

## บทที่ 2

### สอบสวนเอกสาร

#### การจัดหมวดหมู่ของแมลงซีปะขาว

แมลงซีปะขาวได้รับการจำแนกให้อยู่ในหมวดหมู่ทางอนุกรมวิธานที่เรียงตามลำดับชั้นได้ดังนี้

อาณาจักร Animalia  
ไฟลัม Arthropoda  
คลาส Insecta  
อันดับ Ephemeroptera

#### ลักษณะทั่วไปของตัวอ่อนแมลงซีปะขาว

ตัวอ่อนแมลงซีปะขาวมีลักษณะภายนอกที่สำคัญในการใช้จัดจำแนก ดังต่อไปนี้ (McCaffety, 1981; Morse, Yang and Tian, 1994; Triplehorn and Johnson, 2005)

ลำตัวของตัวอ่อนแมลงซีปะขาวแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง

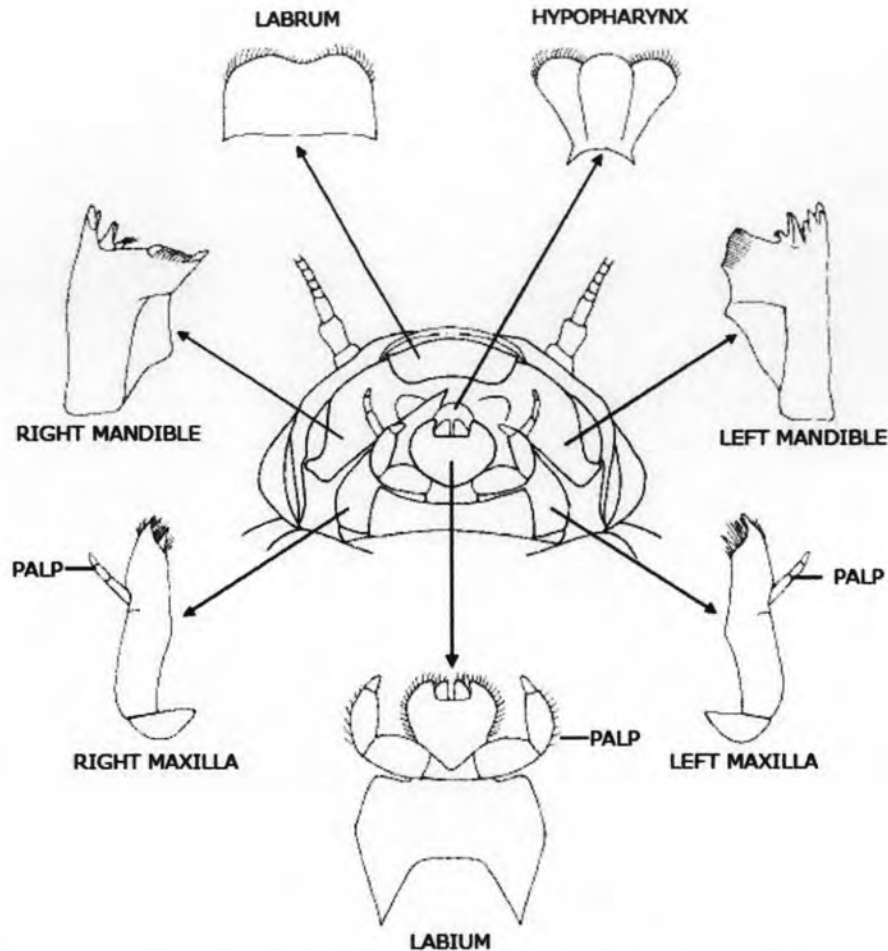
1. ส่วนหัว(head)

หัวเป็นที่ตั้งของอวัยวะดังต่อไปนี้

ตา(eyes) มีตารวม(compound eyes) 2 ตา ขนาดค่อนข้างใหญ่ ตำแหน่งอยู่ด้านข้างหรือด้านหลังของหัว มีลักษณะต่างกันระหว่างเพศผู้และเพศเมีย มีตาเดี่ยว(ocelli) 3 ตา

หนวด(antennae) มีลักษณะแบบเส้นด้าย(filiform) มีจำนวนหลายปล้อง อยู่บริเวณด้านล่าง(ventral) หรือด้านหน้า(anterior) ของตา รวมฐานหนวด(scape) เป็นปล้องที่หนาและสั้นกว่าปล้องถัดมา(pedicel)

ปาก(mouth parts) เป็นแบบกัดกิน(mandibulate) ประกอบด้วยริมฝีปากบน(labrum) และริมฝีปากล่าง(labium) เจริญดี บางชนิดริมฝีปากบนมีความกว้างกว่าส่วนหัว มีกราม(mandible) 1 คู่ ฟันบด(molar) บนกรามแต่ละข้างมีขนาดต่างกัน มีพิน(maxillae) 1 คู่



ภาพที่ 1 แสดงอวัยวะส่วนปากของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว (ดัดแปลงจาก Morse, Yang and Tian, 1994)

## 2. ส่วนอก(thorax)

ตัวอ่อนของแมลงชีปะขาวมีส่วนอกแบ่งออกเป็น 3 ปล้อง คือ ออกปล้องที่ 1(prothorax) ออกปล้องที่ 2(mesothorax) และออกปล้องที่ 3(metathorax) แต่ละปล้องมีขา 1 คู่ มีแผ่นปีก(wing pad) ที่บริเวณออกปล้องที่ 2 และปล้องที่ 3

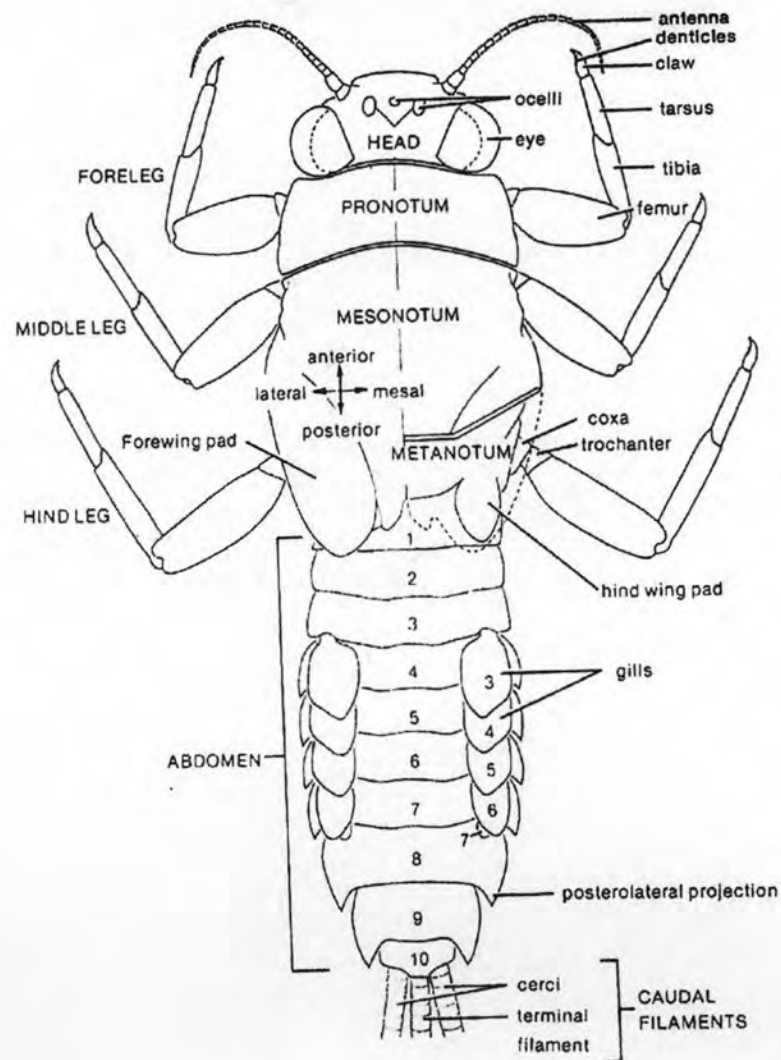
ขาของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวมีหลายรูปแบบแตกต่างกันเพื่อทำหน้าที่ที่แตกต่างกันไป เช่น สำหรับขุด กรองอาหาร ทำความสะอาด และปกป้องเหงือก ขาของตัวอ่อนสั้นแต่หนากว่าตัวเต็มวัย และมีขาหลังยาวกว่าขาหน้า

### 3. ส่วนท้อง(abdomen)

แมลงซีปะขาวทุกชนิดมีท้อง 10 ปล้อง ปล้องที่หนึ่งเชื่อมติดกับอกปล้องที่ 3 ที่ด้านข้างของปล้องท้องในตำแหน่ง posterolateral มีหนามขนาดเล็กยื่นออกมา ซึ่งสามารถใช้เป็นลักษณะในการจัดจำแนกทางอนุกรมวิธานได้ การนับปล้องท้องให้นับย้อนจากปล้องที่ 10 หรือปล้องสุดท้ายขึ้นมา

บริเวณส่วนท้องมีเหงือกเป็นคู่อยู่บนตำแหน่งที่หลากหลายคือ ด้านท้อง ด้านหลัง และด้านข้างของส่วนท้องปล้องที่ 1-7 หรือไม่พบในปล้องที่ 1

ที่ปลายของส่วนท้องมีรยางค์เป็นเส้นหาง 3 เส้น คือเส้นแพนหาง(cerci) 2 เส้น และเส้นตรงกลาง 1 เส้น บางชนิดเส้นรยางค์ตรงกลางจะเจริญไม่ได้มีขนาดเล็ก หรือมองไม่เห็นเลย

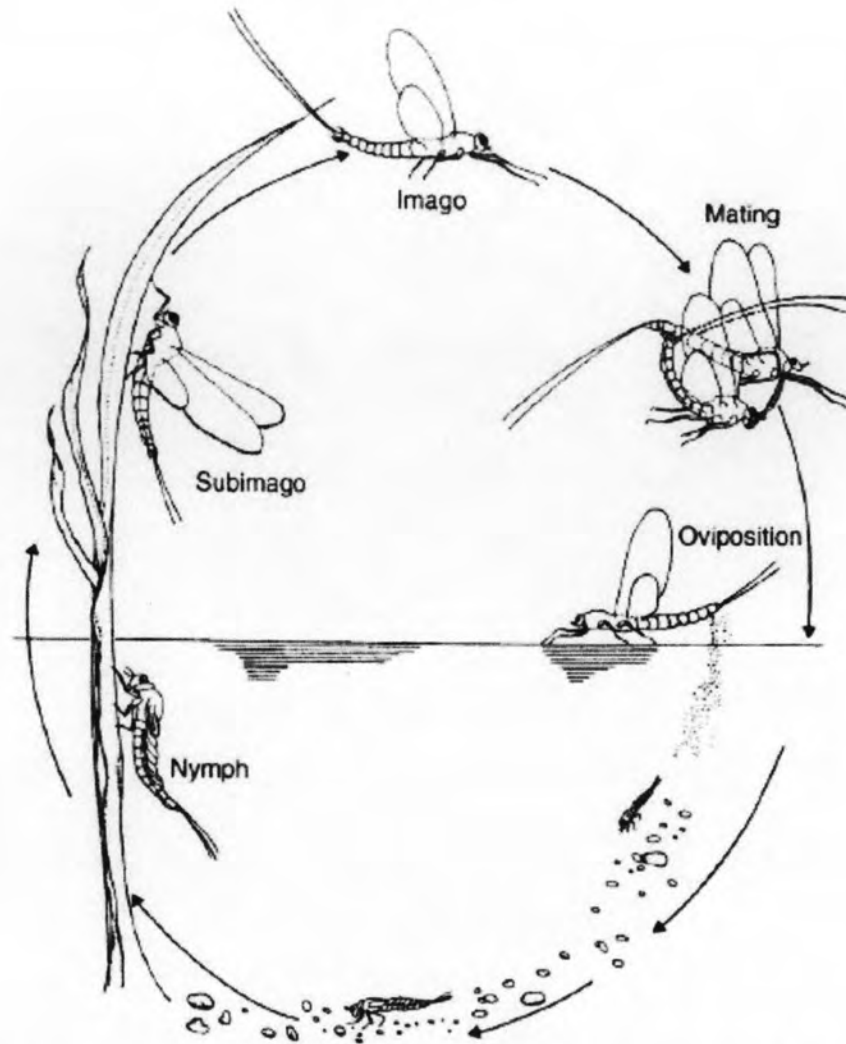


ภาพที่ 2 แสดงลักษณะทั่วไปของตัวอ่อนแมลงซีปะขาว (ดัดแปลงจาก Morse, Yang and Tian, 1994)

## ชีววิทยา และวงชีวิตของแมลงซีปะขาว

วงชีวิตของตัวอ่อนแมลงซีปะขาวมีความแตกต่างกันมาก บางชนิดมีวงชีวิตเพียง 2-3 เดือน บางชนิดอาจกินเวลาถึง 2 ปี โดยมีชีวิตส่วนใหญ่เป็นตัวอ่อนอยู่ในน้ำในแหล่งที่อยู่อาศัยที่หลากหลาย คือพบได้ทั้งบริเวณผิวน้ำลงไปจนถึงใต้ท้องน้ำ ในน้ำนิ่งไปจนถึงแหล่งน้ำที่มีกระแสไหลแรง อาหารของตัวอ่อนได้แก่ สาหร่าย ตะไคร่น้ำ ซากพืช ซากสัตว์ และบางชนิดล่าสัตว์อื่นเป็นอาหาร การหายใจในน้ำใช้การดูดซึมอากาศในน้ำผ่านผิวบาง และเหงือกข้างลำตัว หลายชนิดมีการเคลื่อนไหวมากในเวลากลางวัน ตัวอ่อนระยะสุดท้ายจะสังเกตเห็นแผ่นปีกอยู่ทางด้านหลังของส่วนอก และจะสร้างผนังหุ้มปีกและลำตัวอีกชั้นหนึ่ง ในช่องว่างระหว่างผนังและชั้นผิวหนังนี้จะมีอากาศสะสมอยู่มาก เพื่อช่วยตัวอ่อนให้สามารถลอยตัวหรือคลานขึ้นมาอยู่บนผิวน้ำได้สะดวกขึ้น เมื่อถึงเวลาลอกคราบเป็นระยะก่อนตัวเต็มวัย(sub-imago) ซึ่งเป็นลักษณะของวงชีวิตที่แตกต่างจากแมลงชนิดอื่นๆ แมลงซีปะขาวระยะนี้จะมีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัย แต่ปีกยังเป็นสีขาวขุ่น และมีขาสั้นกว่า จากนั้นจะลอกคราบอีกครั้งในวันต่อมาเป็นตัวเต็มวัย(imago) ที่สามารถผสมพันธุ์ได้ การลอกคราบของตัวอ่อนสู่ระยะก่อนตัวเต็มวัยส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในเวลากลางวัน ลอกคราบจากระยะก่อนตัวเต็มวัยสู่ระยะตัวเต็มวัยเกิดขึ้นในช่วงเวลาเข้ามืดก่อนพระอาทิตย์ขึ้น เพื่อหลบเลี่ยงสัตว์ และแมลงนักล่า

ตัวเต็มวัยของแมลงซีปะขาวมีปีกบางใส ลำตัวเปราะบาง การจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงซีปะขาวเกิดขึ้นขณะที่มันกำลังบินอยู่กลางอากาศที่ความสูงประมาณ 10-45 เมตรเหนือแหล่งน้ำที่อาศัยอยู่ เมื่อผสมพันธุ์แล้วตัวผู้จะตายในระยะเวลานั้น ส่วนตัวเมียจะวางไข่ที่ผิวน้ำหรือบนพื้นผิวของวัตถุที่อยู่ในน้ำแล้วตาย ระยะที่อยู่บนบกจะไม่กินอาหารและตายภายในไม่กี่อาทิตย์ เนื่องจากส่วนปากหายไปหรือไม่สามารถใช้งานได้ การลอกคราบ ผสมพันธุ์ และวางไข่ของแมลงซีปะขาวเกิดขึ้นพร้อมๆ กันเป็นจำนวนมาก (McCafferty, 1981; Triplehorn and Johnson, 2005)



ภาพที่ 3 แสดงวงจรชีวิตโดยทั่วไปของแมลงชีปะขาว (ดัดแปลงจาก Brittain and Sartori, 2003)

### ลักษณะทั่วไปและชีววิทยาบางประการของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในวงศ์ต่างๆ

(McCaffety, 1981; Morse, Yang and Tian, 1994; Triplehorn and Johnson, 2005)

#### วงศ์ Prosopistomatidae

ลักษณะเด่นคือมีส่วนอกที่มีลักษณะคล้ายโล่ (Shield-like) ปกคลุมส่วนท้องเกือบทั้งหมด ลำตัวแบนคล้ายจาน มีเหงือกข้างลำตัวแต่ถูกส่วนอกที่ขยายออกปิดบังไว้ รยางค์ท้ายลำตัวมี 3 เส้น ขนาดสั้น อาศัยอยู่ในน้ำไหลแรง

## วงศ์ Behningiidae

ความยาวลำตัวรวมรยางค์ท้ายประมาณ 13 มิลลิเมตร รยางค์ท้ายลำตัวมี 3 เส้น มีขนแข็งลักษณะคล้ายหงอน (Crown of bristles) ยื่นออกมาที่ส่วนหัว 2 อัน และที่บริเวณ pronotum 2 อัน ขาทั้ง 6 ข้างไม่มีเล็บ เหงือกที่ส่วนท้องพบที่บริเวณ ventral

## วงศ์ Euthyplociidae

ลำตัวแบนเหยียดตรง รยางค์ท้ายลำตัวมี 3 เส้น เหงือกขยายออกข้างลำตัวมีลักษณะเป็นพู่ขนนก กรามขยายไปทางด้านข้างเกินส่วนหัวออกมา ส่วนปลายของกรามยื่นขึ้นไปด้านบนและโค้งเข้าด้านในคล้ายงาข้าง ด้านบนและด้านข้างของกรามมีขนเส้นเล็กๆ กระจายอยู่ทั่ว พบในแหล่งน้ำบริเวณเขตเส้นศูนย์สูตร ในประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้พบเพียงสกุลเดียวคือ สกุล *Polyplocia* พบในลำธารขนาดเล็กบนภูเขาที่มีป่าไม้ปกคลุม (Yule and Sen, 2004; Nguyen and Bae, 2003)

## วงศ์ Potamanthidae

ลำตัวแบนเหยียดตรง ความยาวลำตัวรวมรยางค์ท้ายลำตัวประมาณ 8-15 มิลลิเมตร รยางค์ท้ายลำตัวมี 3 เส้น เหงือกขยายออกข้างลำตัวมีลักษณะเป็นพู่ขนนก กรามขยายไปทางด้านข้างเกินส่วนหัวออกมา ส่วนปลายของกรามยื่นขึ้นไปด้านบนและโค้งเข้าด้านในคล้ายงาข้าง อาศัยอยู่ในบริเวณที่เป็นหิน ทราย และโคลนที่พื้นท้องน้ำ โดยใช้กรามช่วยในการขุด

## วงศ์ Polymitarcyidae

ลำตัวมีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ความยาวลำตัวรวมรยางค์ท้ายประมาณ 12-35 มิลลิเมตร ขาหน้ามีรูปร่างที่เหมาะสมสำหรับการขุด เหงือกมีลักษณะเป็นพู่ขนนก ยื่นขึ้นมาทางด้านหลัง(dorsal) ของส่วนท้อง มีกรามยื่นออกมาเกินส่วนหัว และมีขนาดยาวเท่ากับความยาวของหัว ส่วนปลายของกรามโค้งเข้าด้านในและยื่นลงไปด้านล่าง รยางค์ท้ายลำตัวอันกลางมีความยาวเท่ากันหรือยาวกว่ารยางค์ด้านข้าง อาศัยอยู่ในท้องน้ำที่มีทราย โคลน

## วงศ์ Palingeniidae

ลำตัวเหยียดตรง เหงือกลักษณะเป็นพู่ขนนก แผ่ขึ้นไปทางด้านหลังของส่วนท้อง มีกรามยื่นออกมาด้านหน้าจากส่วนหัว สันด้านนอกของกรามมีลักษณะคล้ายซี่ฟันเล็กๆ

## วงศ์ Ephemeridae

ลำตัวแบนเหยียดตรง ความยาวลำตัวรวมรยางค์ท้ายประมาณ 12-32 มิลลิเมตร มีรยางค์ท้าย 3 เส้น เหงือกมีลักษณะเป็นพู่ขนนก มีกรามยื่นออกมาเกินส่วนหัว ส่วนปลายของกรามโค้งออกด้านนอก อาศัยอยู่ในพื้นที่ตื้นน้ำที่มีทราย และโคลน

## วงศ์ Caenidae

ลำตัวมีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ความยาวลำตัวรวมรยางค์ท้ายประมาณ 2-8 มิลลิเมตร มีรยางค์ท้าย 3 เส้น ตาอยู่ด้านข้างของส่วนหัว ตำแหน่งของเหงือกอยู่ที่ด้านหลังของส่วนท้อง เหงือกที่ปล้องท้องคู่ที่ 2 มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่แต่ไม่เชื่อมติดกันและปกคลุมเหงือกที่เหลือทั้งหมด

## วงศ์ Oligoneuriellidae

ส่วนหัวและลำตัวมีลักษณะแบน ความยาวลำตัวรวมรยางค์ท้ายประมาณ 8-17 มิลลิเมตร รยางค์ท้ายเห็นเพียง 2 เส้น เนื่องจากเส้นตรงกลางสั้นมาก ตาอยู่ทางด้านข้างของส่วนหัว เหงือกไม่เป็นพู่ขนนก มีขนยาวที่บริเวณด้านในของขาหน้า

## วงศ์ Heptageniidae

ส่วนหัวและลำตัวแบนอย่างเห็นได้ชัด ขนาดลำตัวรวมรยางค์ท้ายประมาณ 5-20 มิลลิเมตร รยางค์ท้ายพบทั้ง 3 เส้นและ 2 เส้น เหงือกไม่เป็นพู่ขนนก พบได้ตั้งแต่ปล้องท้องปล้องที่ 1-7 หรือ 1-6 ขามีเล็บสำหรับเกาะและปีนป่ายได้ดี อาศัยอยู่ในน้ำที่ไหลเชี่ยว โดยเกาะอยู่กับก้อนหินหรือสิ่งอื่นๆ ที่อยู่ใต้น้ำ

## วงศ์ Ephemerellidae

ลักษณะลำตัวพบทั้งที่มีลำตัวแบนและเป็นแบบทรงกระบอก รยางค์ท้ายมี 3 เส้น เหงือกมีลักษณะเป็นแผ่นแบบใบไม้ชี้ขึ้นทางด้านหลัง ไม่พบเหงือกบนปล้องท้องที่ 2 มีหนามแหลมที่ด้านหลังของส่วนหัว และอก ที่ส่วนท้องพบว่ามีลักษณะเป็นหนามแหลมที่ด้านข้างของปล้องท้อง บางชนิดพบว่ามีหนามแหลมที่ด้านหลังของส่วนท้องด้วย อาศัยอยู่ตามใต้ก้อนหินในแหล่งน้ำที่มีกระแสช้าไหล

### วงศ์ Leptophlebiidae

ลักษณะลำตัวพบทั้งที่มีลำตัวแบนและเป็นแบบทรงกระบอก รยางค์ท้ายมี 3 เส้น พบเหงือกบริเวณท้องปล้องที่ 1-6 หรือ 1-7 เหงือกมีลักษณะหลากหลายแต่ไม่เป็นพู่ขนนก ยื่นออกทางด้านข้างของส่วนท้อง

### วงศ์ Baetidae

ลำตัวมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ขอบด้านข้างของส่วนท้องไม่มีลักษณะเป็นหนามแหลม รยางค์ท้ายพบทั้งที่มี 2 และ 3 เส้น รยางค์ท้ายสั้นกว่าเส้นข้าง ส่วนใหญ่พบว่าแผ่นปีกคู่หลังมีขนาดเล็กหรือไม่พบเลย เหงือกมีลักษณะเป็นแผ่นแบบใบไม้ยื่นออกไปทางด้านข้างของส่วนท้อง

### บทบาท และหน้าที่ของแมลงชีปะขาวในระบบนิเวศ

ในระบบนิเวศน้ำจืดแมลงชีปะขาวมีบทบาทในการเป็นแหล่งอาหารของปลา และสัตว์ผู้ล่าอื่นๆ นอกจากนั้นตัวอ่อนแมลงชีปะขาวยังมีหน้าที่ในการเป็นผู้กินซากพืชซากสัตว์ เนื่องจากตัวอ่อนแมลงชีปะขาวกินซากพืชซากสัตว์ที่อยู่ในน้ำเป็นอาหารด้วย นอกจากนี้มีตัวอ่อนแมลงชีปะขาวบางชนิดที่ล่าสัตว์ขนาดเล็กเป็นอาหาร (Triplehorn and Johnson, 2005)

### บทบาท และความสำคัญทางสิ่งแวดล้อม

การนำเอาสิ่งมีชีวิตมาใช้ในการศึกษาคุณภาพของน้ำเริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1908 ที่ประเทศเยอรมนี โดย Kolk-witz และ Marsson ได้พัฒนาแนวคิดการตรวจวัดคุณภาพน้ำในแม่น้ำที่มีการปนเปื้อนของมลพิษจากสารประกอบอินทรีย์ และการลดลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยการนำสิ่งมีชีวิตในกลุ่ม saprophytes ในน้ำมาใช้ในการตรวจวัด หลังจากนั้นจึงได้มีการพัฒนาระบบการให้คะแนนสำหรับใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ชื่อว่า Biological Monitoring Working Party (BMWP) โดยการจัดกลุ่มของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในน้ำ และให้คะแนนในแต่ละกลุ่ม โดยกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม และมลพิษมากที่สุดจะได้คะแนนสูง กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีความทนทานต่อมลพิษและการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดจะได้คะแนนต่ำที่สุด โดยในระบบการให้คะแนนนี้แมลงชีปะขาว (Ephemeroptera) แมลงเกาะหิน (Plecoptera) และแมลงหนอนปลอกน้ำ (Trichoptera) ได้คะแนนในระดับสูง (Rosenberg and Resh, 1993)



ในทางสิ่งแวดล้อมแมลงทั้ง 3 อันดับนี้ถึงถูกจัดไว้ในแมลงกลุ่ม EPT (Loeb and Spacie, 1994) ซึ่งเป็นกลุ่มแมลงที่มีความสำคัญในการนำตัวอ่อนมาใช้ร่วมในการจัดการพื้นที่ การประเมินคุณภาพและผลกระทบสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำจืดของหลายประเทศทั่วโลก เนื่องจากตัวอ่อนของแมลงในกลุ่มดังกล่าวนี้เคลื่อนที่ได้น้อย มีวงชีวิตยาวนาน และหลายวงศ์หรือสกุลมีความไวมากต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ดังนั้นระดับวงศ์ สกุลและจำนวนตัวอ่อนของแมลงกลุ่มนี้ที่พบในแหล่งน้ำหนึ่งๆ จึงสามารถสะท้อนคุณภาพโดยรวมของปัจจัยทุกชนิดในแหล่งน้ำนั้นได้

### การศึกษาแมลงชีปะขาวทางด้านสิ่งแวดล้อมในต่างประเทศ

Hatakeyama and Yokoyama (1997) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลของสารฆ่าแมลงต่อการทดลองในกุ่ม และความเปลี่ยนแปลงของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแม่น้ำชุมชนประเทศญี่ปุ่น พบว่าแมลงชีปะขาวชนิด *Baetis sahoensis* มีความทนต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารฆ่าแมลงมากกว่าแมลงชีปะขาวชนิดอื่นที่พบในแม่น้ำ

Lemly and King (2000) ศึกษาแบคทีเรียที่อาศัยอยู่บนตัวแมลงชีปะขาวเพื่อประเมินความเสียหายจากการเพิ่มขึ้นของสารไนเตรท และฟอสเฟตในพื้นที่ชุ่มน้ำ จากการสำรวจภาคสนาม และทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่าปริมาณของสารไนเตรท และฟอสเฟตที่เพิ่มขึ้นในน้ำมีผลทำให้แบคทีเรียที่อาศัยอยู่บนผิวหนัง เหงือก และหาง ของแมลงชีปะขาว *Ephemerella* sp. และ *Drunella* sp. มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและทำลายอวัยวะดังกล่าวทำให้แมลงชีปะขาวตายลงในที่สุด จากผลการวิจัยทำให้ทราบถึงสาเหตุหนึ่งของการลดจำนวนและการตายของแมลงชีปะขาวชนิดดังกล่าวในแหล่งน้ำที่มีสารไนเตรท และฟอสเฟตในปริมาณสูง

Edsall (2001) ศึกษาแมลงชีปะขาววงศ์ Ephemeroidea สกุล *Hexagenia* สำหรับการนำมาใช้เป็นดัชนีชีวภาพสำหรับตรวจวัดคุณภาพน้ำในทะเลสาบเกรทเลค โดยการศึกษามวลชีวภาพเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำหลายปัจจัย พบว่าแมลงชีปะขาวสกุล *Hexagenia* สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีชีวภาพในการตรวจวัดคุณภาพน้ำของทะเลสาบเกรทเลคได้ เนื่องจากแมลงชีปะขาวในสกุลดังกล่าวอาศัยอยู่ในน้ำสะอาด

Gerhardt, Janssens de Bisthoven and Soares (2005) ศึกษาผลกระทบของกรดจากการชะล้างแร่ (Acid mine drainage) และความเป็นกรดต่อแมลงชีปะขาวชนิด *Choroterpes picteti* จากเหมือง São Dominigos ประเทศโปรตุเกส จากการศึกษาในห้องทดลองโดยใช้น้ำจากการชะล้างแร่ pH 3.3 – 6.4 และน้ำที่เก็บไว้เพื่อใช้ภายในเหมืองที่มีการปนเปื้อนของสารหนู pH 6.8 พบว่าแมลง *C. picteti* มีจังหวะการเคลื่อนไหวที่อ่อนแรงลงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ การโบกพัดของเหงือกเพิ่มขึ้นในเมื่ออยู่ในน้ำที่มีค่า pH น้อยกว่า 6 มีการเคลื่อนที่

เพิ่มขึ้นในน้ำจากการชะล้างแร่ที่ค่า pH 5 นอกจากนี้ยังพบว่าในน้ำจากการชะล้างแร่ที่ค่า pH = 3.3 แมลงซีปะขาว *C. picteti* มีอัตราการตายร้อยละ 100 ในน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารหนูมีอัตราการตายร้อยละ 8

Connolly, Crossland and Pearson (2004) ศึกษาผลกระทบของปริมาณที่ลดลงของออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่อการรอดชีวิต การพักจากไข่ และการเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในลำธารในเขตศูนย์สูตร ประเทศออสเตรเลีย พบว่าแมลงในอันดับ Ephemeroptera มีความไวต่อการลดลงของปริมาณออกซิเจนในน้ำมากที่สุด โดยเฉพาะแมลงซีปะขาวในสกุล *Caenis* เป็นสกุลที่มีความไวต่อการลดลงของปริมาณออกซิเจนในน้ำมากที่สุด

Beketov (2004) ศึกษาความไวต่อน้ำที่ปนเปื้อนสารแอมโมเนียม ไนเตรท และไนไตรท์ของแมลงซีปะขาว 6 ชนิด ได้แก่ *Baetis vernus*, *Potamanthus luteus*, *Baetis fuscatus*, *Cleon bifidum*, *Ephemerella lenoki* และ *Heptagenia sulpherea* จากแม่น้ำในบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ของไซบีเรีย ประเทศรัสเซีย พบว่าความไวของแมลงซีปะขาวทั้ง 6 ชนิดต่อน้ำที่ปนเปื้อนสารดังกล่าวเป็นดังนี้ *B. vernus* < *P. luteus* < *B. fuscatus* = *Cleon bifidum* < *E. lenoki* < *H. sulpherea* และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการสำรวจภาคสนามในแหล่งน้ำธรรมชาติ 6 จุด พบแมลงซีปะขาวชนิด *B. fuscatus*, *C. bifidum*, *E. lenoki* และ *H. sulpherea* ในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนน้อย และไม่พบในแหล่งน้ำที่มีสารดังกล่าวปนเปื้อนในปริมาณสูง

### การศึกษาแมลงซีปะขาวทางด้านสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย

Sangpradub et al. (1996) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำจืดกับปัจจัยคุณภาพสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำพอง พบว่าโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำน้ำพองตอนบน ซึ่งมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์น้อย มีความหลากหลายชนิดของสัตว์หน้าดินมากกว่าลำน้ำพองตอนล่างที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์มากกว่า และพบว่าฤดูกาลมีผลมากต่อชนิดและความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน คือในฤดูฝนจะพบจำนวนชนิดและจำนวนตัวของสัตว์หน้าดินลดลงอย่างมาก เนื่องจากเกิดน้ำหลากพัดพาสัตว์ไปกับกระแสน้ำ การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติวิเคราะห์หลายตัวแปรพบว่าสามารถจัดจำแนกสถานะต่างๆ ได้ด้วยข้อมูลองค์ประกอบทางชีวภาพในแต่ละสถานะ และสามารถแสดงปัจจัยทางเคมี ฟิสิกส์ ที่มีความสัมพันธ์ต่อคุณภาพน้ำได้ พบตัวอ่อนแมลงซีปะขาว และตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำมากในบริเวณแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี ในการศึกษาดังกล่าวได้พัฒนาดัชนีชีวภาพสำหรับจัดจำแนกคุณภาพแหล่งน้ำจืด 2 แบบ คือ ดัชนีน้ำพอง ซึ่งเป็นการให้คะแนนแก่สัตว์แต่ละวงศ์ตามการกระจายตัวที่พบในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพแตกต่างกัน วงศ์ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดีกว่าจะมีค่าคะแนนสูงกว่าสัตว์วงศ์ที่กระจายตัวในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพต่ำกว่า และดัชนี Q (Quality

Index) เป็นการพิจารณาสัตว์หน้าดินระดับวงศ์จากความอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมและปริมาณที่พบ คือ แบ่งสัตว์เป็น 5 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มอ่อนไหวมาก กลุ่มอ่อนไหว กลุ่มที่ทนได้ในสภาพคุณภาพน้ำพอใช้ กลุ่มที่ทนทาน และกลุ่มที่ทนทานมาก ในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดีจะพบกลุ่มสัตว์ 2 กลุ่มแรกในปริมาณหรือสัดส่วนที่มากกว่าแหล่งน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี

นฤมล แสงประดับ และคณะ (2542) ศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงกลุ่ม Ephemeroptera Plecoptera และ Tricoptera (EPT) ในลำธารภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 25 สาย พบตัวอ่อนแมลงกลุ่ม EPT มีความหลากหลายมากโดยพบแมลงชีปะขาว 46 ชนิด แมลงเกาะหิน 13 ชนิดและแมลงหนอนปลอกน้ำอย่างน้อย 64 ชนิด ปัจจัยที่มีผลมากต่อการกระจายตัวของตัวอ่อนคือ ปริมาณป่าไม้ปกคลุม ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ความลึก และความเร็วของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ และค่าของแข็งละลายในน้ำ ตัวอ่อนของแมลงกลุ่มนี้มีการกระจายตัวมากที่สุดในลุ่มน้ำป่าสัก ลุ่มน้ำชี และลุ่มน้ำโขงตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้นำตัวอ่อนระยะสุดท้ายหรือดักแด่มาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ เพื่อเชื่อมโยงตัวเต็มวัยกับตัวอ่อน พบว่าสามารถเชื่อมโยงตัวอ่อนแมลงชีปะขาวได้ 4 สกุล แมลงหนอนปลอกน้ำได้ 11 ชนิด ส่วนแมลงเกาะหินยังไม่สามารถเชื่อมโยงได้

Luadee (2002) ศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำบางกลุ่มจากลุ่มน้ำเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่เพื่อการประเมินทางชีวภาพของสิ่งแวดล้อม พบแมลงในกลุ่มแมลงเกาะหิน 2 วงศ์ 5 สกุล 10 ชนิด แมลงหนอนปลอกน้ำ 17 วงศ์ 38 สกุล 127 ชนิด และแมลงชีปะขาว 7 วงศ์ โดยพบวงศ์ Heptageniidae, Baetidae และ Ephemeridae มีจำนวนมากที่สุด จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำพบว่ามีความสัมพันธ์จำนวน 10 ปัจจัย ประกอบด้วยค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งละลายน้ำ ปริมาณสารไนเตรท-ไนโตรเจน ปริมาณสารซัลเฟต อุณหภูมิ น้ำ ความไวกระแสน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ และค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์คลอโรนเอสเตอเรส (Chlorinesterase enzyme) จากตะกอน มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มจุดศึกษาที่แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับผลกระทบจากการใช้พื้นที่ทางการเกษตรในระดับปานกลาง และกลุ่มที่ได้รับผลกระทบจากการใช้พื้นที่ทางการเกษตรในระดับสูง 2 กลุ่ม

Mustow (2002) ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำจากแม่น้ำในลุ่มน้ำปิง โดยการนำเอาระบบการให้คะแนนแบบ BMWP มาใช้และดัดแปลงเพื่อให้สอดคล้องกับสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำดังกล่าวให้มากขึ้น พบว่าปัญหาในการนำระบบการให้คะแนนแบบ BMWP มาใช้ในประเทศไทยส่วนหนึ่งเกิดจากการมีคู่มือในการจัดจำแนกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในประเทศไทยที่ยังมีอยู่น้อย โดยมีแมลงใน

อันดับ Ephemeroptera 2 วงศ์คือ วงศ์ Baetidae และ Siphonuridae คือการจัดจำแนกเพื่อแยกแมลงชีปะขาว 2 วงศ์นี้ยังไม่ดีนัก

บุญเสฐียร บุญสูง และคณะ (2546) ศึกษาความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำธารห้วยเขย่ง และห้วยทิม อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี พบว่าในลำธารที่ไหลผ่านบริเวณพื้นที่ป่ามีโครงสร้างทางชุมชนสัตว์แตกต่างจากลำธารที่ไหลผ่านพื้นที่ทำเกษตรกรรมและไหลผ่านชุมชนอย่างชัดเจน โดยพบว่าความหลากหลายชนิดของตัวอ่อนของแมลงในกลุ่ม EPT มีมากในลำธารที่ไหลผ่านพื้นที่ป่าและลดลงตามลำดับในลำธารที่ไหลผ่านพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชน การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมพบว่าเทคนิคการวิเคราะห์หลายตัวแปรสามารถบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของชุมชนสัตว์ที่ตอบสนองต่อมลภาวะได้ดีกว่าการพิจารณาความหลากหลายชนิดและดัชนีชีวภาพ

กานตริตา เชียงทอง (2547) ศึกษาการใช้แมลงน้ำเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของคุณภาพน้ำลุ่มน้ำแม่คำ อำเภอแม่จัน และอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย โดยใช้ดัชนีชีวภาพ 4 แบบคือดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ คะแนน BMWP<sup>Thai</sup> ร่วมกับ ASPT สัดส่วน EPT ต่อแมลงทั้งหมด และ HBI เพื่อเปรียบเทียบผลการประเมินคุณภาพน้ำ จากการเก็บตัวอย่างพบแมลงน้ำ 241 ชนิด 86 วงศ์ 10 อันดับ โดยพบแมลงน้ำในวงศ์ Baetidae ในอันดับ Ephemeroptera มีจำนวนมากที่สุด จากการใช้แมลงน้ำประเมินคุณภาพน้ำสามารถแบ่งจุดศึกษาได้เป็น 3 กลุ่ม คือ จุดศึกษาที่มีคุณภาพน้ำดี จุดศึกษาที่มีคุณภาพน้ำปานกลาง และจุดศึกษาที่มีคุณภาพน้ำค่อนข้างเสีย เมื่อใช้คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการของน้ำเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินในประเทศไทยสามารถประเมินคุณภาพน้ำได้ผลเช่นเดียวกันกับการใช้แมลงน้ำประเมินคุณภาพน้ำ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าค่าความนำไฟฟ้า ปริมาณไนเตรท มีความสัมพันธ์กับแมลงน้ำทั้ง 10 อันดับ และดัชนีชีวภาพ 3 แบบ คือ ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ คะแนน BMWP<sup>Thai</sup> ร่วมกับ ASPT และสัดส่วน EPT ต่อแมลงทั้งหมด ผลจากการใช้ดัชนีชีวภาพทั้ง 4 แบบในการประเมินคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำแม่คำ ดัชนีความหลากหลายสามารถใช้ได้ดีในระดับหนึ่งแต่ต้องคำนึงถึงชนิดของแมลงน้ำที่พบ HBI ไม่เหมาะสมที่จะใช้ในลำน้ำขนาดเล็กหรือพื้นที่ต้นน้ำที่พบแมลงน้ำเป็นส่วนใหญ่ สัดส่วน EPT ต่อแมลงน้ำทั้งหมดสามารถใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำได้ดี แต่ควรปรับปรุงให้เหมาะสมกับประเทศไทยซึ่งพบแมลงน้ำในอันดับ Plecoptera น้อย และสำหรับการใช้คะแนน BMWP<sup>Thai</sup> ร่วมกับ ASPT มีความเหมาะสมมากที่สุดในการนำมาใช้ประเมินคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำแม่คำ

วรรณวิมล ภัทรสิริวงศ์ (2547) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ฟันแท่งน้ำกับโลหะหนักในแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำนครนายก โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและจำนวนของสัตว์ฟันแท่งน้ำกับการตกค้างของโลหะหนัก โดยวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหนัก 8 ชนิด ได้แก่ แคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว และสังกะสี และคุณสมบัติอื่นๆ ของน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง(pH) ความลึกของระดับน้ำ ความเร็วกระแสน้ำ ความโปร่งแสงของน้ำ และธาตุอาหาร 4 ชนิด คือ ไนเตรท ไนไตรท์ ฟอสเฟต พบว่าในแม่น้ำนครนายกมีค่าปริมาณโลหะหนักและธาตุอาหารทั้ง 4 ชนิดน้อยกว่าในแม่น้ำเจ้าพระยา และพบว่าความหลากหลายและจำนวนของแมลงซีแพวในแม่น้ำนครนายกมีค่ามากกว่าในแม่น้ำเจ้าพระยาอย่างมีนัยสำคัญที่  $p < 0.05$