำในพื้นที่ป่า พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่อยู่อาศัยของมนุษย์ ในปี 2554 ถึงปี 2555 เก็บข้อมูลโดยการนับจำนวนประชากรหิ่งห้อยตามเส้นทางการสำรวจ นับการกะพริบแสงของตัวเต็มวัยพบหิ่งห้อย 2 ชนิด คือ *Luciola aquatilis* และ *L. substriata* จำนวนรวม 17,079 ตัว ซึ่งหิ่งห้อยทั้งสองชนิดนี้สามารถพบได้ทั่วไปในประเทศไทย การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อความมากมายของหิ่งห้อย ผลการศึกษาพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของอากาศไม่มีความสัมพันธ์ต่อจำนวนประชากรหิ่งห้อย

การศึกษาผลกระทบของคาบพระจันทร์ต่อพฤติกรรมการเปล่งแสงของหิ่งห้อยชนิด *Lampyris noctiluca* โดย Gunn & Gunn (2012 : pp 1-16) ศึกษาหิ่งห้อยตัวเต็มวัยและตัวหนอนในระหว่างปลายฤดูร้อนที่ประเทศอังกฤษ ผลการศึกษาพบว่าพฤติกรรมการเปล่งแสงของหิ่งห้อยระยะตัวหนอนได้รับผลกระทบโดยตรงจากคาบพระจันทร์อย่างชัดเจน กล่าวคือ จำนวนของตัวหนอนมีจำนวนลดลงในช่วงที่พระจันทร์เต็มดวง ในขณะที่หิ่งห้อยเพศเมียตัวเต็มวัยไม่ได้รับผลกระทบจากคาบพระจันทร์

การศึกษาความหลากหลายของหิ่งห้อยในรัฐซาบา ประเทศมาเลเซีย โดย Foo & Dawood (2015 : pp 1-11) พบว่าเมื่อเปรียบเทียบความชุกชุมของหิ่งห้อยระหว่างคืนเดือนมืดกับคืนพระจันทร์เต็มดวงแล้วไม่พบความแตกต่าง ซึ่งหิ่งห้อยที่พบในพื้นที่เป็นหิ่งห้อย สกุล *Pteroptyx* ทั้งหมด 4 ชนิด