บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการจัดการสิ่งแวดล้อมของสวนผลไม้เพื่อการอนุรักษ์หิ่งห้อยในอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

2.1 พื้นที่สวนผลไม้อำเภออัมพวา

ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ที่เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำและมีแม่น้ำลำคลองไหลผ่าน ทำให้พื้นที่ชุมชนอัมพวามีความอุดมสมบูรณ์ การตั้งถิ่นฐานในอดีตมักอิงอยู่กับแม่น้ำลำคลอง เพราะต้องอาศัยสายน้ำในการดำรงชีวิตทั้งการอุปโภค บริโภค และการสัญจร นอกจากนั้นในส่วนการประกอบอาชีพและกิจกรรมทางสังคมก็มีความสัมพันธ์กับน้ำด้วย

เนื่องจากชุมชนอัมพวาเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดิน ที่เป็นปัจจัยสำคัญในการทำสวนผลไม้ ประชาชนในพื้นที่ชุมชนอัมพวาส่วนใหญ่จึงประกอบอาชีพเกษตรกรรม ร้อยละ 80 ซึ่ง ได้แก่ การทำสวนมะพร้าว สวนลิ้นจี่ และสวนส้มโอ โดยพื้นที่เพาะปลูกของจังหวัดประมาณ 73,096ไร่ (สำนักงานเกษตรอำเภออัมพวา, 2551) ในเขตอำเภอบางคนที จะมีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุด รองลงมาคืออำเภออัมพวา และอำเภอเมือง พืชที่สำคัญได้แก่ มะพร้าว ส้มโอ ลิ้นจี่ และข้าว

2.1.1 ตำบลท่าคา

ตำบลท่าคา ประวัติมาจากตลาดน้ำท่าคา แต่เดิมเรียกว่าตลาดนัดท่าคา ซึ่งทำการค้าขายอยู่ที่ทำนบท่าคา หมู่ที่ 5 ตำบลท่าคา โดยพ่อค้าแม่ค้าชาวท่าคาและตำบลใกล้เคียงซึ่งอยู่ในอำเภออัมพวาและอำเภอบางคนที และบางส่วนจะมาจากทางราชบุรี จะพายเรือนำสินค้าทางการเกษตรมายังทำนบท่าคา และฝั่งอำเภอเมืองก็จะ นำสินค้าจำพวกอาหารทะเลมาซื้อขายแลกเปลี่ยนกันบนทำนบท่าคา ชาวตำบลท่าคามีวิถีชีวิตการค้าขายทางเรือ แต่เดิมจะเป็นการทำอาชีพ ปลูกสวน ยาจืด ปลูกหอมกระเทียม ปลูกผักกาดหอม เป็นต้น แต่เนื่องจากเมื่อถึงฤดูน้ำหลากทำให้เกิดน้ำท่วมบ่อย จึงทำให้ผันเปลี่ยนมา เป็นการปลูกมะพร้าวแบบยกร่องแทน ชาวท่าคามีวิถีชีวิตความเป็นอยู่อย่างธรรมชาติในพื้นที่อันร่มรื่น มีลำคลองร่องน้ำเป็นจำนวนมากไหลผ่าน มีน้ำขึ้น น้ำลง วันละ 2 ครั้ง ตามการขึ้นลงของน้ำทะเล (องค์การบริหารส่วนตำบลท่าคา, 2553)

ตำบลท่าคาเป็นพื้นที่ที่มีการทำสวนมะพร้าวอยู่จำนวนมากและมีคลองท่าคาที่ใช้เป็นเส้นทางการค้าขายและการท่องเที่ยวชมหิ่งห้อยโดยการล่องเรือพาย ตำบลท่าคามีพื้นที่ในการปลูกมะพร้าวทั้งหมด 4,881ไร่ แบ่งเป็นมะพร้าวผล 2,219ไร่ และมะพร้าวตาล 2,672ไร่ โดยมีจำนวนครัวเรือนผู้ปลูกมะพร้าว 665 ครัวเรือน ซึ่งมะพร้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของตำบล มะพร้าวให้ผลผลิตมากในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง สิงหาคมของ ซึ่งมากกว่าช่วงอื่นๆ ร้อยละ40-50 จากนั้นจะให้ผลผลิตน้อยลงในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม (เกษตรอำเภออัมพวา, 2551)

2.1.1.1 เนื้อที่ ตำบลท่าคามีเนื้อที่ประมาณ 9 กิโลเมตร หรือ 5,631ไร่

2.1.1.2 ภูมิประเทศ พื้นที่ทางกายภาพเป็นที่ราบลุ่ม มีลำคลองไหลผ่านหลายสาย เช่น คลองท่าคา คลองศาลา และคลองวัดมณีสรรค์ เป็นต้น

ทิศเหนือ ติดกับตำบลจอมปลวก ตำบลดอนมโนรา

ทิศใต้ ติดกับตำบลบางช้าง

ทิศตะวันออก ติดกับตำบลคลองเขิน ตำบลนางตะเคียน

ทิศตะวันตก ติดกับตำบลบางกระบือ

2.1.1.3 จำนวนหมู่บ้าน มี 12 หมู่บ้าน อยู่ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบล เต็มหมู่บ้าน 12 หมู่บ้าน โดยแยกพื้นที่การปกครองออกเป็น 12 หมู่บ้าน ดังนี้

หมู่บ้านที่1 บ้านคลองมะขวิด

หมู่บ้านที่2 บ้านคลองศาลา

หมู่บ้านที่3 บ้านคลองบ้านใต้

หมู่บ้านที่4 บ้านคลองวัดมณีสรรค์

หมู่บ้านที่5 บ้านคลองท่าคา

หมู่บ้านที่6 บ้านคลองผู้ใหญ่ป๋อ

หมู่บ้านที่7 บ้านคลองพลับ

หมู่บ้านที่8 บ้านคลองตรง

หมู่บ้านที่9 บ้านปลายคลองตรง

หมู่บ้านที่10 บ้านคลองบางกึ่ง

หมู่บ้านที่11 บ้านคลองสวนทุ่ง

หมู่บ้านที่12 บ้านคลองขุดเจ๊ก

2.1.1.4 ประชากร ประชากรทั้งสิ้น 5,493 คน แยกเป็นชาย 2,713 คน หญิง 2,780 คน มีความหนาแน่นเฉลี่ย 610 คน/ตารางกิโลเมตร (ข้อมูล ณ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 กรมการปกครองกระทรวงมหาดไทย)

2.1.1.5 อาชีพ ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม เช่น สวนมะพร้าว ทำน้ำตาลมะพร้าวและรับจ้างทั่วไป

2.1.1.6 ทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ สภาพดินมีความอุดมสมบูรณ์ดี มีลำคลองหลายสาย ทำให้มีน้ำไหลผ่านทั่วทั้งพื้นที่

2.1.1.7 จุดเด่นของพื้นที่ ตำบลท่าคามีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่ม มีลำคลองมากมาย วิถีชีวิตของประชาชนจึงผูกพันกับลำน้ำ มีการนำสินค้าหรือผลผลิตทางการเกษตร ใส่เรือพายและนำมาแลกเปลี่ยนหรือซื้อขายกันโดยสืบทอดกันมาไม่ต่ำกว่า 100 ปี มีความเหมาะสมที่จะส่งเสริมให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ คือ ตลาดน้ำท่าคา และเนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสวนมะพร้าว ประชาชนจึงมีความสามารถด้านศิลปะ หัตถกรรมและงานฝีมือประดิษฐ์ต่างๆ เช่น การประดิษฐ์ การแปรรูป การทำหมวก เครื่องใช้ครัวเรือน จากก้านมะพร้าวและกะลามะพร้าว

2.1.2 ตำบลบางนางลี่

ตำบลบางนางลี่ เป็นพื้นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำลำคลองกระจายทั่วพื้นที่ เหมาะสมแก่การเกษตร เนื่องจากมีความชุ่มชื้น ซึ่งคลองที่ไหลผ่านตำบลบางนางลี่คือคลองบางแคมีความสำคัญเป็นคลองที่ใช้ในการคมนาคม ท่องเที่ยวชมหิ่งห้อย และสักการะสิ่งศักดิ์สิทธิ ตำบลบางนางลี่มีพื้นที่ประมาณ 3,550ไร่ เป็นพื้นที่เพาะปลูก 3,052ไร่ ส่วนใหญ่จะปลูกลิ้นจี่และส้มโอ ส้มโอเป็นผลไม้ที่ให้ผลผลิตทั้งปี ปลูกแล้วประมาณ 3-5ปีจะเริ่มให้ผลผลิต การเก็บส้มโอแบ่งเป็นสองช่วง ช่วงเบาบางมกราคมถึงกรกฎาคม ช่วงหนาแน่น สิงหาคมถึงธันวาคม (เกษตรอำเภออัมพวา, 2551)

ตำบลบางนางลี่ อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม มีเนื้อประมาณ 5.58 ตร.กม.หรือประมาณ 3,488 ไร่ สภาพเป็น พื้นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำลำคลองกระจายทั่วพื้นที่ ทำให้เหมาะสม แก่การเกษตร เนื่องจากมีความชุ่มชื้นอยู่เสมอ ได้รับอิทธิพล จากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ อากาศเย็นสบายดี ฤดูหนาวไม่หนาวจัด ส่วนในฤดูร้อนก็ไม่ร้อนจนเกินไป ประกอบด้วย 5 หมู่บ้าน 805 หลังคาเรือน ประชากรรวม 3,712 คน เป็นชาย 1,806 คน หญิง 1,906 คน ประชาชนส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ ประกอบอาชีพอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก ได้แก่ ทำสวนมะพร้าว ส้มโอ กล้วย ลิ้นจี่ เป็นต้น และรับจ้างทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม โรงมะพร้าว โรงทำน้ำตาลปีบ

2.1.2.1 อาณาเขตตำบล

ทิศเหนือ	ติดกับ ตำบลบางแค
ทิศใต้	ติดกับ ตำบลสวนหลวง
ทิศตะวันออก	ติดกับ ตำบลบางแค, ตำบลสวนหลวง
ทิศตะวันตก	ติดกับ ตำบลปลายโพงพาง

2.1.3 ตำบลแควอ้อม

ตำบลแควอ้อม มีพื้นที่ทางกายภาพเป็นที่ราบลุ่มพื้นดินอุดมสมบูรณ์เหมาะกับการทำเกษตรกรรมเกือบทุกชนิด มีแน่น้ำแม่กลองไหลผ่านและ มีคลองแควอ้อมเป็นแหล่งน้ำเพื่อทำการเกษตร และเป็นทางคมนาคมทางน้ำ ตำบลแควอ้อมเคยถูกใช้เป็นเส้นทางสัญจรของเรือค้าขายจากต่างประเทศระหว่างปากแม่น้ำแม่กลองและเมืองคูบัว (จังหวัดราชบุรี) ซึ่งเป็นเมืองท่าที่สำคัญในสมัยทวาราวดี บริเวณสองฝั่งริมน้ำมีการตั้งถิ่นฐานเป็นชุมชนมาแต่อดีต เคยมีศูนย์กลางการค้าขายดั้งเดิมที่เป็นตลาดน้ำ เป็นเส้นทางที่พระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย รัชกาลที่ 2 และพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 เสด็จประพาสต้น (องค์การบริหารส่วนตำบลท่าคา, 2553)

ตำบลแควอ้อมเป็นพื้นที่ทำสวนผลไม้ผสม หรือสวนผสมมีพื้นที่สวน 3,087 ไร่แบ่งเป็นสวนมะพร้าวผล 591ไร่ สวนลิ้นจี่ 1,199ไร่ และสวนส้มโอ 1,297ไร่ นอกจากจะเป็นพื้นที่ทำสวนผลไม้ผสมแล้วตำบลแควอ้อมยังเป็นแหล่งท่องเที่ยวล่องเรือชมหิ่งห้อยที่สำคัญอีกด้วย (ข้อมูลการเกษตรในปี 2551)

2.1.3.1 ที่มาของตำบลแควอ้อมและชุมชน เรียกตามพื้นที่ในตำบลซึ่งอยู่ติดลำน้ำแควอ้อม เป็นชื่อตำบลแควอ้อม เดิมที่ตำบลแควอ้อม ประกอบด้วยหมู่บ้าน 5 หมู่บ้าน ในปัจจุบันคือ

หมู่บ้านที่ 1 บ้านปลายคลองอ้อม
หมู่บ้านที่ 2 บ้านคลองอ้อม
หมู่บ้านที่ 3 บ้านปากคลองอ้อม
หมู่บ้านที่ 4 บ้านคลองเชิงกราน
หมู่บ้านที่ 5 บ้านบางเกาะ

และสมัยนั้นหมู่บ้านหมู่ที่ 6 หมู่ที่ 7 และหมู่ที่ 8 ในปัจจุบัน เดิมคือตำบลปากน้ำซึ่งประกอบด้วยหมู่บ้าน ดังนี้

หมู่บ้านปากน้ำ (ซึ่งปัจจุบันคือหมู่ที่ 6)
หมู่บ้านบ้านบางแคใหญ่ (ปัจจุบันคือหมู่ที่ 7)
หมู่บ้านบ้านคลองบางแค (ปัจจุบันคือหมู่ที่ 8)

2.1.3.2 ภูมิประเทศ ตำบลแควอ้อม มีสภาพทางกายภาพเป็นทีราบลุ่มพื้นดินอุดมสมบูรณ์ เหมาะกับการทำเกษตรกรรมเกือบทุกชนิด มีแม่น้ำแม่กลองไหลผ่าน และมีคลองแควอ้อมเป็นแหล่งน้ำเพื่อทำการเกษตร และเป็นทางคมนาคมทางน้ำ ซึ่งในปัจจุบันการคมนาคมทางบก ได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้น มีการตัดถนนลาดยางและถนนลูกรังเข้าไปในหมู่บ้านมากขึ้น

2.1.3.3 ที่ตั้ง ห่างจากอำเภออัมพวา ประมาณ 5.5กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อ ดังนี้

ทิศเหนือ ติดกับคลองแควอ้อม และติดกับอำเภอบางคนที

ทิศใต้ ติดกับตำบลบางแค

ทิศตะวันตก ติดกับตำบลเหมืองใหม่

ทิศตะวันออก ติดกับแม่น้ำแม่กลอง และติดกับตำบลสวนหลวง

2.1.3.4 เนื้อที่ ตำบลแควอ้อมมีเนื้อที่ โดยประมาณ 2,068ไร่ (ประมาณ 3.5002 ตารางกิโลเมตร)

2.1.3.5 หมู่บ้าน ในตำบลแควอ้อม ประกอบด้วยหมู่บ้าน 8 หมู่บ้าน มีรายละเอียดดังนี้

หมู่ที่ 1 ชื่อหมู่บ้าน บ้านปลายคลองอ้อม

หมู่ที่ 2 ชื่อหมู่บ้าน บ้านคลองอ้อม

หมู่ที่ 3 ชื่อหมู่บ้าน บ้านปากคลองอ้อม

หมู่ที่ 4 ชื่อหมู่บ้าน บ้านคลองบางเชิงกราน

หมู่ที่ 5 ชื่อหมู่บ้าน บ้านบางเกาะ

หมู่ที่ 6 ชื่อหมู่บ้าน บ้านบางแคใหญ่

หมู่ที่ 7 ชื่อหมู่บ้าน บ้านคลองบางแค

2.1.3.6 ประชากร มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 2,363 คน แยกเป็นชาย 1,142 คน แยกเป็นหญิง 1,221 คน

2.1.3.7 ชีวิตความเป็นอยู่ วิถีชีวิตชุมชนอยู่กันแบบเรียบง่ายถ้อยที่ถ้อยอาศัยและมีการรวมกลุ่มจัดทำผลิตภัณฑ์ “หนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์” แหล่งท่องเที่ยวเพื่อเสริมรายได้ให้กับชุมชน เช่น ท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์และท่องเที่ยวเชิงเกษตร

วีระ เทพกรณ์ (2552) ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงอาชีพการเกษตรกับหิ่งห้อย โดยสรุปช่วงเวลามีการเปลี่ยนแปลงเกษตรในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา

ช่วงแรก ก่อนปีพ.ศ. 2530 การประกอบอาชีพจะพึ่งพาอาศัยความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ สภาพภูมิอากาศ และสภาพสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยหลัก ปลูกพืชตามฤดูกาล ใช้ปุ๋ยจากธรรมชาติ เลี้ยงสัตว์ตามทุ่งนา ในแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งในยุคนี้ อาชีพการเกษตรจะพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก สภาพริมสองฝั่งคลองอุดมด้วยป่าชายน้ำ ป่าชายคลอง มีปริมาณหิ่งห้อยมากมาย

ช่วงที่ 2 ระหว่างพ.ศ. 2531 – 2545 การประกอบอาชีพของเกษตรกร เปลี่ยนแปลงไปตามนโยบายการเร่งผลผลิต โดยให้เกษตรกรใช้เทคโนโลยีและสารเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิต แทนการอาศัยธรรมชาติสิ่งแวดล้อมเช่นในอดีต ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ก่อให้เกิดโรงงาน มีการปนเปื้อนของสารเคมีเพื่อการเกษตร และทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศและทรัพยากรธรรมชาติ ถูกเทคโนโลยีและสารเคมีทำลายจนยากที่จะฟื้นฟูให้ดีดังเดิม ทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกทำลาย เช่น ป่าชายเลน ป่าชายคลองถูกทำลายและถูกทิ้งร้างในปริมาณมากขึ้น ดินมีการปนเปื้อนสารเคมีจนเกิดความเสื่อมโทรม น้ำเสีย ปริมาณหิ่งห้อยลดน้อยลง และอาจจะไม่มีหิ่งห้อยให้เห็นหากไม่มีการฟื้นฟูธรรมชาติสิ่งแวดล้อมให้กลับคืนมา

ช่วงที่ 3 พ.ศ. 2546 เป็นต้นมา เกษตรกรมีการเปลี่ยแปลงวิถีการทำเกษตร โดยมีจิตสำนึกที่ลดละ เลิกการใช้เทคโนโลยีและสารเคมีที่เป็นภัยต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ มีการใช้ปุ๋ยธรรมชาติจากสมุนไพรหรือสารชีวภาพ การรณรงค์ปลูกพืชปลอดสารพิษ การเลี้ยงสัตว์ด้วยวิธีธรรมชาติแทนการเลี่ยงและเร่งการเจริญเติบโตด้วยยาหรือสารเคมีต่างๆ นับว่าเป็นยุคแห่งการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกษตรกรสามารถประกอบอาชีพได้อย่างยั่งยืน และสามารถลดต้นทุนในการประกอบการ เสริมสร้างคุณภาพชีวิตให้อยู่ดีมีสุข และหิ่งห้อยจะกลับมามีปริมาณเพิ่มมากขึ้น

2.2 หิ่งห้อย

หิ่งห้อย นับว่าเป็นแมลงที่มีคุณลักษณะพิเศษ คือสามารถบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์และสมดุลของธรรมชาติได้ โดยเฉพาะมีคุณสมบัติที่สามารถใช้เป็น “ตัวห้ำ” (ศูนย์บริหารศัตรูพืช จังหวัดชลบุรี, 2553) ในการควบคุมศัตรูพืชตามหลักการทางชีวภาพ เป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่การเกษตรกรรม ซึ่งเป็นวิถีชีวิตหลักของคนไทยในกรุงเทพฯนี้ ในอดีตบริเวณปากคลองบางลำพู เคยมีหิ่งห้อยเป็นจำนวนมาก แต่ก็หมดไปเมื่อวิถีชีวิตของผู้คนแถบนั้นเปลี่ยนไป เมื่อ พ.ศ.2542 กรมศิลปากรร่วมกับกรุงเทพมหานครได้บูรณะป้อมพระสุเมรุและบริเวณจัดสร้างเป็นสวนสาธารณะสันติชัยปราการ และสร้างพระที่นั่งสันติชัยปราการ เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวและเปิดให้ประชาชนและนักท่องเที่ยวเข้าพักผ่อนหย่อนใจน้อมเกล้าฯ ถวายเป็นพระราชกุศล ได้มีการปลูกต้นลำพู และเลี้ยงหิ่งห้อย เพื่ออนุรักษ์และขยายพันธุ์ เป็นการฟื้นฟูวิถีชีวิตบางลำพูในอดีตด้วย

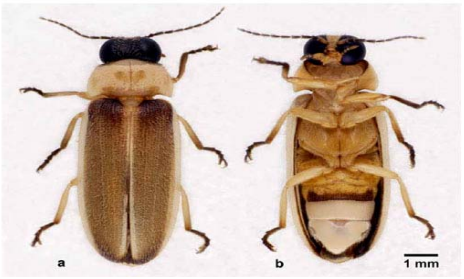
2.2.1 ชีวิตหิ่งห้อย

หิ่งห้อยมีชื่อเรียกแตกต่างกันตามท้องถิ่น เช่นแมงแสง แมงคาเรือง แมงทิ้งถ่วง และแมงหิ่งห้อย เป็นต้น หิ่งห้อยจัดเป็นแมลงจำพวกด้วงที่ลำตัวอ่อนและปีกอ่อนหิ่งห้อย (Lightening

Bug) ชนิดนี้ คือแมลงที่ผลิตแสงได้ (Light-producing insects) อันเป็นแสงชีวภาพ (Bioluminescence) ซึ่งหิ่งห้อยชนิดนี้คือ ด้วงปีกอ่อนตระกูล Lampyridae อันดับ Coleopteran ชื่อสามัญภาษาอังกฤษคือ Firefly ซึ่งมีลักษณะตรงตามกายภาพของเจ้าหิ่งห้อยชนิดนี้ หรือ (Lightning Bug) ตามชื่อท้องถิ่นคนอเมริกัน เอกลักษณ์ที่โดดเด่นของสัตว์ในไฟลัมนี้คือลำตัวไม่มีกระดูก หิ่งห้อยถูกจัดอยู่ในชั้น Insect ซึ่งเป็นชั้นที่ประกอบด้วยแมลงทุกชนิด คือมีขา เขาและหายใจอากาศ ลำตัวแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ หัว อก และท้อง ตัวผู้จะมีแสงที่ปล้องของลำตัวตอนปลาย 2 ปล้อง คือปล้องที่ห้าและหก ตัวเมียจะมีแสงที่ปล้องที่หกเพียงปล้องเดียว แสงที่กระพริบเป็นเสมือนสัญญาณในการหาคู่ แสงของหิ่งห้อยเกิดจากปฏิกริยาทางเคมีของสารที่ชื่อว่า Luciferin ซึ่งอยู่ในอวัยวะผลิตแสง ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในหลอดลม แสงของหิ่งห้อยที่เราเห็นมีความสว่างตั้งแต่ 1/50 ถึง 1/400 แรงเทียน แสงที่เกิดจากหิ่งห้อยเป็นแสงที่ไม่มีความร้อน เราเรียกแสงที่เกิดขึ้น โดยปราศจากความร้อนว่า แสงนวล (Luminescence)

2.2.2 ลักษณะทั่วไปของหิ่งห้อย

หิ่งห้อยมีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ความยาวประมาณ 5-20มิลลิเมตร ลำตัวสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง หิ่งห้อยมีปีก 2 คู่ โดยปีกบน (Fore wing) มีลักษณะอ่อนแต่หนาและมีขนปกคลุม ซึ่งต่างจากด้วงปีกแข็งอื่น ส่วนปีกล่าง (Hinge wing) บางและพับเก็บไว้ใต้ปีกบน ใช้ในการบิน สำหรับลักษณะพิเศษซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของหิ่งห้อย คือ อวัยวะผลิตแสง ที่อยู่บริเวณปล้องสุดท้ายของลำตัว (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 ลักษณะทั่วไปของหิ่งห้อย

แหล่งที่มา: อัญชนา ท่านเจริญ (2550)

2.2.3 การกำเนิดแสงของหิ่งห้อย

หิ่งห้อยจะกระพริบแสงเวลากลางคืน แม้เราจะจับหิ่งห้อยขังไว้ในที่มืด หากไม่ถึงเวลาหิ่งห้อยก็จะไม่กระพริบแสง โดยปกติหิ่งห้อยส่องแสงในเวลาโพล้เพล้ และมีรูปแบบการกระพริบแสงถึง

200 แบบ หิ่งห้อยมีอวัยวะทำแสงอยู่ที่ปล้องปลายท้องซึ่งมีอยู่ 2 ปล้องในเพศผู้ และ 1 ปล้องในเพศเมีย ตัวอ่อนหิ่งห้อยเป็นตัวหนอนที่มีอวัยวะทำแสงอยู่ที่ปลายท้อง ไข่ของหิ่งห้อยบางชนิดมีแสง แสงของหิ่งห้อยเกิดจากขบวนการทางเคมี โดยในปล้องแสงของหิ่งห้อยมีสารลูซิเฟอริน (Luciferin) รวมทั้งได้รับพลังงาน เอทีพี (ATP: Adenosine Triphosphate) ซึ่งเป็นโปรตีนให้พลังงานในเซลล์ ทำให้เกิดแสงที่เรามองเห็นได้ในเวลากลางคืนแสงของหิ่งห้อยที่เราเห็นมีความสว่างตั้งแต่ 1/50 ถึง 1/400 แรงเทียน แสงที่เกิดจากหิ่งห้อยเป็นแสงที่ไม่มีความร้อน เราเรียกแสงที่เกิดขึ้น โดยปราศจากความร้อนว่า แสงนวล (Luminescence)

หิ่งห้อยกระพริบแสงเพื่อเป็นสื่อให้คู่ของมันมาผสมพันธุ์ การกระพริบแสงของหิ่งห้อยมีอยู่ 2 แบบ คือ กระพริบแสงพร้อมกันและไม่พร้อมกัน จังหวะการกระพริบแสงของหิ่งห้อยสามารถบอกถึงความแตกต่างของหิ่งห้อยแต่ละชนิดได้ หิ่งห้อยทำแสงทั้งช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน หิ่งห้อยจะกระพริบแสงเวลากลางคืนทุก ๆ 24 ชั่วโมง เป็นประจำ แม้เราจะจับหิ่งห้อยขังไว้ในที่มืด หากไม่ถึงเวลาหิ่งห้อยก็จะไม่กระพริบแสง โดยปกติหิ่งห้อยส่องแสงในเวลาโพล้เพล้ และมีรูปแบบการกระพริบแสงถึง 200 แบบ หิ่งห้อยกระพริบแสงเพื่อเป็นสื่อให้คู่ของมันมาผสมพันธุ์ การกระพริบแสงของหิ่งห้อยมีอยู่ 2 แบบ คือ กระพริบแสงพร้อมกันและไม่พร้อมกัน จังหวะการกระพริบแสงของหิ่งห้อยสามารถบอกถึงความแตกต่างของหิ่งห้อยแต่ละชนิดได้ หิ่งห้อยทำแสงทั้งช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน อวัยวะที่ทำให้เกิดแสงของหิ่งห้อย อยู่ด้านใต้ของปล้องท้อง สองปล้องสุดท้ายในตัวผู้ และ สามปล้องสุดท้ายในตัวเมีย ภายในปล้องมีเซลล์ขนาดใหญ่เรียกว่า โฟโตไรด์ (photocytes) อยู่จำนวน 7000-8000 เซลล์เรียงกันอยู่เป็นกลุ่มรูปทรงกระบอก หลายกลุ่มภายใต้ผนังลำไส้ใส เซลล์โฟโตไซต์จะเป็นที่ทำให้เกิดแสง มีท่ออากาศและเส้นประสาท เข้าไปหล่อเลี้ยงจำนวนมาก ถัดเข้าไป ภายในเป็นชั้นของผลึกพวกสาร ยูเรต ขนาดเล็กละเอียด ทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนแสง การให้กำเนิดแสงเป็นผลจากปฏิกิริยาชีวเคมีภายในเซลล์ มีการผลิตแสงโดยการไม่ใช้พลังงานความร้อน ภายใต้การควบคุมของ เอ็นไซม์ มีผลสำคัญคือ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารในเซลล์ และการหมุนเวียนพลังงาน เอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องคือ ลูซิเฟอรัส จะทำปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงสาร ลูซิเฟอริน ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยา ที่ต้องการออกซิเจนไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบปฏิกิริยาการเผาไหม้ภายในเซลล์

ในปี พ.ศ.2211 Robert Boyle ได้พบว่า ถ้าไม่มีออกซิเจน การกะพริบแสงของหิ่งห้อยก็ไม่มี ในปี 2430 นักสรีรวิทยาชาวฝรั่งเศสชื่อ Raphael Dubois ได้ทดลองนำหอยเรืองแสง Pholas dactyles มาสับให้ละเอียดแล้วเอาน้ำเย็นราด หลังการทดลองเขาได้พบว่า น้ำจะเรืองแสง แต่ถ้าเอาน้ำร้อนราด น้ำร้อนไม่เรืองแสง Dubois จึงอธิบายว่า การเรืองแสงเกิดจากโปรตีน luciferase ที่มีในสัตว์เรืองแสงทุกชนิด (Lucifer คือเทพแห่งแสงของชาวโรมัน) และน้ำเย็นไม่ทำลาย luciferase ในขณะที่น้ำร้อนทำลาย ณ วันนี้ นักชีวเคมีรู้ดีว่า ปรากฏการณ์เรืองแสงต้องการโปรตีน luciferase เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ระหว่าง luciferin กับ oxygen การจับคู่ของหิ่งห้อยหิ่งห้อยที่พบได้บ่อยๆ มักจะกะพริบแสงสีเหลืองเขียว เหลืองฟ้า หรือแดงส้ม และหากเข้าไปสังเกตใกล้ๆ ต้นลำพูจะพบว่าตัวที่บินไปมาตามพุ่มไม้เป็นหิ่งห้อยหนุ่ม ส่วนหิ่งห้อยสาวๆ มักจะเกาะนิ่งๆ อยู่ตามกิ่งไม้ใบไม้ พฤติกรรมดังกล่าวสื่อถึงรูปแบบการสืบพันธุ์ของสัตว์เรืองแสงชนิดนี้ เนื่องจากหิ่งห้อยใช้การกะพริบแสงสื่อสารกับเพศตรงข้าม เป็นการประกาศตัวแบบอ้อมๆ ว่าหิ่งห้อยตัวนี้พร้อมแล้วที่จะมีการสืบพันธุ์และเป็นการบอกพิกัดตำแหน่งที่อยู่ หิ่งห้อยตัวผู้จะเป็นฝ่ายเริ่มกะพริบแสงก่อน เมื่อตัวเมียเห็นลีลาการกะพริบหรือจะเรียกว่าความถี่ในการส่งสัญญาณแล้วเกิดถูกอกถูกใจก็จะส่งสัญญาณตอบกลับไปยังตัวผู้รู้ จากนั้นตัวผู้ก็จะบินมาหาตัวเมียเพื่อเข้าสู่กระบวนการสืบพันธุ์ในที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าการกะพริบแสงของหิ่งห้อยแต่ละชนิดนั้นมีความแตกต่างกัน ทั้งกะพริบช้าเร็ว แสงที่กะพริบอาจเปลี่ยนสีได้ตามสถานที่ที่มันอยู่ และหิ่งห้อยตัวเมียบางตัวยังมีพฤติกรรมกินหิ่งห้อยด้วยกัน โดยมันจะกะพริบแสงล่อให้ตัวผู้บินเข้ามาหา

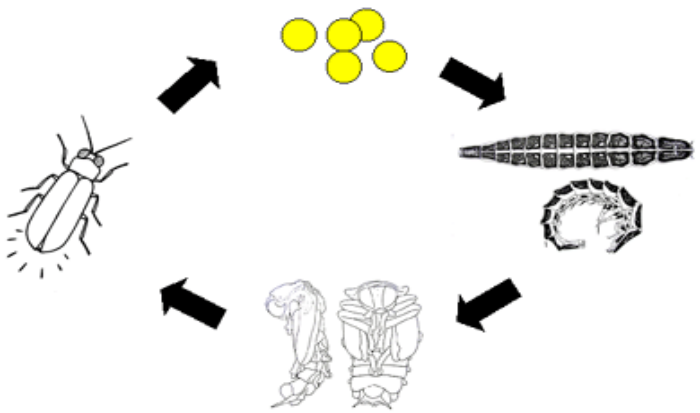
2.2.4 วงจรชีวิตของหิ่งห้อย

2.2.4.1 ระยะไข่ใช้เวลาประมาณ1-4 สัปดาห์โดยทั่วไปไข่ของหิ่งห้อยจะมีสีเหลืองลักษณะกลมรี วางไข่เป็นกลุ่ม 5 – 130 ฟองแล้วแต่ชนิด (ภาพที่ 2.2)

2.2.4.2 ระยะตัวอ่อน มีลักษณะคล้ายตัวหนอน ใช้เวลา 6-12 เดือน นับเป็นช่วงชีวิตที่นานที่สุดจะอาศัยอยู่ใต้น้ำกินหอยเป็นอาหารจนเมื่อเข้าสู่ตัวหนอนระยะสุดท้ายจะคลานขึ้นบกเพื่อเข้าสู่ระยะดักแด้ใต้พื้นดิน

2.2.4.3 ระยะดักแด้ ใช้เวลา1-2สัปดาห์ฝังตัวใต้ดินเพื่อพักผ่อนและงอกปีกเมื่อปีกสมบูรณ์หิ่งห้อยก็จะออกจากที่ซ่อนเป็นหิ่งห้อยเต็มตัว

2.2.4.4 ระยะตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่เป็นเวลา1เดือนหิ่งห้อยที่โตเต็มที่จะไม่กินอาหารนอกจากน้ำค้างบนใบหญ้าใบไม้



ภาพที่ 2.2 วงจรชีวิตของหิ่งห้อย

แหล่งที่มา: อัญชนา ท่านเจริญ (2550)

2.2.5 **พฤติกรรมของหิ่งห้อย**

หิ่งห้อยตัวเต็มวัยไม่กินอาหาร เพียงแต่กินน้ำหรือน้ำค้างที่เกาะอยู่ตามใบไม้ ส่วนตัวหนอนเป็นตัวห้ำ ส่วนใหญ่กินหอยเป็นอาหาร หอยที่เป็นอาหารหิ่งห้อยมีหลายชนิดที่เป็นพาหะของพยาธิต่างๆ เช่น พยาธิใบไม้ในเลือดหรือพยาธิใบไม้ในตับของคนและสัตว์ จึงเป็นการกำจัดไม่ให้พยาธิแพร่ระบาดได้หิ่งห้อยเมื่อผสมพันธุ์แล้ววางไข่เป็นฟองเดี่ยวหรือเป็นกลุ่มตามใบพืชหรือน้ำหรือตามดินที่ชื้นแฉะ ไข่ฟักออกเป็นตัวหนอน จึงเข้าสู่ดักแด้แล้วออกมาเป็นตัวเต็มวัย วงจรชีวิตของหิ่งห้อยใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 3-12 เดือนแล้วแต่ชนิดในเวลากลางวันหิ่งห้อยหลบซ่อนตัวอยู่ตามพงหญ้าหรือวัชพืชในที่ชื้อแฉะ หรือหลบตามกาบไม้ซอกไม้ต่างๆ ในเวลากลางคืนจึงบินออกมาจับคู่ผสมพันธุ์และวางไข่ ตัวหนอนหิ่งห้อยมีแหล่งอาศัยแตกต่างกันไปตามชนิด ส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณที่ชุ่มชื้นและสะอาด ไม่มีมลพิษจากสิ่งแวดล้อม เช่น ตามทุ่งนาและบ่อน้ำตามชนบท บางชนิดอยู่ตามดินในป่าและตามป่าชายเลน ต้นไม้ที่หิ่งห้อยชอบเกาะกระพริบแสง ส่วนใหญ่เป็นต้นไม้ที่มีใบโปร่ง ในธรรมชาติพบเกาะอยู่ตามต้นลำพู ต้นแสม ต้นโกงกาง ต้นโพทะเล และต้นทิ้งถ่อน รวมทั้งต้นไม้ที่อยู่ตามริมน้ำต่างๆ

2.2.6 **ความสัมพันธ์ต่อระบบนิเวศของหิ่งห้อย**

หิ่งห้อย นับว่าเป็นแมลงที่มีคุณลักษณะพิเศษ คือสามารถบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์และสมดุลยของธรรมชาติได้ โดยเฉพาะมีคุณสมบัติที่สามารถควบคุมศัตรูพืชตามหลักการทางชีวภาพเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่การเกษตรกรรม ซึ่งเป็นวิถีชีวิตหลักของคนไทยหิ่งห้อยนี้ในระยะที่เป็นตัวหนอนจะกินหอยเล็กๆ เป็นอาหาร ซึ่งหอยเหล่านั้นเป็นพาหะนำโรคหลายชนิดมาสู่มนุษย์และสัตว์ เช่น โรคพยาธิใบไม้ในลำไส้โรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ เป็นต้น นอกจากนั้น หิ่งห้อย ยังเป็นตัวห้ำ ทำลายหอยเชอรี่ ซึ่งเป็นศัตรูสำคัญกัดกินทำลายต้นข้าวในระยะลงกล้าและระยะปักดำใหม่ๆ หิ่งห้อยจึงเป็นแมลงที่มีความสำคัญทั้งในด้านการแพทย์และการเกษตร

2.2.7 **ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมในการดำรงชีวิตของหิ่งห้อย**

2.2.7.1 ชนิดและโครงสร้างของพืชที่เกาะอาศัย หิ่งห้อยไม่มีความจำเพาะต่อชนิดพืชที่เกาะอาศัย โดยขึ้นอยู่กับโครงสร้างของพืช ทั้งความสูง ความหนาแน่นของใบ ที่กำบังและร่มเงา เป็นต้น พืชในประเทศไทยที่พบหิ่งห้อยเกาะอาศัย ได้แก่ ลำพู โกงกางใบเล็ก ปอทะเล มะกอกน้ำ แคทะเล เป็นต้น

2.2.7.2 ศัตรูทางธรรมชาติ ระยะไข่หิ่งห้อยมีราเป็นปรสิต ระยะตัวอ่อน มีไรและพยาธิตัวกลมเป็นปรสิตและผู้ล่าที่สำคัญได้แก่ นก ด้วงเสือแมงมุม กิ้งก่า ตุ๊กแก จิ้งจก กบ หนู เป็นต้น ซึ่งสัตว์หลายชนิดเมื่อกินหิ่งห้อยเข้าไปแล้วจะตาย เนื่องจากได้รับสารลูซิบิวฟากินส์ แต่นกและหนูสามารถเรียนรู้ด้วยประสบการณ์หรือสัญชาติญาณว่า ตัวอ่อนหิ่งห้อยไม่ใช่อาหารที่ดีและมันจะไม่กินอีก ส่วนระยะตัวเต็มวัย หิ่งห้อยเป็นอาหารของ กบ คางคก และเม่น

2.2.7.3 ภูมิอากาศ อุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ในอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อความชุกชุมและการอยู่รอดของหิ่งห้อย โดยเฉพาะอุณหภูมิจะมีผลต่อการอยู่รอดของไข่ การตายและความสามารถในการทนทานของตัวอ่อนที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ รวมไปถึงการอยู่รอดในระยะดักแด้ ซึ่งในสภาพที่อุณหภูมิสูงจะทำให้หิ่งห้อยมีกระบวนการเมตาบอลิซึมสูงมาก หิ่งห้อยสามารถดำรงชีวิตต่อไปแต่จะไม่เจริญเติบโต และในสภาพที่มีความชื้นสัมพันธ์ต่ำหรือสภาวะแห้งแล้ง ไข่ของหิ่งห้อยจะตายก่อนที่จะฟักเป็นตัว ซึ่งตัวอ่อนหิ่งห้อยมีความไวต่อสภาวะแห้งแล้งที่มีความชื้นสัมพันธ์ต่ำในปริมาณ 45 % ตัวอ่อนจะตายจากการสูญเสียน้ำในเวลาไม่กี่ชั่วโมง อย่างไรก็ตามปริมาณความชื้นในบรรยากาศจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน นอกจากนี้ความเร็วลมยังมีผลต่อการปรากฏตัวของหิ่งห้อยในเวลากลางคืน คือในคืนที่ลมแรงหิ่งห้อยจะไม่ค่อยออกมาปรากฏตัว

2.2.7.4 ฤดูกาล ฤดูกาลต่างๆจะมีจำนวนหิ่งห้อยแตกต่างกัน โดยที่หิ่งห้อยมีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุดในฤดูฝน และจะลดลงในฤดูหนาว ซึ่งฤดูกาลมีผลต่อปริมาณและจำนวนอาหารของหิ่งห้อยจึงส่งผลโดยส่งต่อการเริ่มขึ้นหรือลดลงของประชากรหิ่งห้อย ดังนั้นความหนาแน่นของประชากรหิ่งห้อยจะลดลงในฤดูหนาว และเพิ่มขึ้นในฤดูฝนซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เนื่องจากมีความสมบูรณ์ของแหล่งอาหาร

2.2.7.5 แสงจากดวงจันทร์ จากการศึกษาพบว่าแสงจันทร์มีอิทธิพลต่อการปรากฏตัวของหิ่งห้อยแตกต่างกัน แสงจันทร์ในช่วงเวลาระหว่าง18.30-20.10 น. มีอิทธิพลต่อความชุกชมของหิ่งห้อย โดยที่มีหิ่งห้อยในคืนข้างขึ้นมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าในคืนข้างแรมอย่างมีนัยสำคัญ แต่ความสว่างของแสงจันทร์ในคืนข้างขึ้นและข้างแรมนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนแสงจากธรรมชาติอื่นๆ เช่น แสงดาว ซึ่งอาจจะชัดเจนในคืนข้างแรม และการปกคลุมของเมฆอาจเป็นปัจจัยหลักที่จะลดแสงจากดวงจันทร์ นอกจากนี้แสงจากอาคารบ้านเรือนและถนนยังมีผลต่อการดำรงชีวิตของหิ่งห้อย โดยที่แสงจะรบกวนการจับคู่ผสมพันธุ์ และส่งผลให้โอกาสการอยู่รอดของหิ่งห้อยรุ่นต่อไปลดลง

2.2.8 หิ่งห้อยในประเทศไทย

ดร.องุ่น ลิ่ววานิช นักกีฏวิทยา ผู้เชี่ยวชาญด้านผีเสื้อ อธิบายว่า ทั่วทั้งโลกมีหิ่งห้อยอยู่ประมาณ 2,000 ชนิด เฉพาะในเมืองไทยพบประมาณ 50 ชนิด จากการค้นคว้าวิจัย ทำให้ดร. องุ่นได้ค้นพบ หิ่งห้อยตัวที่เก่าแก่ที่สุดของประเทศไทย ซึ่งถูกเก็บรักษาไว้ที่ พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาประเทศอังกฤษ โดยมีคำอธิบายไว้ว่า เป็นหิ่งห้อยที่พลเรือเอกพระเจ้าบรมวงศ์เธอ กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ ทรงมอบให้ไว้ในปี ค.ศ. 1921 หรือ ราวปี พ.ศ. 2464 นอจากนี้ยังได้พบหลักฐานที่บันทึกถึงหิ่งห้อยในเมืองไทยที่เก่าแก่ที่สุด รัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช หรือเมื่อกว่า 300 ปีที่แล้วว่า

คณะราชทูตจากฝรั่งเศสที่เดินทางเข้ามาสยามในปี พ.ศ. 2228 ได้ล่องเรือมายังกรุงศรีอยุธยา ระหว่างทางก็พบกับหิ่งห้อยที่กำลังส่องแสงระยิบระยับ งดงามตระการตายิ่งนัก ต่อมาในราวปีพ.ศ. 2378 ขณะที่หมอบรัดเลย์ เดินทางเข้ามาในประเทศไทยเป็นครั้งแรก ระหว่างที่นั่งเรือมาในแม่น้ำเจ้าพระยา เมื่อมาถึงบริเวณ ปากลัด พระประแดง ในตอนค่ำก็พบหิ่งห้อยส่องแสงระยิบระยับเกาะพราวไปหมด

กรุงเทพฯ ในอดีตบริเวณปากคลองบางลำพู เคยมีหิ่งห้อยเป็นจำนวนมากแต่ก็หมดไป เมื่อวิถีชีวิตของผู้คนแถบนั้นเปลี่ยนไป เมื่อ พ.ศ. 2542 กรมศิลปากรร่วมกับกรุงเทพมหานครได้บูรณะป้อมพระสุเมรุและบริเวณจัดสร้างเป็นสวนสาธารณะสันติชัยปราการ และสร้างพระที่นั่งสันติชัยปราการเพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวและเปิดให้ประชาชนและนักท่องเที่ยวเข้าพักผ่อนหย่อนใจน้อมเกล้าฯ ถวายเป็นพระราชกุศล ได้มีการปลูกต้นลำพู และเลี้ยงหิ่งห้อย เพื่ออนุรักษ์และขยายพันธุ์ เป็นการฟื้นฟูวิถีชีวิตบางลำพูในอดีตด้วยในบันทึกของ H.M. Smith นักชีววิทยาชาวอเมริกัน ที่ได้มาเยือนประเทศไทยในปี 2478 เขาได้เขียนรายงานว่า ในยามโพล้เพล้ของวันในฤดูร้อน ขณะเรือของเขากำลังลอยอยู่ในคลอง ซึ่งริมฝั่งมีป่าต้นโกงกางขึ้นหนาแน่น เขาได้เห็นหิ่งห้อยจำนวนหมื่นโผบินมาเกาะที่ต้นโกงกาง ซึ่งสูงประมาณ 12 เมตร ในระยะแรกเขาได้สังเกตเห็นว่า หิ่งห้อยแต่ละตัวต่างกะพริบแสงในจังหวะที่เร็วช้าต่างกัน แต่เมื่อเวลาผ่านไปจังหวะการกะพริบแสงของหิ่งห้อยก็เริ่มพร้อมกันมากขึ้นๆ จนในที่สุดหิ่งห้อยทั้งฝูงก็กะพริบแสงพร้อมกันทุกตัว การแสดงคอนเสิร์ตแสงที่ปิดและเปิดเหมือนไฟต้นคริสต์มาส ที่ไม่มีผู้อำนวยเพลง

2.2.9 **ศูนย์เพาะพันธ์หิ่งห้อยในประเทศไทย**

หิ่งห้อยทั่วโลกนั้นคาดว่ามีอยู่ประมาณ 2,000 ชนิด แพร่กระจายอยู่ทั่วทุกทวีป แต่พบมากในบริเวณเขตร้อนชื้น ยกเว้นในเขตทะเลทรายซึ่งไม่พบว่ามีหิ่งห้อยอาศัยอยู่ สำหรับประเทศไทยการศึกษาเกี่ยวกับหิ่งห้อยยังมีอยู่น้อยมาก ทั้งที่หิ่งห้อยเป็นแมลงที่คนไทยทั่วไปรู้จักกันดี นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2472 เป็นครั้งแรกที่มีการจับหิ่งห้อยมาจำแนกชนิด โดยหิ่งห้อยตัวแรกที่พบและมีหลักฐานอยู่ในพิพิธภัณฑ์แมลง กองกีฏและสัตว์วิทยา กรมวิชาการเกษตร มีชื่อว่า *Luciola substriata* Gorham ซึ่งผู้วิจัยเป็นชาวอังกฤษที่เข้ามารับราชการในกระทรวงเกษตราธิการในสมัยนั้น ประเทศไทยยังไม่เคยมีการสำรวจอย่างจริงจังถึงความหลากหลายของชนิดพันธุ์และนิเวศวิทยาของหิ่งห้อย ในวันที่ 8 เมษายน พ.ศ. 2539 สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ เสด็จเปิด สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จ

พระนางเจ้าสิริกิติ์ อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ และมีพระราชเสาวนีย์ ความว่า “หิ่งห้อย เป็นแมลงชนิดหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของป่าและธรรมชาติ ให้สวนพฤกษศาสตร์ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของพรรณไม้ป่ากับหิ่งห้อยให้ทราบครบวงจรชีวิต” และสมเด็จฯ ทรงให้ทางสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์เป็นผู้ประสานงานรวบรวมผู้ เชี่ยวชาญสาขากีฏวิทยาในเมืองไทยจากหลายสถาบัน เพื่อดำเนินงานสำรวจและศึกษาวิจัยให้ได้ผลสนองตามพระราชประสงค์ภายใต้โครงการรวมที่ชื่อว่า “โครงการศึกษาความหลากหลายและนิเวศวิทยาของหิ่งห้อยในประเทศไทยในพระราชดำริ” ซึ่ง ผศ.ดร.ยุพา หาญบุญทรง จากภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นหนึ่งในคณะกรรมการของโครงการฯ และเป็นหัวหน้าโครงการ การศึกษาความหลากหลายและนิเวศวิทยาของหิ่งห้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในพระราชดำริ ซึ่งได้เริ่มศึกษาเรื่องหิ่งห้อยมาตั้งแต่เดือนมกราคม 2540 จนถึงปัจจุบัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของชนิด และแหล่งที่อยู่อาศัยของหิ่งห้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตลอดจนการศึกษาความสัมพันธ์ของหิ่งห้อยกับระบบนิเวศ รวมทั้งปัจจัยที่เอื้ออำนวยต่อการขยายพันธุ์ การเจริญเติบโต วงจรชีวิตของหิ่งห้อย เพื่อเป็นแนวทางในการเพาะเลี้ยงหิ่งห้อยสำหรับการขยายพันธุ์และการอนุรักษ์หิ่งห้อยต่อไป จากการสำรวจและรวบรวมชนิดของหิ่งห้อยจากพื้นที่ต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบหิ่งห้อยทั้งชนิดตัวเต็มวัยและหนอนจำนวน 21 ชนิด จาก 7 สกุล โดยสามารถจำแนกหิ่งห้อยตามแหล่งอาศัยออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มหิ่งห้อยที่อาศัยใกล้แหล่งน้ำ โดยมีวงจรชีวิตช่วงหนึ่งในระยะตัวหนอนอาศัยอยู่ในน้ำ มักพบในบริเวณแหล่งน้ำตามธรรมชาติที่ไม่ถูกรบกวน สภาพบริเวณร่มรื่น และอีกกลุ่มเป็นหิ่งห้อยชนิดที่อาศัยตามพื้นดินที่แห้ง มีใบไม้และต้นไม้ระดับล่างที่เป็นพุ่มเป็นจำนวนมาก

2.2.10 สาเหตุการลดลงของประชากรหิ่งห้อย

2.2.10.1 การทำลายถิ่นที่อยู่อาศัย

หลายพื้นที่แต่เดิมมีความอุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งที่อยู่ของหิ่งห้อยได้ถูกทำลายลง อันเนื่องมาจากการเจริญเติบโตและขยายตัวของเมือง มีการสร้างอาคารบ้านเรือนการตัดถนน และการขยายพื้นที่เกษตรกรรมไปยังบริเวณซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของหิ่งห้อย ทำให้พื้นที่เหล่านั้นถูกทำลาย และลดน้อยลง มีสภาพไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต และส่งผลให้หิ่งห้อยหมดไปจากพื้นที่

2.2.10.2 การเปลี่ยนแปลงถิ่นที่อยู่อาศัย

ถิ่นที่อยู่อาศัยของหิ่งห้อยมีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เช่น การไถพื้นที่เพื่อทำการเกษตรกรรม การตัดหรือเผาหญ้าซึ่งเมื่อกิจกรรมเหล่านี้หยุดลง หรือมีการเปลี่ยนแปลงในทางใดทางหนึ่ง จะส่งผลให้สมดุลของพื้นที่นั้นเปลี่ยนไป นำมาซึ่งการปรากฏของพืชพันธุ์ชนิดใหม่ ซึ่งหิ่งห้อยส่วนใหญ่มีความสามารถในการดำรงชีวิตอยู่ในบริเวณที่มีการผสมผสานกัน เช่น พื้นที่ซึ่งมีทั้งป่าหญ้า และป่าละเมาะ จึงเป็นการยากที่หิ่งห้อยจะสามารถอยู่รอดได้ในบริเวณที่ป่าทึบมีเรือนยอดของต้นไม้ยาวติดต่อกันเป็นผืนเดียว

2.2.10.3 การขาดความต่อเนื่องในถิ่นที่อยู่อาศัย

ปัจจุบันถิ่นที่อยู่อาศัยของหิ่งห้อยถูกทำลายหรือเสื่อมโทรมลง พื้นที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตขาดความต่อเนื่องมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้หิ่งห้อยมีการสูญพันธุ์ระดับท้องถิ่น หรือมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนขึ้นๆ ลงๆ เนื่องจากหิ่งห้อยมีความไวจากการขาดความต่อเนื่องของพื้นที่อย่างมาก ในกรณีที่เป็นหิ่งห้อยชนิดไม่มีปีกจะไม่สามารถบินไปหาพื้นที่ใหม่ที่เหมาะสมได้ จึงเป็นการยากที่จะอยู่รอดในรุ่นต่อๆ ไปได้

2.2.10.4 มลภาวะ

หิ่งห้อยระยะตัวอ่อนในฐานะที่เป็นผู้ล่า และผู้บริโภคลำดับท้ายๆ ของโซ่อาหาร ซึ่งมีความเสี่ยงในการดูดซึมสารประเภททางเคมีและสารพิษจากลำดับขั้นของการบริโภคได้มากที่สุด เมื่อมีการใช้สารปราบศัตรูพืชหรือสารปราบวัชพืชในการเกษตรกรรม อาจก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของสารประกอบหรือสารมลพิษในบรรยากาศ และล่องลอยไปยังบริเวณที่หิ่งห้อยอาศัย เมื่อถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำกับน้ำฝนไปยังดินแล้ว ความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้นและเมื่อผ่านขึ้นไปตามโซ่อาหารจากพืชไปยังหอย จากหอยไปยังหิ่งห้อย จะมีการเพิ่มขึ้นของสารพิษ ในแต่ละดับขั้นของการบริโภค หิ่งห้อยจึงมีโอกาสที่จะได้รับสารพิษในปริมาณมาก ประกอบกับหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อนมีบทบาทหลักในการสงวนและสะสมพลังงานเพื่อใช้ในระยะที่เป็นหิ่งห้อยตัวเต็มวัย มันจึงสร้างไขมันเก็บไว้ในร่างกายจำนวนมาก ซึ่งสารประกอบและสารพิษเหล่านี้จะถูกดูดซับได้ดีในไขมัน ซึ่งอาจจะมีปริมาณ

มากพอจะฆ่าหิ่งห้อยได้หรือทำให้ร่างกายของหิ่งห้อยอ่อนแอลง หรือส่งผลให้ความสามารถในการอยู่รอดของไข่ที่ออกมาลดลง

2.2.10.5 แสงสว่าง

พบว่าแสงที่สว่างเกินไปส่งผลต่อประสิทธิภาพในการมองเห็นคู่ของหิ่งห้อย โดยเฉพาะเพศผู้ที่ไวต่อแสงมากกว่าเพศเมียแสงสว่างจะลดโอกาสในการจับคู่และวัฏจักรชีวิตที่สมบูรณ์ของหิ่งห้อยลง และจากการศึกษาของBurtonพบว่าหิ่งห้อยเพศเมียที่อยู่ใกล้กับแสงจากถนนดึงดูดเพศผู้ได้น้อยกว่าหิ่งห้อยเพศเมียที่อยู่ไกลออกไปและต้องแสดงพฤติกรรมกระพริบแสงนานกว่า ด้วยดังนั้น แสงสว่างจากไฟอาคารบ้านเรือนและไฟจากถนน จึงมีส่วนในการลดโอกาสการสืบพันธุ์ ส่งผลให้ปริมาณหิ่งห้อยลดลง

2.2.10.6 การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

ในแต่ละช่วงของวัฏจักรชีวิตหิ่งห้อย ตั้งแต่การพัฒนาจากไข่ไปเป็นดักแด้นั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ซึ่งได้รับผลกระทบโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศโลก โดยเฉพาะอุณหภูมิในฤดูหนาวมีความสำคัญต่อการอยู่รอดของหิ่งห้อยมากที่สุด ตัวอ่อนหิ่งห้อย มักมีการตายในฤดูหนาวแรกของวัฏจักรชีวิต นอกจากนี้ภาวะโลกร้อนในปัจจุบันก็สามารถส่งผลต่อการอยู่รอดของหิ่งห้อยได้เช่นกัน การศึกษาของ Schwalb พบว่าตัวอ่อนหิ่งห้อยที่เก็บไว้ในตู้เย็นซึ่งมีอุณหภูมิ -3ถึง 5องศาเซลเซียส มีโอกาสที่จะอยู่รอดมากกว่าพวกที่อยู่ในอุณหภูมิห้อง เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจะเร่งกระบวนการ เมตาบอลิซึม ซึ่งหิ่งห้อยอาจจะมีชีวิตอยู่รอดแต่ไม่เจริญเติบโต สำหรับสภาพอากาศที่ร้อนชื้นและฝนตกหนักจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อหิ่งห้อย ซึ่งเป็นช่วงวิกฤตของวัฏจักรชีวิตหิ่งห้อย กล่าวคือ จะมีไข่จำนวนมากที่ไม่ได้รับการปฏิสนธิ เนื่องจากหิ่งห้อยตัวผู้ไม่สามารถบินไปถึงตัวเมียได้ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศยังมีอิทธิพลต่อหิ่งห้อย ในด้านของการเปลี่ยนแปลงถิ่นที่อยู่อาศัย เช่นการเปลี่ยนแปลงสมดุลของป่าละเมาะไปเป็นป่าทึบ หรือส่งผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งอาหาร

2.2.11 ประโยชน์ของหิ่งห้อย

2.2.11.1 ด้านการแพทย์

มีการนำกลไกการเรืองแสง ไปใช้ศึกษากระบวนการพื้นฐานหลายๆอย่างภายในเซลล์ รวมไปถึงการนำมาประยุกต์ใช้ในการรักษาโรคมะเร็งผิงหนัง มะเร็งลำคอ และมะเร็งกระเพาะอาหารโดยทดลองแทรกยีนเรืองแสงของหิ่งห้อยไปในเซลล์มะเร็ง เพื่อให้เซลล์มะเร็งสามารถผลิตเอนไซม์ลูซิเฟอเรสที่ใช้ในกระบวนการผลิตแสง และใส่สารเคมีที่ทำให้เซลล์ไวต่อแสง ซึ่งในเซลล์ปกติสารนี้จะถูกสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว แต่ในเซลล์มะเร็งสารนี้จะคงสภาพอยู่นาน เมื่อใส่สารตั้งต้นของกระบวนการผลิตแสงหรือลูซิเฟอริน เซลล์มะเร็งจะเรืองแสงและถูกฆ่าด้วยแสงเลเซอร์ ซึ่งการรักษาด้วยวิธีนี้ไม่มีผลข้างเคียงเหมือนการรักษาแบบใช้ยาในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยดังกล่าวยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากสามารถฆ่าเซลล์มะเร็งในห้องทดลองได้ แต่ยังไม่สามารถนำมาใช้ในมนุษย์ จึงต้องทำการศึกษาต่อไป นอกจากนี้หิ่งห้อยในระยะที่เป็นตัวอ่อนจะกินหอยเล็กๆ เป็นอาหาร ซึ่งหอยเหล่านั้นหลายชนิดเป็นพาหะนำโลกมาสู่คนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น โรคพยาธิใบไม้ในลำไส้ โรคพยาธิใบไม้ในตับ โรคพยาธิใบไม้ในเลือด โรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ เป็นต้น หิ่งห้อยจึงสามารถช่วยลดการระบาดของโรคนั้นๆได้

2.2.11.2 ด้านการเกษตร

สามารถใช้หิ่งห้อยเป็นตัวควบคุมโดยชีววิธีเพื่อลดจำนวนของหอยบางชนิดซึ่งเป็นศัตรูทำลายพืชผลทางการเกษตร เช่น ควบคุมการระบาดของหอยเชอรี่ในไร่นาเป็นต้น

2.2.11.3 ด้านการศึกษาวิจัย

โดยเฉพาะทางด้านชีววิทยาและพันธุศาสตร์ ยีนที่ผลิตแสงของหิ่งห้อยสามารถดึงดูดยีนตัวอื่นให้เกิดแสง เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้เวลาและตำแหน่งซึ่งยีนตัวนั้นทำงานในพืชและสัตว์ ซึ่งสามารถนำไปศึกษาวิจัยด้านอื่นๆต่อไป

2.2.11.4 ด้านสิ่งแวดล้อม

หิ่งห้อยสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมได้ เนื่องจากหิ่งห้อยมักอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีแหล่งน้ำสะอาด ไม่มีการปนเปื้อนของสิ่งปฏิกูลและสารเคมี ทั้งยังปราศจากมลภาวะทางเสียงและแสง ดังนั้นหากพบหิ่งห้อยอาศัยอยู่ในบริเวณใดก็ตามสามารถบ่งชี้ได้ว่าบริเวณนั้นมีความสมบูรณ์ ปราศจากมลภาวะต่างๆ

2.3 **คุณภาพน้ำ**

น้ำเป็นสารประกอบอนินทรีย์ที่มีปริมาณมากที่สุดในโลกเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ส่วนที่เป็นผืนดิน น้ำบริสุทธิ์ทั่วไปจะไม่มีสี กลิ่น รส แต่เป็นตัวทำละลายที่ดี น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการดำรงชีวิต มนุษย์ใช้น้ำเพื่อเป็นประโยชน์ในหลายๆ ด้าน โดยอาศัยคุณสมบัติเฉพาะตัวของน้ำเป็นหลัก เมื่อน้ำได้ถูกใช้คุณสมบัติของน้ำย่อมเปลี่ยนแปลงไปจึงส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

2.3.1 **คุณลักษณะของน้ำ**

เป็นตัวที่บ่งบอกถึงปริมาณสิ่งที่เจือปนในน้ำได้เป็นอย่างดี สิ่งเจือปนในน้ำจะมีองค์ประกอบทั้งด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพ ปริมาณที่มากน้อยต่างกันไป สามารถอธิบายดังนี้

(1) ด้านกายภาพ หมายถึงลักษณะของน้ำที่สามารถมองเห็นและสัมผัสได้ด้วยอวัยวะทางร่างกายของสิ่งมีชีวิต เช่น สี ความขุ่น อุณหภูมิ การนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งทั้งหมด และกลิ่น

(2) ด้านเคมี หมายถึงน้ำที่มีการปนเปื้อนของธาตุหรือสารประกอบที่มีคุณสมบัติทางเคมีต่างๆ การจำแนกองค์ประกอบทางเคมีของสิ่งที่เจือปนมากับน้ำต้องอาศัยกระบวนการแยกหรือวิธีการแยกทางเคมี เช่น โลหะหนัก วัตถุมีพิษ ธาตุอาหารจำพวก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลไฟต์และก๊าซ

(3) ด้านชีวภาพ หมายถึงน้ำมีสิ่งปนเปื้อนด้วยสิ่งมีชีวิต เช่น แบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส พยาธิ สัตว์เซลล์เดียว สำหรับแหล่งน้ำโดยทั่วไปมักจะพบปริมาณแบคทีเรียที่อยู่ในรูปของโคลิฟอร์ม

2.3.2 **แหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำ**

แหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำจะเกิดขึ้นหลายด้านโดยทั่วไปแล้วจะเกิดขึ้นจากกิจกรรมมนุษย์ เช่น การชำระล้างร่างกาย การประกอบอาหาร การขับถ่ายของเสีย การล้างวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรม การล้างเครื่องจักร เป็นต้น ซึ่งโดยสรุปแล้วมีด้วยกัน 3 แหล่งใหญ่ ดังนี้

(1) แหล่งชุมชน ได้แก่ น้ำทิ้งจากอาคาร บ้านเรือน ร้านอาหาร ตลาด โรงแรมโรงมหรสพ โรงพยาล เป็นต้นสิ่งสกปรกที่ปะปนมากับน้ำเสียประเภทนี้ส่วนมากเป็นสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร สบู่ ผงซักฟอก อุจจาระ ปัสสาวะเป็นต้น

(2) แหล่งโรงงาน โรงงานส่วนใหญ่มักใช้น้ำในส่วนต่างๆของกระบวนการผลิต และผลสุดท้ายน้ำเหล่านี้จะเป็นน้ำเสียการแบ่งประเภทน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตามผลเสียที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมสามารถแบ่งได้ดังนี้ ประเภทที่ทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลง, มีสารพิษปะปน, ทำลายทัศนียภาพของแหล่งน้ำ, ทำให้รสและกลิ่นของน้ำเปลี่ยนไป, มีสารอนินทรีย์ที่เป็นของแข็งละลายอยู่, ปล่อยสารกัมมันตภาพรังสี, ปล่อยสารกัดกร่อนและปล่อยเชื้อโรคลงสู่แหล่งน้ำ

(3) แหล่งเกษตรกรรม ส่วนใหญ่เกิดจากการใช้น้ำเพื่อเป็นประโยชน์ในการผลิตพืชผลต่างๆ ได้แก่ การใช้สารพ่น หรือฆ่าแมลง วัชพืช การใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อปรับปรุงสภาพดิน เป็นต้นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะมีสิ่งเจือปะประเภทแร่ธาตุต่างๆ และสารปราบศัตรูพืช ซึ่งจะมีผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมในบริเวณนั้น

2.3.4 โลหะหนัก

โลหะหนัก หมายถึง ธาตุที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ 5 เท่าขึ้นไป ซึ่งเป็นธาตุในตารางที่มี atomic number ในช่วง 23 – 92 อยู่ในคาบที่ 4 – 7 ของตารางธาตุมีสถานะเป็นของแข็ง (ยกเว้นปรอทในสภาวะปกติ) คุณสมบัติทางกายภาพของโลหะหนักคือ นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี มีความมันวาว เหนียว สามารถนำมาตีเป็นแผ่นบางๆได้ และสะท้อนแสงได้ดี ส่วนคุณสมบัติทางด้านเคมีที่สำคัญของโลหะหนัก คือ มีค่าออกซิเดชันได้หลายค่า ดังนั้นโลหะหนักจึงสามารถที่จะรวมตัวกับสารอื่นๆ เป็นสารประกอบเชิงซ้อน ได้หลายรูปที่เสถียรกว่าโลหะหนักอิสระ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อรวมตัวกับสารประกอบอินทรีย์ซึ่งสามารถที่จะถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิตได้ โดยผ่านไปตามห่วงโซ่อาหาร

โลหะหนักหลายชนิดมีคุณสมบัติอันตรายร้ายแรง เมื่อเข้าไปสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจมีผลทำให้สิ่งมีชีวิตพิการหรือตายได้ (พรรณราย สิทธิวงษ์,2543)

2.3.4.1 แหล่งที่มาของโลหะหนัก

มาจากแหล่งของสารมลพิษสู่ดินมีได้หลายแหล่ง คือ จากสารเคมีในการเกษตร โรงถลุงแร่ ของเหลือใช้จากชุมชน แหล่งปนเปื้อนเหล่านี้ทำให้เกิดการสะสมของโลหะหนักได้ดีในดิน ซึ่งจะเห็นได้ว่าแหล่งที่มาของสารปนเปื้อนที่สำคัญและมองเห็นได้ชัด นอกจากโรงถลุงแร่แล้วก็ยังมาจากโรงงานอุตสาหกรรม ของเหลือใช้จากโรงงาน และไอเสียรถยนต์ ตัวอย่างเช่น ในเมืองใหญ่ๆที่มีการจราจรคับคั่ง เช่น เมืองโอซากา นครโตเกียว จะมีการฟุ้งกระจายของตะกั่วและแคดเมียมในปริมาณที่สูง โลหะหนักเหล่านี้เมื่อตกลงสู่พื้นดินจะเกิดการสะสมในดินเป็นจำนวนมาก ได้แก่

(1) แหล่งที่อยู่กับที่ เช่น โรงงานต่างๆ ที่มีกระบวนการผลิตเกี่ยวข้องกับโลหะหนักจะปลดปล่อยโลหะหนักออกสู่สภาวะแวดล้อมเสมอ เช่น โรงงานแบตเตอรี่ โรงงานถลุงโลหะ โรงงานผลิตสี ปริมาณที่ปลดปล่อยออกมาขึ้นอยู่กับชนิดของกระบวนการผลิตและขั้นตอนการผลิตของโรงงานนั้นๆ แต่แหล่งที่อยู่กับที่นี้จะก่อให้เกิดปัญหาเฉพาะบริเวณใกล้เคียงเท่านั้น

(2) แหล่งที่เคลื่อนที่ เป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะและได้รับความสนใจค้นคว้าอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในย่านเขตชุมชนที่มีการจราจรหนาแน่นเพราะโลหะหนักที่ก่อให้เกิดปัญหามาก คือ ตะกั่วและแคดเมียม ซึ่งเป็นผลจากการเติมตะกั่วเพื่อป้องกันการน๊อตของเครื่องยนต์ในน้ำมันส่วนแคดเมียมจะถูกปลดปล่อยจากน้ำมันเครื่องยนต์

(3) การเกษตร โดยการนำเอาสารเคมีต่างๆ มาใช้เพิ่มผลผลิตทั้งในรูปของปุ๋ยซึ่งเป็นผลทางตรงและยาปราบศัตรูพืชต่างๆ ซึ่งมีผลในทางป้องกันการสูญเสียผลผลิต ดังนั้นการเกษตรจึงเป็นแหล่งที่ส่งเสริมให้มีผลตกค้างของโลหะหนักได้อีกทางหนึ่ง

(4) แหล่งอื่นๆ แหล่งที่มีการนำเอาโลหะหนักไปใช้ ประโยชน์ด้านต่างๆ เช่น สีทาบ้าน ผงซักฟอกจะมีตะกั่วและแคดเมียมปะปน เป็นต้น แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความมากน้อยในการใช้ประโยชน์ และความประมาทของผู้ใช้

2.3.4.2 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และความเป็นพิษของโลหะหนัก

(1) แคดเมียม คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมี แคดเมียมเป็นโลหะอ่อนสีเงิน อยู่ในหมู่ 2B ของตารางธาตุ มีเลขอะตอม 48 น้ำหนักอะตอม 112.4 แคดเมียมเป็นโลหะที่มีคุณสมบัติเบา อ่อนดัดงอง่าย และทนต่อการกัดกร่อน จุดหลอมเหลว 320.9 องศาเซลเซียส จุดเดือด 769 องศาเซลเซียส ค่าความถ่วงจำเพาะ 8.65 แคดเมียมมีเลขออกซิเดชันเพียงค่าเดียว คือ +2 ละลายได้ในกรดไนตริกและสารละลายแอมโมเนียมไนเตรท ความดันไอของแคดเมียม มีค่า 1.4 mm ที่ 400 องศา และที่ 16 mm ที่ 500 องศา ดังนั้นในกระบวนการที่ใช้ความร้อนสูง เช่น การอบแร่ การบัดกรี การหลอมเศษเหล็ก และการเผาของเสีย จะทำให้มีไอของแคดเมียมออกมาได้ในระหว่างกระบวนการ และไอของแคดเมียมในอากาศจะถูกออกซิไดซ์อย่างรวดเร็วไปเป็น cadmium oxide แคดเมียมเป็นธาตุที่ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ดีใน nitric acid และละลายได้ใน hydrochloric acid อย่างช้าๆ แคดเมียมจะละลายได้ในกรดอ่อน จากคุณสมบัติข้อนี้ แคดเมียมจึงเป็นอันตรายต่อคนแบบเฉียบพลันเมื่อกินเข้าไป

การนำแคดเมียมมาใช้ประโยชน์ได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยแคดเมียมถูกใช้ประโยชน์ในหลายๆด้าน เช่น ชุบโลหะด้วยไฟฟ้าเพื่อป้องกันสนิม อุตสาหกรรมรถยนต์ ผสมสีผง ยาง แบตเตอรี่ ใช้ในการกำจัดเชื้อรา ใช้ทำเซลล์สุริยะ ใช้ในทางการแพทย์ ทันตแพทย์ ทำโลหะผสม เช่น แคดเมียม – ทองแดง จะมีความคงทนต่อแรงกระทบและทนต่ออุณหภูมิสูง โลหะผสมแคดเมียม – นิกเกิล ใช้ในการทำแบตเตอรี่ที่สามารถประจุไฟฟ้าใหม่ได้ โลหะผสมแคดเมียม – เงิน ใช้ผสมเพื่อไม่ให้เงินด่างเมื่อสัมผัสกับซัลไฟด์ นอกจากนี้ยังมีการผสมแคดเมียมลงในน้ำมันดีเซล ทำให้สามารถพบแคดเมียมในฝุ่นละอองและดินบริเวณข้างถนนในปริมาณมาก

การแพร่กระจายของแคดเมียมในสิ่งแวดล้อมเนื่องจากแคดเมียมในธรรมชาติมีน้อย ดังนั้นแคดเมียมที่เจือปนอยู่ในสิ่งแวดล้อมจึงมักเป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ เช่น การทำเหมืองสังกะสี ตะกั่ว และทองแดง การเผาไหม้ของเสียที่เป็นพลาสติกและยาง ของเสียที่ออกมาจากโรงงานชุบโลหะ เป็นต้น

(2) ตะกั่ว คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมี ตะกั่วเป็นโลหะสีเงินปนเทา อยู่ในหมู่ที่ 4A ของตารางธาตุ มีเลขอะตอม 207.19 ค่าความถ่วงจำเพาะ 11.35 จุดหลอมเหลว 327.4 องศาเซลเซียส จุดเดือด 1725 องศาเซลเซียส ตะกั่วหลอมเหลวได้ง่ายสามารถทำให้อ่อนและดัดให้มี

รูปร่างลักษณะต่างๆ ได้ตามต้องการ จึงไม่เหมาะสมกับการใช้งานที่ต้องรับน้ำหนักมากๆ ตะกั่วหลอมเหลวได้ง่าย มีความสามารถในการนำไฟฟ้าที่ไม่ดี กลายเป็นไอได้ดีที่อุณหภูมิสูงๆ ละลายได้ในกรดไนตริกเจือจาง แต่ละลายอย่างช้าๆ ในน้ำที่เป็นกรดอย่างอ่อน ตะกั่วมีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า ได้แก่ +1 , +2 ,+4

การนำตะกั่วมาใช้ประโยชน์นั้น ได้แก่ ใช้ในการบัดกรี เชื่อมโลหะ ทำขั้วไฟฟ้า ลูกปืนแบตเตอรี่ สายเคเบิล ฟิวส์ เซรามิค ยากำจัดศัตรูพืช หล่อตัวพิมพ์ หมึกพิมพ์ อุตสาหกรรมแก้ว เป็นฉากป้องกันอันตรายจากการทะลุทะลวงของกัมมันตรังสี และใช้สำหรับเป็นตัวควบคุมระดับความดังของเสียงจากเครื่องจักรกลและเครื่องบินเจทได้เนื่องจากตะกั่วมีความหนาแน่นสูง นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนผสมในสีทาบ้าน และเติมลงในน้ำมันเบนซินเพื่อเพิ่มค่าออกเทนช่วยลดการกระตุกของเครื่องยนต์ ตะกั่วในดินบริเวณเมืองใหญ่ๆ จะพบมากกว่าในดินชนบทที่อยู่ห่างไกลความเจริญ ส่วนที่ขั้วโลกใต้ที่ใช้เป็นค่ามาตรฐานนั้นจะมีปริมาณตะกั่ว 10 – 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การแพร่กระจายของตะกั่วในสิ่งแวดล้อม กิจกรรมที่มีการนำตะกั่วมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันนับว่าเป็นสาเหตุสำคัญยิ่งที่ทำให้การแพร่กระจายของตะกั่วสู่สิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ไปว่าจะเป็นการแพร่กระจายไปตามอากาศ แหล่งน้ำ พื้นดิน หรือในเนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิตก็ตาม จึงได้มีการศึกษาสำรวจกันอยู่เสมอถึงปริมาณของตะกั่วที่สะสมอยู่ตามสิ่งแวดล้อมต่างๆ (ชูจิตต์ สงวนทรัพยากร,2544) การปนเปื้อนของตะกั่วสู่สิ่งแวดล้อมนั้นเกิดได้ทั้งสาเหตุจากธรรมชาติ เช่น ภูเขาไฟระเบิด และเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น จากการถลุงแร่จากควัน จากน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และจากไอเสียรถยนต์

พิษของตะกั่วต่อสัตว์น้ำโดยเฉพาะปลานั้น จะทำให้การเจริญเติบโตลดลง โดยตะกั่วจะจับตัวกับเมือกและสะสมบริเวณเหงือกของปลาทำให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนออกซิเจนลดลง หากได้รับสารนี้เป็นเวลานานก็อาจทำให้ปลาตายได้ในมนุษย์ ตะกั่วจะทำให้เกิดอาการเป็นพิษอย่างเฉียบพลัน โดยคนไข้มีอาการอ่อนเพลีย คลื่นไส้ อาเจียนและมีอาการกระตุกของกล้ามเนื้อประสาท สำหรับอาการพิษแบบเรื้อรังทำให้เกิดโรคโลหิตจาง เนื่องจากตะกั่วไปขัดขวางการสร้างฮีโมโกลบินของเม็ดเลือดแดง นอกจากตะกั่วจะไปขัดขวางการสร้างฮีโมโกลบินขึ้นใหม่แล้วยังขัดขวางการทำงานของ

ฮีโมโกลบินที่มีอายุอีกด้วย ตะกั่วยังมีฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของม้ามให้กำจัดเม็ดเลือดแดงได้มากขึ้น (กุลยา โอตากะ, 2547)

2.3.4.3 การสะสมโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม

(1) ดิน แหล่งของสารมลพิษสู่ดินมีได้หลายแหล่งคือ จากสารเคมีในการเกษตร (เช่น ปุ๋ยและสารฆ่าแมลง) โรงถลุงแร่ การเผาไหม้น้ำมัน โรงงานอุตสาหกรรม ของเหลือใช้จากโรงงาน และจากชุมชน ตลอดจนการใช้ที่ดินเป็นที่ถมวัสดุเหลือใช้ แหล่งเปื้อนปนเหล่านี้ทำให้เกิดการสะสมธาตุพิษต่างๆ ได้ในดินและจะเห็นได้ว่าแหล่งที่มาของสารปนเปื้อนที่สำคัญ และมองเห็นได้ชัดนอกจากโรงถลุงแร่แล้ว ก็ยังมาจากโรงงานอุตสาหกรรม ของเหลือใช้จากโรงงาน และไอเสียรถยนต์

(2) น้ำ แหล่งสะสมสารมลพิษในน้ำส่วนใหญ่ เกิดจากผลของกิจกรรมใช้น้ำเพื่องานเกษตรกรรม อุตสาหกรรมและกิจกรรมเพื่อการดำรงชีวิตประจำวันอื่นๆ โดยเฉพาะในครัวเรือน จนทำให้เกิดน้ำเน่าเสีย เพราะมีสารพิษและสิ่งสกปรกลงไปเจือปน น้ำเน่าจะเป็นน้ำที่มีสีคล้ำ กลิ่นเหม็นและสิ่งสกปรกปะปนอยู่ และน้ำเสียจะเป็นน้ำที่สารมลพิษเจือปน มลภาวะของน้ำเกิดจากองค์ประกอบของน้ำเสื่อมโทรม จนเป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของพืช สัตว์ และโดยเฉพาะมนุษย์ เมื่อน้ำถูกทำลายโดยการทิ้งสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ น้ำมัน โลหะหนัก เช่น ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และแมงกานีส ฯลฯ สารพิษ สี อุณหภูมิน้ำสูงขึ้น เชื้อโรค เป็นต้น อาจทำให้ค่าออกซิเจนในน้ำลดลง จนถึงขีดอันตรายต่อชีวิตสัตว์น้ำ โลหะหนักในน้ำ เช่น แคดเมียมที่มาจากการทำเหมืองซึ่งสะสมอยู่ในสัตว์ทะเลบริเวณนั้น จะทำให้ผู้บริโภคปลาเป็นโรคกระดูกผุ

(3) ดินตะกอน ในปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าโลหะหนักสามารถสะสมอยู่ในดินตะกอนโดยมีความเข้มข้นสูงกว่าที่มีอยู่ในน้ำ (ตารางที่ 2.1) เนื่องจากมีขบวนการต่างๆ ทั้งทางเคมี ฟิสิกส์และชีวภาพมาเกี่ยวข้องซึ่งปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนส่วนหนึ่ง เป็นโลหะหนักที่เกิดจากธรรมชาติการชะล้างพวกเกลือแร่ที่อยู่บนพื้นดินลงสู่แหล่งน้ำหรือเป็นส่วนประกอบของแร่ตามสภาพธรณีวิทยาละลายออกมาปนในน้ำ และอีกส่วนที่สำคัญ คือผลโดยตรงจากาการใช้และปล่อยโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำเนื่องจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ (พรรณราย สิทธิวงษ์,2543) ดินตะกอนโดยทั่วไปมีองค์ประกอบต่างกันออกไป องค์ประกอบที่สำคัญ ในดินตะกอนที่มีผลต่อการสะสมโลหะ

หนักในดินได้แก่ พวกคาร์บอเนต และออกไซด์ของแมงกานีสและเหล็ก ตลอดจนองค์ประกอบที่เป็นสารอินทรีย์

ตารางที่ 2.1 ปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน สัตว์น้ำ บริเวณปากแม่น้ำและอ่าวไทย

ชนิดตัวอย่าง		Cd	Cu	Hg	Pb	Zn
แม่น้ำ (น้ำจืด)	น้ำ	3.90	14	1.21	49	136
	ดินตะกอน	100	2,800	68	82,000	35,000
แม่น้ำ (น้ำกร่อย)	น้ำ	2	21	29	11	4.10
	ดินตะกอน	250	95000	122	24600	45500
อ่าวไทยตอนบน	น้ำ	0.040	3.90	26	16	45
	ดินตะกอน	420	14300	140	21000	50000
	ปลา	2000	4450	30	16500	9700
	กุ้ง	2100	9900	35	17600	12000

แหล่งที่มา: นลินพรรณ อวยชัยรุ่งเรือง (2545)

เมื่อโลหะหนักลงสู่ทะเล ส่วนหนึ่งยังคงละลายอยู่ในน้ำทะเลและอีกส่วนหนึ่งจะสะสมอยู่ในชั้นบางๆ ที่ผิวหน้าน้ำ หรือถูกดูดซับไว้บนสารแขวนลอยแล้วค่อยๆตกตะกอนออกจากน้ำลงสู่เบื้องล่าง อย่างไรก็ดีแม้ว่าโลหะหนักจะตกตะกอนไปแล้วก็ยังมีโอกาสที่โลหะหนักเหล่านั้นกลับคืนสู่น้ำได้อีก ดังนั้นตะกอนจึงทำหน้าที่เป็นเสมือนบัฟเฟอร์และสะสมโลหะหนักต่างๆ ไว้ได้นานแม้ว่าการปล่อยโลหะหนักลงสู่ทะเลจะหยุดลงแล้ว ระดับของโลหะหนักในดินบริเวณต่างๆ จะแตกต่างกันไปตามลักษณะของลุ่มน้ำที่ไหลผ่านและพัดพาตะกอนลงมา บริเวณที่มีการขุดแร่หรือเป็นแหล่งแร่ก็จะมีปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนค่อนข้างสูง (วรกาย อุตส่าห์, 2541)

2.3.4.4 ระดับมาตรฐานความเข้มข้นสูงสุดของโลหะหนักในดินที่ยอมรับได้

ค่ากำหนดมาตรฐานความปลอดภัยของโลหะหนักที่อนุญาตให้มีปริมาณสูงสุดทั้งในดินและวัสดุที่ใช้เพื่อปรับปรุงดินในการเกษตรรวมทั้งปริมาณสะสมหรือตกค้างที่พบในดิน หลังการใช้วัสดุดังกล่าว ซึ่งในประเทศที่พัฒนาแล้วหลายๆประเทศ เช่น สมาชิกสหภาพยุโรป เยอรมัน ออสเตรเลีย อังกฤษ แคนาดา สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น มีค่ากำหนดระดับมาตรฐานของโลหะหนักในดินของแต่ละประเทศแตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ระดับมาตรฐานความเข้มข้นสูงสุดของโลหะหนักในดินที่ยอมรับได้ในบางประเทศ

ประเทศ	ระดับมาตรฐานความเข้มข้นสูงสุดของโลหะหนักในดินที่ยอมรับได้ในบางประเทศ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
	แมงกานีส	แคดเมียม	ตะกั่ว	ทองแดง
กลุ่มสหภาพยุโรป	1800	3	100	150
อังกฤษ	280	1 - 3	35	40
เยอรมัน	300	3	50	80
ฮอลแลนด์	200 - 500	1 - 5	50 - 150	250 - 400
ญี่ปุ่น	150	-	400	350

แหล่งที่มา : พรรณราย สิทธิวงษ์ (2543)

2.3.4.5 สารโลหะหนักที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยและอาหารเสริมที่มีผลต่อพืช

(1) **ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยนายดำ)** ผลิตจากสารอินทรีย์มีคุณสมบัติ คือ ทำให้ดินร่วนซุย เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมี และเพิ่มอินทรียวัตถุ ส่วนธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โฟแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก ทองแดง สังกะสี แมงกานีส มูลค้างคาว ฮิวมิคแอซิค และจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

(2) **ไรโน ฟอร์ซ** เป็นผลการค้นคว้าเพื่อให้ได้อาหารพืชที่มีประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุดแก่พืชโดยการผลิตที่ทันสมัยเลียนแบบอาหารพืชตามธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ ประกอบด้วย ธาตุอาหารหลัก อาหารรอง อาหารเสริม อย่างครบถ้วนจำเป็นและเหมาะสมรวมทั้ง จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ชนิดต่างๆ ไม่ทำลายสภาพแวดล้อม ฟื้นฟูดิน และพืชให้แข็งแรงสมบูรณ์เพิ่มความต้านทาน

โรค และแมลงเหมือนพืชที่เติบโตตามธรรมชาติดั้งเดิม และมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ โมลิบดินัม สังกะสี แมงกานีส แคลเซียม โบรอน และทองแดง

(3) **ปุ๋ยอินทรีย์พิเศษ (ตรามดแดง)** มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โฟแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม กำมะถัน เหล็ก ทองแดง สังกะสี แมงกานีส โบรอน โมลิบดินัม อินทรียวัตถุ วิตามินรวม และจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์เป็นแหล่งธาตุอาหารเสริมสร้างการเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิตปรับปรุงโครงสร้างของดินลดความเป็นกรดของดิน ทำให้ดินดี

(4) **ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด วาย.วี.พี (ตราสามต้นไม้)** เหมาะที่สุดสำหรับพืช ผัก และผลไม้ทุกชนิด มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ธาตุอาหารหลัก : ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โฟแทสเซียม ธาตุอาหารรอง : แมกนีเซียม แคลเซียม กำมะถัน ธาตุอาหารเสริม : แมงกานีส เหล็ก

(5) **นิวทริแพลนท์ เอสดี** เป็นธาตุอาหารเสริมการเจริญเติบโตทางรากและส่วนขยายพันธุ์พืชโดยใช้ควบคู่กับการให้ปุ๋ยตามปกติ วิธีใช้ : ใส่เมล็ดพันธุ์ลงในภาชนะครึ่งหนึ่งของจำนวนทั้งหมด แล้วใส่นิวทริแพลนท์ เอสดี ครึ่งหนึ่งของอัตราส่วนคลุกให้ทั่วเติมเมล็ดพันธุ์ที่เหลือลงไปแล้วใส่นิวทริแพลนท์ เอสดี อีกครึ่งหนึ่งลงไปคลุกเคล้าให้เข้ากันอีกครั้งแล้วนำไปปลูก และมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก ทองแดง สังกะสี แมงกานีส โมลิบดินัมและโคบอลต์

2.3.4.6 ปัญหามลภาวะของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย

ตะกั่วในดินในกรุงเทพมหานคร ตะกั่วเป็นโลหะหนักชนิดหนึ่งที่พบในผิวโลก อัตราเฉลี่ยประมาณ 10-15 ส่วนในล้านส่วน ในดินทั่วไปพบว่ามีประมาณ 0-150 ส่วนในล้านส่วน ในดินที่ทำการเกษตรกรรมจะมีปริมาณตะกั่ว 2-200 ส่วนในล้านส่วน และพบว่าตะกั่วในดินที่อยู่ตามธรรมชาติส่วนมากจะมีปริมาณค่อนข้างต่ำและยอมรับกันทั่วไปว่ามี 15 ส่วนในล้านส่วนโดยเฉลี่ย ตะกั่วในดินที่มีปริมาณสูงกว่านี้มักพบในผิวดินที่อยู่ใกล้บริเวณถลุงแร่ตะกั่วหรือแร่อื่นที่มีตะกั่วปนอยู่ ปริมาณตะกั่วที่เพิ่มขึ้นอย่างมากในดินและกำลังเป็นที่สนใจกันอยู่กว้างขวางขณะนี้คือ ตะกั่วที่มาทางท่อไอเสียรถยนต์ ในระยะเร็วๆ และพบว่าตะกั่วที่สะสมในดินที่ใกล้กับถนนที่มีการจราจรคับคั่งจะมีปริมาณมากกว่าในดินที่ห่างไกลจากถนน 2-10 เท่า ปริมาณที่พบตามปกติมีตั้งแต่ 100-3000 ส่วนใน

ล้านส่วน โดยทั่วไปจะพบปริมาณตะกั่วลึกจากหน้าดินประมาณ 0-5เซนติเมตร จนกระทั่งถึง 20 เซนติเมตร การกระจายของตะกั่วจากถนนอยู่ในช่วงแคบๆ ทั้งสองข้างถนน ส่วนที่ห่างถนนออกไปมักจะไม่เกี่ยวข้องกับตะกั่วที่ออกมาจากท่อไอเสียรถยนต์มากนัก และจากการวิเคราะห์พืชและดินที่เก็บห่างจากถนนในระยะทางต่างๆพบว่าปริมาณตะกั่วเป็น exponential function กับระยะทาง ส่วนการสะสมของตะกั่วนอกจากจะมีความสัมพันธ์กันระหว่างสถานที่ที่เก็บตัวอย่างกับปริมาณรถที่ผ่านถนน แล้วปัจจัยอื่น เช่น ชนิดของดิน ลักษณะทางภูมิประเทศ พืชที่คลุมดิน ทิศทางลม ชนิดของรถยนต์ (รถยนต์ธรรมดา หรือ รถบรรทุก) อาจมีอิทธิพลต่อการสะสมของตะกั่วได้ เนื่องจากปริมาณของตะกั่วในดินมีปริมาณค่อนข้างสูงผิดปกติและเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าตะกั่วเป็นโลหะที่ถ้ามนุษย์สัตว์หรือพืชได้รับเข้าไปในปริมาณที่มากเกินไป จะทำให้เกิดอันตรายได้และสารเคมีที่เป็นพิษที่ปะปนในน้ำอาจจะอยู่ในรูปของสารที่มีผลฉับพลันต่อสิ่งมีชีวิตและบางตัวอาจมีผลอย่างช้าๆและทำให้เกิดอาการเรื้อรังก็ได้สารพิษเหล่านั้นได้แก่สารพิษประเภทยาฆ่าแมลง สารประกอบไซยาไนด์ สารประกอบประเภทโลหะหนักต่างๆเช่น ตะกั่วในแหล่งน้ำจะส่งผลกระทบแก่ผู้รับพิษทั้งฉับพลันและเรื้อรังเนื่องจากสารตะกั่วจะไปขัดขวางการสร้างฮีโมดกบิลของเม็ดเลือดแดงซึ่งแหล่งที่มาของสารสารตะกั่วมาจากน้ำมันที่มีการเติมสารตะกั่ว อุตสาหกรรมแบตเตอรี่ เป็นส่วนใหญ่และสารแคดเมียมเป็นสารที่มักพบปะปนในน้ำโสโครก โดยเฉพาะน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะและอุตสาหกรรมเกี่ยวกับโลหะสังกะสีตามโรงงานที่มีอยู่ในปัจจุบัน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมหมาย ชื่นราม และองุ่น ลิ่ววานิช (2539) ศึกษาวงจรชีวิตของหิ่งห้อย ในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออก สามารถแบ่งชนิดของหิ่งห้อยตามแหล่งที่อยู่อาศัยออกได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ หิ่งห้อยที่อาศัยอยู่ในบริเวณน้ำจืด หิ่งห้อยที่อาศัยอยู่บริเวณน้ำกร่อย และหิ่งห้อยที่อาศัยอยู่ในบริเวณสวนป่า การศึกษา พบว่าหิ่งห้อยชนิดที่อาศัยอยู่ในบริเวณน้ำจืดมีลักษณะการบินแบบต่ำๆ และกะพริบแสงไม่พร้อมกัน แต่หิ่งห้อยชนิดที่อาศัยอยู่ในบริเวณน้ำกร่อยหรือบริเวณป่าชายเลน มักจะเกาะอยู่ตามต้นไม้ และกะพริบแสงพร้อมกัน ส่วนหิ่งห้อยที่อาศัยอยู่ตามบริเวณสวนป่า จะพบมากในสวนป่าที่มีลักษณะค่อนข้างรก และห่างไกลผู้คน ปัจจุบันสภาพแวดล้อมถูกทำลาย และแปลงสภาพเป็นโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก ส่งผลให้หิ่งห้อยไม่มีที่อยู่อาศัย และ ทำให้มีจำนวนลดลง รวมถึงการใช้สารเคมีของเกษตรกรก็ส่งผลต่อวงจรชีวิตของหิ่งห้อยเช่นกัน

So Kazama และคณะ (2007) วิจัยเรื่องการประเมินถิ่นที่อยู่อาศัยของหิ่งห้อยโดยใช้ GIS และแบบจำลองอุทกวิทยา ที่ลุ่มแม่น้ำ นาโตริ ประทศญี่ปุ่น เพื่อค้นหาสภาพที่เหมาะสมในการเป็นที่อยู่อาศัยของหิ่งห้อย โดยศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่าง ถิ่นที่อยู่อาศัยของหิ่งห้อย ที่ได้จากการสังเกตและสภาพสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ เช่น ลักษณะทางภูมิศาสตร์ ลักษณะอุทกวิทยา และประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งได้มาจากแผนที่ดิจิตอล พบว่าถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของหิ่งห้อยขึ้นอยู่กับดัชนีความเหมาะสมของถิ่นอาศัย ซึ่งมักพบในพื้นที่ชุ่มน้ำ ที่มีขนาดเล็กกว่า 5000 ตร.ม และเป็นที่ราบ มีความลาดชันน้อยกว่า 0.15 พื้นที่ชนบท ป่าดิบแล้ง พื้นที่ทางการเกษตรและทุ่งนาเป็นลักษณะพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุด ในการเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของหิ่งห้อยหิ่งห้อย ชอบที่จะอยู่ในสภาพแหล่งน้ำที่สงบ ไหลช้า น้ำตื้น ที่ระดับความลึกน้อยกว่า 50 cm และความเร็วของการไหลน้อยกว่า 1 เมตรต่อวินาที

สมยศ ศิลาล้อม(2540) นักกีฏวิทยาจากสำนักงานวิจัย องค์การสวนพฤกษาสตร์ศึกษาหิ่งห้อยถือเป็นดัชนีวัดคุณภาพน้ำ สิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี เนื่องจากตลอดวงจรชีวิตจะต้องอาศัยอยู่ในบริเวณใกล้แหล่งน้ำสะอาดและตามระบบนิเวศที่มีความอุดมสมบูรณ์ เช่น ในพื้นป่าสูง บนภูเขาสูง ลำธารหรือตามริมแม่น้ำลำคลองและป่าชายเลนที่ยังไม่ประสบปัญหาด้านมลพิษมาก

อัญชนา ท่านเจริญ (2550) ศึกษาการค้นพบหิ่งห้อยน้ำจืด สายพันธุ์ใหม่ของโลก มีชื่อว่า*ลูซิโอลา อะควอติลิส" (Luciola Aquatilis)* โดยสามารถสื่อภาษารักได้ถึง 4 แบบ ไม่เหมือนชนิดใดๆ ในโลก ทั้งกะพริบไฟแต่งตัว หาคู่ เกี้ยวพาราสี และผสมพันธุ์ จุดเด่นของสายพันธ์*ลูซิโอลา อะควอติลิส" (Luciola Aquatilis)* ที่โคนปีกมีสีน้ำตาลเข้มเห็นได้ชัดด้วยตาเปล่า ตัว อ่อนทำหน้าที่เป็นผู้ล่าหอยน้ำจืด ที่เป็นพาหะนำโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ และโรคพยาธิใบไม้ในลำไส้ อีกทั้งยังถือเป็นศัตรูพืชหลายชนิด โดยตัวอ่อนมีรูปร่างแตกต่างกันถึงสามแบบซึ่งไม่พบในสายพันธุ์ใดมาก่อน จากการศึกษายังพบความน่าสนใจของลูซิโอลา อะควอติลิส ในฐานะดัชนีชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ และคุณภาพของแหล่งน้ำนิ่งตามธรรมชาติด้วย เนื่องจากหิ่งห้อยจะสามารถปรับตัวอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำเสียได้ระดับหนึ่ง แต่หากระดับความเน่าเสียเพิ่มขึ้น ตัวอ่อนหิ่งห้อยจะคลานขึ้นบกเพื่อหาแหล่งน้ำใหม่ จึงเป็นคำตอบที่ว่าเพราะเหตุใดจึงสามารถค้นพบหิ่งห้อยดังกล่าวได้ทุกภาคของ ประเทศ ตามแหล่งน้ำนิ่งตามธรรมชาติ คูน้ำ และท้องร่องของพื้นที่เกษตรกรรม ในทุกภูมิภาคทั่วประเทศ อาทิ ชานเมืองกรุงเทพฯ อย่างเขตบางแค หรือ ตลาดน้ำอัมพวา จ.สมุทรสงคราม รวมถึงแหล่งน้ำใน จ.ราชุบรี จ.นครปฐม และ จ.สุพรรณบุรี ฯลฯ

Ohba (1994) ได้ศึกษาลักษณะรูปร่าง พฤติกรรมและวงจรชีวิตของหิ่งห้อยน้ำกร่อย *Pteroptyx valida* Olivier พบว่าตั้งแต่ระยะไข่จนกระทั่งเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยใช้เวลานาน 91-136 วัน อาหารของตัวอ่อนหิ่งห้อยชนิดนี้ได้แก่ หอย *Subulina octona* (Bruguiere) และหอย *Syphaerassiminea brevicula* (Pfeiffer) หิ่งห้อยในธรรมชาติเป็นตัวช่วยกำจัดหอยที่เป็นแหล่งอาศัยของพยาธิหลายชนิดเช่น พยาธิใบไม้ในลำไส้ของคน และพยาธิซึ่งเป็นสาเหตุของโรคไข้สมองอักเสบในคน นอกจากนี้ยังเป็นตัวบ่งชี้สภาพสิ่งแวดล้อม (Bio indicator) โดยหิ่งห้อยจะอาศัยอยู่ในแหล่งที่มีแหล่งน้ำสะอาดและพื้นดินที่ไม่มีมลพิษจากสารเคมี

ชูจิตต์ สงวนทรัพยากร (2544) ศึกษาปริมาณโลหะหนักที่สะสมอยู่ในดินตะกอนหลังจากถูกพัดพาลงสู่แหล่งน้ำแล้ว ปริมาณสารโลหะหนักจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุต่างๆของดินตะกอนนั้น ดังนั้นดินตะกอนที่มาจากบริเวณเดียวกันแต่มีขนาดของตะกอนต่างกัน มีปริมาณอินทรีย์สารต่างกัน ก็จะมีปริมาณสารโลหะหนักแตกต่างกันด้วย และจากศึกษาปริมาณสารโลหะหนักในดินตะกอนแม่น้ำแม่กลองของเมื่อปี พ.ศ. 2532-2533 พบว่า ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี มีค่าเท่ากับ 160, 0.43 , 16.04 และ62.14 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งมีค่าโลหะหนักเพิ่มขึ้นจากการสำรวจกองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2533)

นลิพรรณ อวยชัยรุ่งเรือง (2545) ศึกษาการสะสมตัวของโลหะหนัก (เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว และแคดเมียม) ในน้ำ ตะกอน สารแขวนลอย และผักตบชวา เขตบึงมักกะสัน พบว่าโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดมีแนวโน้มที่จะสะสมตัวอยู่ในรูปของแข็งมากกว่าในรูปที่ละลายอยู่ในน้ำ และมีเพียงบางส่วนสามารถสะสมอยู่ในผักตบชวาซึ่งจะเกิดขึ้นได้ได้ดีก็ต่อเมื่อโลหะในรูปที่ละลายน้ำเพียงพอในสภาวะน้ำค่อนข้างนิ่ง

พรรณราย สิทธิวงษ์ (2543) ศึกษาปริมาณแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสีใน 4 รูปแบบ คือ รูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ง่าย รูปแบบที่จับกับคาร์บอเนต รูปแบบที่จับกับเหล็กแมงกานีสออกไซด์ และรูปแบบที่จับกับสารอินทรีย์ พบว่าแคดเมียมในรูปที่จับกับสารอินทรีย์มีความเข้มข้นสูงกว่ารูปแบบอื่นๆ ส่วนตะกั่ว และสังกะสี รูปแบบที่จับอยู่กับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์มีความเข้มข้นสูงสุด) และอีกเหตุผลหลักที่ทำให้พื้นที่แต่ละแห่งนั้นมีปริมาณสารอินทรีย์ที่แตกต่างกันก็คือ การตกตะกอนในปริมาณสูงและอีกสาเหตุหนึ่งก็คือ ความแตกต่างของอัตราการย่อยสลาย ใน

บริเวณนั้นๆ ด้วย อัตราการตกตะกอนบริเวณ อ. บ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรีในปี พ.ศ. 2542 มีอัตราเท่ากับ 1.88 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และที่บริเวณบ้านแหลมผักเบี้ยเท่ากับ 2.18 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

วรกาย อุส่าห์ (2541) สรุปผลการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและในดินตะกอนบริเวณลุ่มน้ำเมย จ. ตาก ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและในดินตะกอนนอกจากฤดูกาลแล้วยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกได้แก่ ปริมาณน้ำ ความเร็วน้ำ กิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์ ประสิทธิภาพในการระบายน้ำของลุ่มน้ำ ขนาดของลุ่มน้ำ และชนิดของเนื้อดิน และพบอีกว่าปริมาณ organic carbon ที่สะสมอยู่ในดินตะกอนมีผลต่อปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนัก โดยถ้าปริมาณ organic carbon มีมากก็จะพบว่าความเข้มข้นของโลหะหนัก เช่น โลหะทองแดง และสังกะสี จะสูงกว่าในดินที่มี organic carbon ต่ำกว่า

สุรัตนา เสนาะ (2548) ศึกษาการสะสมของโครเมียม ทองแดง และตะกั่วในแท่งตะกอนความลึก 40 เซนติเมตร จากสถานีอ่าวระยองและสถานีอำเภอเมืองแกลง นอกชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักรวมพบว่า โครเมียมและทองแดง ในดินตะกอนจากบริเวณสถานีอำเภอเมืองแกลงมีค่าอยู่ในช่วง 48.5 - 58.0 และ 19.4 22.6 ไมโครกรัม/กรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับสูงกว่าโครเมียม และทองแดง ในดินตะกอนจากสถานีอ่าวระยอง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 38.3- 48.5 และ 14.6-18.2 ไมโครกรัม /กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนตะกั่วพบในดินตะกอนจากสถานีอ่าวระยองสูงกว่าสถานีอำเภอเมืองแกลง เท่ากับ 20.3 -25.3 และ 18.4- 21.3 ไมโครกรัม /กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

เฉลิมพล สิริโชติวงศ์ (2549) ศึกษาการสะสมการแพร่กระจายของโลหะหนักน้ำ ดินตะกอนและปลาสลิด ในบ่อเลี้ยงปลา อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม ในการศึกษาได้เปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักที่สะสมในเนื้อปลาและอวัยวะภายในของปลา ตามขนาดความยาวของปลาจะพบว่าเมื่อปลามีขนาดใหญ่ขึ้น ปริมารสะสมของ ทองแดง เหล็กจะลดลงแต่ปริมาณตะกั่วในเนื้อและแคดเมียมในอวัยวะจะเพิ่มขึ้นตามขนาดความยาวของปลาที่เพิ่มขึ้น โลหะหนักที่พบในเนื้อและอวัยวะภายในปลาพบว่า เหล็ก ทองแดง และสังกะสีมีค่าเกินมาตรฐานของ FAO/WHO (1989)

ศุภณัฐ เฉลิมศุภนิมิต (2549) การศึกษาการสะสมของโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และพืชน้ำในบ่อเลี้ยงปลาสลิด อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม จากการศึกษาพบว่าการสะสมทองแดงในน้ำมีค่าเกินมาตรฐานของ WHO (1995) ส่วนการสะสมแคดเมียมและตะกั่วในตะกอนดินมีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพดินของประเทศไทย การสะสมเหล็กในรากของพืชน้ำมีค่าเกินมาตรฐานของพืชที่พบปกติและผลจาการศึกษาแสดงว่ารากของพืชน้ำสามารถนำมาใช้ในการดูดซับโลหะหนักในแหล่งน้ำได้