



แมลงน้ำวงศ์ไฮดรอปไซด์ (อันดับไทรคอบเทอรา)
เพื่อเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของคุณภาพน้ำ
Hydropsychidae (Insecta: Trichoptera)
as Bio-indicators of Water Quality

แดงอ่อน พรหมมี¹

บทคัดย่อ

การประเมินคุณภาพน้ำในแม่น้ำและลำธารควรที่จะมีการใช้ปัจจัยทางกายภาพ เคมีและชีวภาพควบคู่กันไป ปัจจัยทางชีวภาพที่มีศักยภาพในการประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำคือกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ที่อาศัยอยู่ตามพื้นท้องน้ำ โดยเฉพาะแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอรา ซึ่งเป็นกลุ่มสัตว์ที่มีความหลากหลายมากกลุ่มหนึ่งในแหล่งน้ำ ระยะตัวอ่อนของแมลงกลุ่มนี้ทุกชนิดอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ เป็นองค์ประกอบหลักในแหล่งน้ำและเป็นตัวหมุนเวียนสารอาหารในแหล่งน้ำ ระยะตัวอ่อนของแมลงน้ำกลุ่มนี้จะตอบสนองต่อปัจจัยของสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำทุกรูปแบบ ระยะตัวเต็มวัยอาศัยอยู่บนบกบริเวณต้นไม้ซึ่งไม่ไกลจากแหล่งน้ำมากนัก หากินเวลากลางคืน ความรู้ทางด้านอนุกรมวิธานและชีววิทยาไม่ว่าจะเป็นระยะตัวอ่อนหรือตัวเต็มวัยของแมลงน้ำอันดับไทรคอบเทอราในประเทศแถบยุโรปตะวันตกและอเมริกาเหนือสามารถวินิจฉัยได้ถึงระดับชนิด โดยเฉพาะแมลงน้ำวงศ์ไฮดรอปไซด์ มีการประยุกต์ใช้ในการติดตามตรวจสอบทางชีวภาพของคุณภาพน้ำ เนื่องจากชนิดของตัวอ่อนแมลงน้ำวงศ์นี้มีความทนทานต่อมลพิษในช่วงกว้างมากกว่าแมลงน้ำชนิดอื่น ๆ

¹สายวิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

ABSTRACT

Assessment on rivers and streams water quality should incorporate aspects of chemical, physical, and biological. Of all the potential groups of freshwater organisms that have been considered for use in biological monitoring in rivers and streams, benthic macroinvertebrates are most often recommended, especially caddisflies or Trichoptera, comprise the most diverse order of insects whose members are exclusively aquatic. Caddisfly larvae contribute significantly to zoobenthic biomass and the processing of organic resources. Larvae, which are particularly responsive to in-stream environmental gradients, are restricted to the permanently wetted stream perimeter. Adults are terrestrial insects that fly mostly at dusk not far from the water. In regions like Europe and North America, where their taxonomy and biology are well known in both the adult and larval stages, hydropsychids are used as the most accurate and cost effective indicators of water quality because the immature stages are the ones that are exposed to pollution.

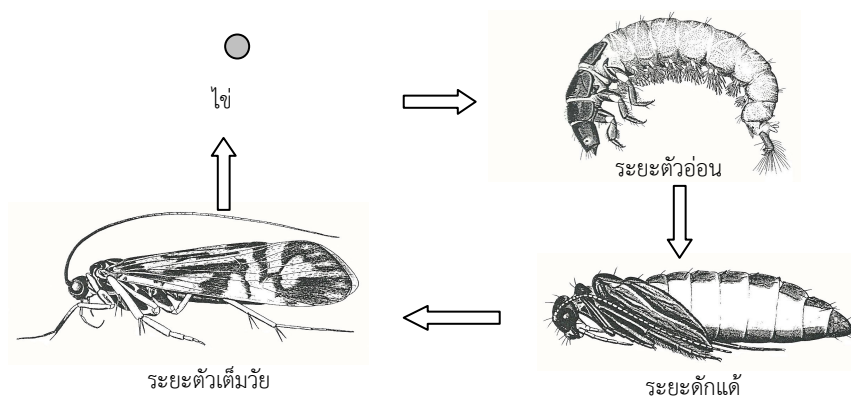
คำสำคัญ: แมลงน้ำวงศ์ไฮดรอปไซคิดี ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ คุณภาพน้ำ

Keywords: Hydropsychidae, Bio-indicator, Water quality

บทนำ

แมลงน้ำอันดับ Trichoptera (Order Trichoptera หรือ caddisflies) จัดเป็นกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่หน้าดิน (Benthic macroinvertebrate) อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำไหลทั่วโลก เป็นแมลงที่ถอดรูปร่างสมบูรณ์ (complete metamorphosis) ตัวเต็มวัยมีลักษณะคล้ายคลึงกับผีเสื้อกลางคืน (moth) โดยส่วนมากลำตัวมีสีดำเทาหรือสีน้ำตาลเข้ม เมื่อเกาะอยู่กับที่ปีกพับจะมีลักษณะคล้ายรูปหลังคา (roof-like) หนวดยาวเรียว บางชนิดยาวกว่าปีก ออกหากินในเวลากลางคืนส่วนเวลากลางวันจะพักอาศัยอยู่ตามพุ่มไม้ข้าง ๆ ลำธาร ตัวเมียวางไข่ในน้ำหรือบนพืชน้ำหรือบริเวณต้นไม้ที่ห้อยเหนือน้ำ ตัวอ่อนมีลักษณะเป็นหนอนอาศัยอยู่ในน้ำ ลำตัวเป็นทรงกระบอก มีส่วนหัวและขาเจริญดี ลำตัวมีเหงือกลักษณะเป็นเส้น ๆ รวมกันอยู่เป็นกระจุกอยู่

ด้านล่างของส่วนท้อง โคนขาและปลายท้อง ที่ปลายท้องมีรยางค์ปลายเป็นตะขอ (anal proleg) 1 คู่ ส่วนมากจะสร้างปลอก (case) จากวัสดุที่มีอยู่ในลำธาร โดยวัสดุที่นำมาสร้างปลอกนั้นจะแตกต่างกันแล้วแต่ชนิด บางชนิดใช้เม็ดทราย บางชนิดใช้ใบไม้หรือกิ่งไม้ แต่มีบางชนิดไม่สร้างปลอก ดำรงชีวิตแบบอิสระ (free living form) วงชีวิตของแมลงน้ำอันดับนี้เริ่มจากเมื่อตัวเต็มวัยผสมพันธุ์และวางไข่ไข่ (egg) ฟักเป็นตัวหนอนใช้เวลาประมาณ 7 วัน จากนั้นตัวอ่อน (larva) อาศัยอยู่ในน้ำ พัฒนาเป็นตัวอ่อนระยะต่าง ๆ โดยทั่วไปแมลงน้ำอันดับนี้มี 5 ระยะ เมื่อตัวหนอนโตเต็มที่จะเข้าดักแด้ (pupa) และพัฒนาเป็นตัวเต็มวัย (adult) (รูปที่ 1) วงชีวิตส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 1 ปี แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณอาหาร รวมทั้งปัจจัยของสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ในแหล่งน้ำ (Wiggins, 1996)



รูปที่ 1 วงชีวิตแบบสมบูรณ์ (complete life cycle) ของแมลงน้ำอันดับ Trichoptera (McCafferty and Provansha, 1981)

ความหลากหลายและการจำแนกแมลงน้ำอันดับ Trichoptera

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำอันดับ Trichoptera เริ่มต้นในยุโรปตะวันตกมากกว่าหนึ่งศตวรรษ ต่อมาเมื่อมีการศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำอันดับนี้อย่างต่อเนื่องและแพร่กระจายไปยังทวีปต่าง ๆ Schmid (1984) ประเมินจำนวนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera ทั่วโลกมีประมาณ 50,000 ชนิด ซึ่ง 40,000 ชนิด พบในแถบเอเชีย ปัจจุบันพบตัวเต็มวัยของแมลงน้ำอันดับ Trichoptera จำนวน 12,627 ชนิด 610 สกุล 46 วงศ์ และที่พบเป็นฟอสซิลจำนวน 78 สกุล 7 วงศ์ (de Moor and Ivanov, 2008) ใน Oriental region จะพบมากกว่า Neotropical region แต่ใน Oriental region ยังไม่สามารถระบุชนิดได้มากนัก (Morse, 1997) วงศ์ Hydropsychidae ที่มีการระบุชนิดแล้วทั่วโลกมีจำนวน 1,462 ชนิด 52 สกุล ซึ่งจำนวนชนิดของแมลงน้ำวงศ์นี้มีจำนวนมากเป็นลำดับที่สามารถรองจากแมลงน้ำวงศ์ Hydroptilidae (1,677 ชนิด) และวงศ์ Leptoceridae (1,567 ชนิด) แมลงน้ำอันดับ

Trichoptera ทั้ง 3 วงศ์พบหลากหลายในเขตร้อน ในเขตชีวโลกได้พบได้น้อย ในแหล่งน้ำไหลพบแมลงน้ำอันดับ Trichoptera จำนวนมากกว่าแมลงน้ำชนิดอื่น ๆ

ในปี พ.ศ. 2485 ได้มีรายงานการพบตัวเต็มวัยแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Stenopsychidae ชนิด *Stenopsyche siamensis* Martynov 1931 ในประเทศไทย ทำให้ทราบว่ามีการศึกษาแมลงน้ำอันดับ Trichoptera กว่า 70 ปีที่ผ่านมา แต่การศึกษาทำเพียงบางกลุ่มไม่มีการรวบรวมเอกสารการสำรวจ การดำเนินงานส่วนใหญ่กระทำโดยนักวิจัยต่างประเทศ ต่อมาในปี พ.ศ. 2531 รองศาสตราจารย์ ดร. พรทิพย์ จันทรมงคล จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ศึกษาตัวเต็มวัยของแมลงน้ำอันดับ Trichoptera ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจากประเทศออสเตรเลีย (Prof. Dr. Hans Malicky) โดยเริ่มต้นศึกษาความหลากหลายของแมลงอันดับ Trichoptera ที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์และดอยสุเทพ-ปุย และได้ขยายพื้นที่ศึกษาครอบคลุมทั่วประเทศไทย ปัจจุบันพบตัวเต็มวัยของแมลงน้ำอันดับ Trichoptera จำนวน 998 ชนิด จำแนกได้ 28 วงศ์ 110 สกุล (Malicky, 2010)

แมลงน้ำวงศ์ไฮดรอปไซคิดี (Family Hydropsychidae)

แมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae ทั่วโลกประกอบด้วย 5 วงศ์ย่อยคือ Arctopsychinae, Diplelectroninae, Hydropsychinae, Smicrideinae และ Macronematinae แต่นักอนุกรมวิธานบางท่านเช่น Lepneva (1970); Schmid (1968) และ Malicky and Chantaramongkol (1993) ได้ตั้งวงศ์ย่อย Arctopsychinae เป็นวงศ์ Arctopsychidae ซึ่งมีสมาชิกสกุล *Maesaipsyche* ที่สำรวจในพบบประเทศไทย

Malicky (2010) ใช้ข้อมูลแมลงน้ำตัวเต็มวัยจำแนกแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae ในประเทศไทยออกได้เป็น 3 วงศ์ย่อย ดังนี้

1. Subfamily Diplelectroninae Ulmer 1951

Diplectronea Westwood 1839

2. Subfamily Hydropsychinae Curtis 1835

Cheumatopsyche Wallengren 1891

Hydromanicus Brauer 1865

Hydropsyche Pictet 1834

Potamyia Banks 1900

3. Subfamily Macronematinae Ulmer 1907

Aethaloptera Brauer 1875

Amphipsyche MacLachlan 1872

Macrostemum Kolenati 1859

Oestropsyche Ulmer 1957

Polymorphanisus Walker 1852

Pseudoleptonema Mosely 1933

Trichomacronema Schmid 1964

ในประเทศไทยพบตัวเต็มวัยของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae จำนวน 120 ชนิดจากจำนวนตัวเต็มวัยแมลงน้ำอันดับ Trichoptera ทั้งสิ้น 998 ชนิด

(Malicky, 2010) โดยตัวอ่อนของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae (รูปที่ 2) มีลักษณะที่แตกต่างจากแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์อื่น ๆ ตรงที่มีแผ่นแข็ง (sclerites) ปิดส่วนปล้องอกทั้งสามปล้อง บริเวณปล้องอกและปล้องท้องมีกลุ่มของเหงือกที่มีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อสีขาวขุ่น และมีกลุ่มของขนที่ยาว ๆ บริเวณปลายของ anal proleg แมลงน้ำวงศ์นี้เกือบทุกสกุลมีร่องเส้น (stridulatory lines) ที่ทำให้เกิดเสียง บริเวณใต้ส่วนหัวและมีอวัยวะสำหรับครูด (scrapers) บริเวณขาคู่หน้า ซึ่งลักษณะเช่นนี้อาจจะใช้เป็นตัวบ่งชี้ชนิดของแมลงน้ำวงศ์นี้ได้ แมลงน้ำวงศ์นี้ทุกชนิดกินอาหารโดยการกรองอาหารที่มากับกระแสน้ำโดยสร้างตาข่ายดักจับอาหาร ซึ่งตาข่ายที่สร้างขึ้นมีลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละชนิด ในตัวอ่อนของวงศ์ย่อย Diplelectroninae และ Hydropsychinae จะสร้างตาข่ายที่มีขนาดตาถี่ติดกับก้อนหินขนาดใหญ่ในลำธาร ขนาดของตาข่ายที่สร้างและตำแหน่งที่ยึดติดกับก้อนหินจะแตกต่างกันเนื่องจากองค์ประกอบของชนิดของอาหารต่างกันและส่วนใหญ่ตำแหน่งของตาข่ายก็จะหันไปในทิศทางตรงกันข้ามกับการไหลของกระแสน้ำเพื่อดักจับอาหารอาหารของแมลงน้ำกลุ่มนี้ประกอบด้วยสาหร่าย ใบไม้ที่ร่วงลงสู่ลำธารและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังชนิดอื่น ๆ ที่ไหลมาตามกระแสน้ำ

การจำแนกตัวอ่อนแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae

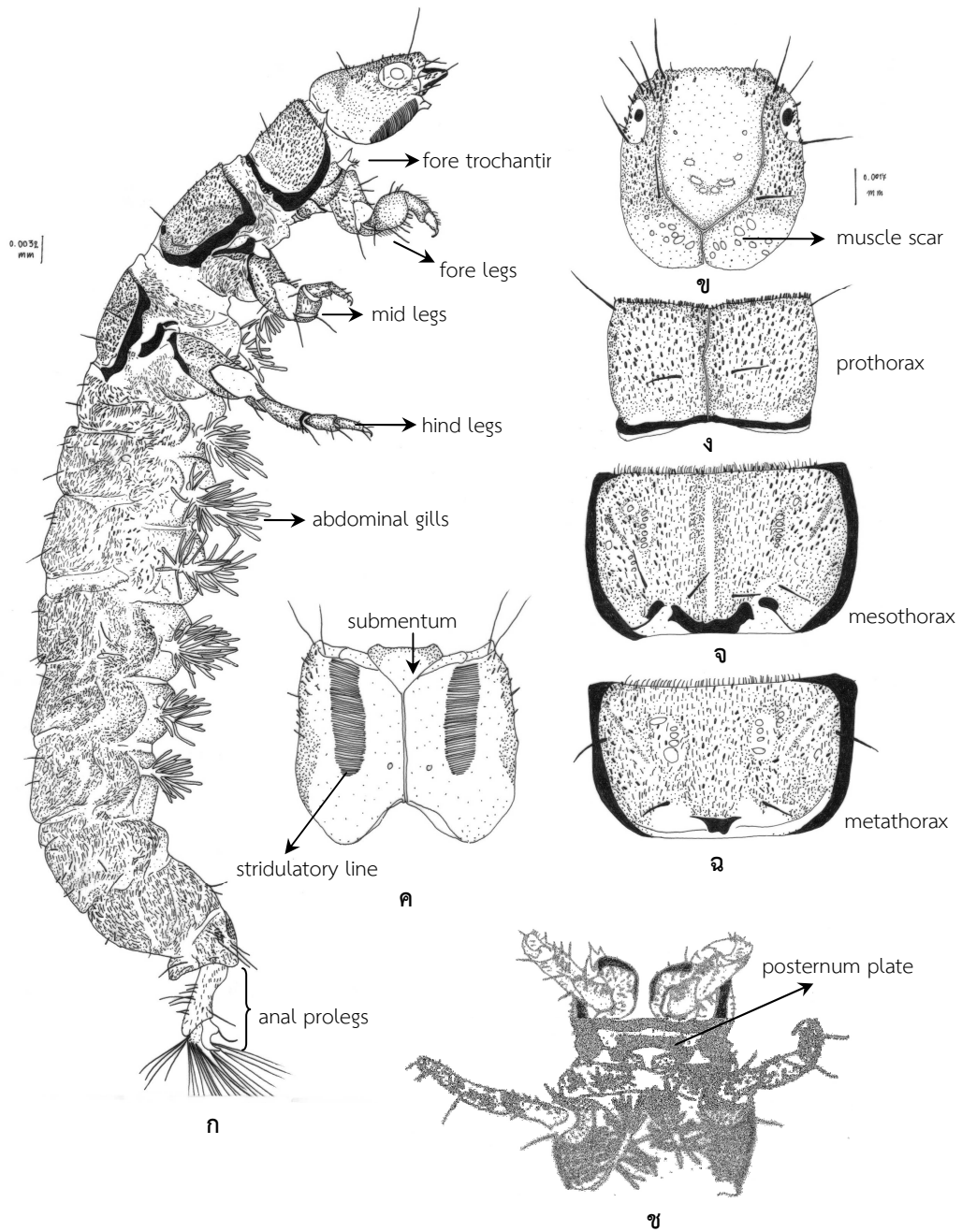
ความรู้ทางด้านอนุกรมวิธานและชีววิทยาไม่ว่าจะเป็นระยะตัวอ่อนหรือตัวเต็มวัยของแมลงน้ำอันดับ Trichoptera ในประเทศแถบยุโรปตะวันตกและอเมริกาเหนือสามารถวินิจฉัยได้ถึงระดับชนิดและมีการประยุกต์ใช้ในการติดตามตรวจสอบทางชีวภาพของคุณภาพน้ำ เนื่องจากชนิดตัวอ่อนของแมลงน้ำอันดับ

Trichoptera มีความทนทานต่อมลพิษในช่วงกว้างมากกว่าแมลงน้ำชนิดอื่น ๆ แต่การประยุกต์ใช้ตัวอ่อนของแมลงน้ำอันดับ Trichoptera ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในประเทศไทยต้องเผชิญกับอุปสรรค เนื่องจากไม่สามารถจัดจำแนกชนิดตัวอ่อนของแมลงน้ำอันดับ Trichoptera ถึงระดับชนิดได้ เพราะในช่วงตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงน้ำอันดับ Trichoptera มีลักษณะและถิ่นอาศัยแตกต่างกัน การที่จะเชื่อมโยงตัวอ่อนกับตัวเต็มวัยที่ทราบชนิดแล้วจึงเป็นเรื่องที่ยาก (Dudgeon, 1999)

Dudgeon (1999) ได้รวบรวมข้อมูลทางอนุกรมวิธานตัวอ่อนของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยจำแนกถึงระดับสกุล จากการรวบรวมข้อมูลพบว่าตัวอ่อนของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae บางสกุลที่มีรายงานการค้นพบในระยะตัวเต็มวัย เช่น *Diplex* (Sarawak) และ *Sciops* (Sulawesi) แต่ในระยะตัวอ่อนไม่ทราบข้อมูลที่สามารถระบุถึงระดับสกุล ถึงแม้ว่าตัวอ่อนของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ไม่สามารถวินิจฉัยถึงระดับชนิด แต่ Morse (2004) ได้จัดทำคู่มือสำหรับวินิจฉัยตัวอ่อนของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae ถึงระดับสกุล

การจัดทำคู่มือวินิจฉัยตัวอ่อนแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae ในระดับสกุล ได้มีผู้สนใจทำไว้ดังนี้ ในแถบตะวันออกของอเมริกาเหนือ Schuster and Etnier (1978) ใช้รูปแบบและลวดลายของสปีนส่วนหัว

(head color) ทำคู่มือในการวินิจฉัยตัวอ่อนแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae สกุล *Hydropsyche* และ *Ceratopsyche* ส่วน Scheffer and Wiggins (1986) ใช้ลักษณะของขนแข็ง (setae) ทำคู่มือในการวินิจฉัยตัวอ่อนของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae สกุล *Ceratopsyche* ในแถบยุโรป Edington and Hildrew (1995); Pitsch (1993) และ Waringer and Graf (1997) ใช้รูปแบบและลวดลายของสปีนส่วนหัวและขนแข็ง ทำคู่มือในการวินิจฉัยตัวอ่อนแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae ในแถบญี่ปุ่นและแอฟริกา Tanida (1987) และ Statzner (1984) ใช้ลักษณะขอบด้านบนของส่วนหัว (anterior margin of head capsule) ทำคู่มือในการวินิจฉัยตัวอ่อนของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae Hayashi (1998) และ Hayashi and Yun (1999) หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวอ่อนและตัวเต็มวัยพร้อมทั้งบรรยายลักษณะตัวอ่อนของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae สกุล *Cheumatopsyche* โดยการเปรียบเทียบ esterase isozymes Plague and McArthur (1998) ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae สกุล *Cheumatopsyche* จำนวน 5 ชนิด ในแถบตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกาโดยการเปรียบเทียบ allozyme ซึ่งประสบผลสำเร็จจัดแต่ว่าตัวอ่อนแมลงน้ำสกุลนี้ยังไม่ได้บรรยายลักษณะ



รูปที่ 2 ลักษณะตัวอ่อนของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae: *Hydromanicus serubabel*: ก) ระยะตัวอ่อน; ข) ส่วนหัวด้านบน; ค) ส่วนหัวด้านท้องแสดงร่องเส้น (stridulatory lines); ง) ออกปล้องแรก (prothorax); จ) ออกปล้องที่สอง (mesothorax); ฉ) ออกปล้องที่สาม (metathorax); ช) ด้านท้องแสดงลักษณะของแผ่นแข็งใต้ปล้องออกปล้องแรก (prothorax plate) (Prommi, 2007)

ในประเทศไทยการศึกษาระยะตัวอ่อนของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae ต้องศึกษาควบคู่กับระยะตัวเต็มวัย เนื่องจากไม่สามารถระบุชนิดของระยะตัวอ่อนได้ถ้าปราศจากข้อมูลของตัวเต็มวัย ทั้งนี้เพราะจากระยะไข่ ระยะตัวอ่อน ระยะดักแด้และระยะตัวเต็มวัยล้วนมีรูปร่างที่แตกต่างกันมาก Prommi (2007) ศึกษาชนิดตัวอ่อนของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae ควบคู่กับชนิดตัวเต็มวัยในลำธารภาคใต้ของประเทศไทย โดยเลือกเก็บระยะดักแด้ของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae ที่เจริญเติบโตเต็มที่พร้อมจะกลายเป็นตัวเต็มวัยซึ่งมีลักษณะของอวัยวะเพศผู้เจริญเต็มที่ นำตัวอย่างที่ได้ไปเปรียบเทียบกับตัวเต็มวัย และนำแผ่นแข็งที่ปกคลุมส่วนหัวและปล้องอกที่หลงเหลืออยู่ในปลอกไปเปรียบเทียบกับตัวอ่อนระยะสุดท้ายที่เก็บได้ก็จะทราบชนิดของตัวอ่อน แต่วิธีการนี้มีข้อจำกัดที่ว่าระยะดักแด้ที่เก็บได้ต้องเป็นเพศผู้เท่านั้นและช่วงเวลาในการเก็บระยะดักแด้ก็สั้นมาก คือก่อนเวลาที่ระยะดักแด้จะกลายเป็นตัวเต็มวัยเพียงไม่กี่นาทีเท่านั้นจากการศึกษาพบแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae จำนวน 46 ชนิด และสามารถเชื่อมโยงระยะตัวอ่อนที่ไม่ทราบชนิดกับระยะตัวเต็มวัยที่ทราบชนิดแล้วได้ทั้งสิ้น 8 สกุล 23 ชนิด ดังนี้ *Diplectrona gombak*, *Cheumatopsyche charites*, *C. copia*, *C. tramota*, *Potamyia chaos*, *P. phaidra*, *Hydropsyche assarakos*, *H. brontes*, *H. butes*, *H. camillus*, *H. dolosa*, *H. pallipenne*, *Hydromanicus adonis*, *H. klanklini*, *H. abiud*, *H. inferior*, *H. serubabel*, *Macrostemum dohmi*, *M. hestia*, *M. fenestratum*, *Pseudoleptonema quinquefasciatum*, *P. supalak*, *Tricho macronema tamdao* (รูปที่ 4) นอกจากนี้ได้นำตัวอ่อนของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae จากลำธารที่ศึกษามาเลี้ยงให้กลายเป็นตัวเต็มวัย และสร้างคู่มือการ

จัดจำแนกตัวอ่อนของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae ขึ้นโดยใช้ลักษณะที่สำคัญในการจำแนกความแตกต่างทั้งในระดับวงศ์ย่อย ระดับสกุลและระดับชนิด พร้อมทั้งได้อธิบายถึงถิ่นอาศัยของตัวอ่อนแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae ด้วย

แมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae กับคุณภาพน้ำ

ปัญหาสำคัญของแหล่งน้ำจิตตามธรรมชาติส่วนใหญ่มาจากภาวะคุกคามที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพน้ำ เช่น ปัญหาการแพร่กระจายของสารพิษและโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำ (เช่น สารหนู แคดเมียมและตะกั่ว) จากการทำเหมืองแร่ดิบบุกและสังกะสี และการระบายน้ำทิ้งที่มีฤทธิ์เป็นกรดจากการทำเหมืองแร่บางชนิด เช่น ยิปซัม และถ่านหิน การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและสัตว์จากการทำการเกษตรใกล้ ๆ แหล่งน้ำ การปล่อยน้ำทิ้งจากกิจกรรมในครัวเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำโดยไม่ผ่านการบำบัด เมื่อสารพิษเหล่านี้ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติจะไม่สามารถกำจัดให้หมดไปโดยการย่อยสลายทางชีวภาพได้ ในขณะเดียวกันสารพิษเหล่านี้จะสะสมลงในตะกอนดินและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น สารพิษที่มีความเข้มข้นเพียงน้อยนิดที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้สามารถส่งผลกระทบต่อในแง่ลบต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ สุขภาพของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำ และสามารถปนเปื้อนในห่วงโซ่อาหาร นอกจากนี้สารพิษที่เกิดขึ้นบางครั้งไม่สามารถจำแนกได้ว่าเป็นสารพิษชนิดใดที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ถึงแม้ว่าเราสามารถติดตามตรวจสอบผลกระทบของคุณภาพน้ำได้ด้วยวิธีการทางเคมี แต่การประเมินผลกระทบต่อระบบนิเวศและสุขภาพอนามัยของมนุษย์ก็ยังคงทำได้ยาก การติดตามตรวจสอบทางชีวภาพในแหล่งน้ำจึงจึงมีความสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมต่อการ

ตรวจวัดทางเคมีและกายภาพ ทำให้การประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

การประยุกต์ใช้แมลงน้ำอันดับ Trichoptera ติดตามตรวจสอบคุณภาพของแหล่งน้ำได้ถือกำเนิดขึ้นเป็นระยะเวลานานแล้ว (Rosenberg and Resh, 1993) เนื่องจากมีข้อได้เปรียบกว่าการตรวจวัดทางเคมีและกายภาพบางประการ เช่น สามารถทำนายผลกระทบที่เกิดจากเหตุการณ์ในอดีตได้ ในขณะที่การตรวจวัดทางเคมีและกายภาพสามารถบอกสภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ ณ เวลาที่ทำการตรวจวัดเท่านั้น (Hellawell, 1986) โดยอาศัยหลักความจริงที่ว่ากลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ที่เป็นสัตว์หน้าดินอาศัยอยู่ในถิ่นที่อยู่ทุกรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นบริเวณน้ำไหลเร็วหรือช้าและพื้นที่ตื้นน้ำเป็นอย่างไรก็ตาม มีความหลากหลายชนิดที่ทนทานกับสภาวะมลพิษได้แตกต่างกัน ดังนั้นจึงเป็นสื่อที่ดีซึ่งเมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงตาม การเกาะติดอยู่กับที่และเคลื่อนที่ในระยะใกล้เหมาะสมกับการศึกษาให้เห็นความแตกต่างของสถานที่ที่มีผลกระทบต่างกันและมีวัฏจักรชีวิตที่ยาวนาน ทำให้เห็นความแตกต่างของปัญหาพิษที่มีต่อสิ่งมีชีวิตในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ชนิดและจำนวนของกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ที่เป็นสัตว์หน้าดินในแหล่งน้ำหนึ่ง ๆ จึงสะท้อนคุณภาพโดยรวมของปัจจัยในแหล่งน้ำนั้นได้เป็นอย่างดี เหตุผลที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่กลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินได้รับความนิยมในการนำมาใช้เพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำคือลดค่าใช้จ่ายในการติดตามตรวจสอบได้ เนื่องจากโดยทั่วไปการตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำในทางเคมีนั้นจะมีค่าใช้จ่ายสูงมากและยังเป็นการเพิ่มปริมาณสารพิษให้กับสิ่งแวดล้อมไปในเวลาเดียวกัน การใช้กลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินช่วยในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำจะเป็นการลด

ค่าใช้จ่ายในการติดตามตรวจสอบและการบำบัดสารพิษที่อาจเกิดจากการตรวจวิเคราะห์และยังสามารถลดงบประมาณค่าใช้จ่ายในการติดตามตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำในระยะยาวลงได้มาก (Hauer and Hill, 1996; Resh et al., 1996)

แมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae มีความสำคัญต่อระบบนิเวศน้ำไหล ทำให้ได้รับความสนใจในการศึกษาทั้งการศึกษาการตอบสนองต่อการปนเปื้อนของโลหะหนักและสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรในระดับ subcellular เช่นการศึกษาของ Cain and Luoma (1998) ซึ่งศึกษาการสะสมของโลหะหนักในเนื้อเยื่อตัวอ่อนสกุล *Hydropsyche* spp. ที่อาศัยอยู่ในลำธารที่มีการปนเปื้อนโลหะหนัก พบว่าความเข้มข้นของโลหะหนักที่พบในเนื้อเยื่อมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในตะกอนดิน และการตอบสนองของเอนไซม์ใน *Hydropsyche pellucidula* ต่อการได้รับสัมผัสสาร Fenitrothion (Organophosphate insecticide) มีการใช้ความผิดปกติของกลุ่มเหงือกบริเวณปล้องท้อง (tracheal gills) และกลุ่มเหงือกบริเวณปลายปล้องท้อง (anal papillae) ของตัวอ่อนแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae เป็นเครื่องมือสำหรับการประเมินผลกระทบของภาวะมลพิษและเป็นตัวติดตามตรวจสอบทางชีวภาพของระบบนิเวศแหล่งน้ำ (Camargo, 1991 ; Vuori, 1994) เหงือกของตัวอ่อนแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae มีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อบาง อ่อนนุ่ม สีขาวขุ่น (รูปที่ 4) สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมในน้ำตลอดเวลา ความผิดปกติของเส้นเหงือกที่สำรวจพบในตัวอ่อนของแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae เช่น มีจุดดำเกิดขึ้นบนกลุ่มเหงือกเนื่องจากการดูดซับโลหะหนักหรืออื้ออนต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อของเหงือก การลดจำนวนของเส้นเหงือก (รูปที่ 3) สามารถบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำเมื่อมีสภาวะการเสื่อมสภาพของแหล่ง

น้ำได้ ความผิดปกติที่เกิดขึ้นใช้เป็นสัญญาณเตือนภัยภายในแหล่งน้ำก่อนที่จะเกิดเหตุการณ์จะรุนแรงขึ้นได้เนื่องจากตัวอ่อนแมลงน้ำที่สำรวจพบความผิดปกติของ

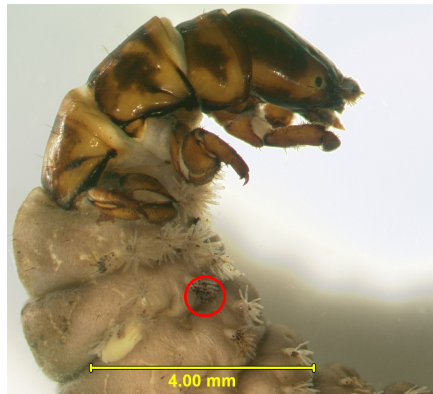
เหงือกจะไม่สามารถพัฒนาการไปเป็นตัวเต็มวัยได้ (Camargo, 1991) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อจำนวนประชากรต่อไป



Amphipsyche gratiosa



A. meridiana



Trichomacronema cf.



Macrostemum floridum

รูปที่ 3 เหงือกบริเวณปล้องท้องเกิดจุดดำ (ที่วงกลม) ในตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Hydropsychidae (Prommi (2011))

สรุป

คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำไหลสามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางกายภาพและเคมี ซึ่งค่าที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าที่ค่อนข้างแม่นยำ มีความคลาดเคลื่อนน้อย แต่ค่าที่ได้จะบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำขณะทำการตรวจวัดเท่านั้น ในขณะที่การใช้กลุ่มสิ่งมีชีวิตตรวจวัดคุณภาพน้ำจะสามารถประเมินคุณภาพน้ำย้อนหลังได้ ซึ่งปัจจุบันมีการใช้สิ่งมีชีวิต

ประเมินคุณภาพน้ำกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เพราะการใช้สิ่งมีชีวิตประเมินคุณภาพน้ำเป็นวิธีง่ายและประหยัด ถึงแม้ค่าที่ได้จะมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างแต่ก็เป็นที่ยอมรับได้ จากการตอบสนองที่รวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำทำให้แมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae มีความสำคัญต่อการประเมินคุณภาพน้ำในเชิงชีวภาพ

*Cheumatopsyche copia**Cheumatopsyche tramota**Hydropsyche camillus**Hydromanicus klanklini*

← anal papillae

*Potamyia phaidra**Pseudoleptonema quinquefasciatum**Macrostemum hestia*

รูปที่ 4 ตัวอ่อนแมลงน้ำอันดับ Trichoptera วงศ์ Hydropsychidae ที่ทราบชนิดในสกุล *Potamyia*, *Cheumatopsyche*, *Hydromanicus*, *Macrostemum*, *Hydropsyche* และ *Pseudoleptonema* (Prommi, 2007)

จากการทำงานที่ต่อเนื่องของ Prof. Dr. Hans Malicky และทีมผู้วิจัยทำให้สามารถรวบรวมข้อมูลนำมาเป็นคู่มือในการวิจัยตัวเต็มวัยของแมลงน้ำอันดับ Trichoptera ในประเทศไทย ผู้สนใจสามารถนำไปเป็นคู่มือในการศึกษาต่อไป องค์ความรู้ในเรื่องของความหลากหลายของแมลงน้ำจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจงานทางด้านสิ่งแวดล้อม เพราะได้มีการประมวลความรู้ในเรื่องของการใช้ข้อมูลทางชีวภาพร่วมกับข้อมูลทางกายภาพและเคมีในการประเมินคุณภาพน้ำ และถ้ามีการทำงานอย่างต่อเนื่องก็จะทำให้เราทราบข้อมูลทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพของแหล่งน้ำที่เฉพาะเจาะจงมากยิ่งขึ้น ในอนาคตอาจจะนำไปใช้เป็นนโยบายในการตัดสินใจคุณภาพน้ำผิวดินสำหรับประเทศไทยได้บ้าง

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. พรทิพย์ จันทรมงคล (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) Prof. Dr. Hans Malicky (Austria) และรองศาสตราจารย์ ดร. สุรไกร เพิ่มคำ (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์) ที่ได้ให้ความรู้จนสามารถรวบรวมบทความฉบับนี้ได้ ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ.) โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพแห่งประเทศไทย (โครงการ BRT) และ International Foundation for Science (IFS) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Cain, D. J., and Luoma, S. N. (1998). Metal exposure to native populations of the caddisfly *Hydropsyche* (Trichoptera: Hydropsychidae) determined from cytosolic and whole body metal concentration. *Hydrobiologia* 386: 103–117.
- Camargo, J. (1991). Toxic effects of residual chlorine on larvae of *Hydropsyche pellucidula* (Trichoptera, Hydropsychidae): a proposal of biological indicator. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 47: 261-265.
- De Moor, F.C. and Ivanov, V.D. (2008). Global diversity of caddisflies (Trichoptera: Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 393-407
- Dudgeon, D. (1999). *Tropical Asian Streams*. Hong Kong, Hong Kong University Press. pp. 356-444.
- Edington, J.M. and Hildrew, A.G.. (1995). Caseless caddis larvae of the British Isles. A key with ecological notes.-*Fresh. Biol. Assoc., Sci. Publ.* 53, Wilson & Son Kendal: 134 pp.
- Hauer, F.R. and Hill, W.R. (1996). Temperature, light, and oxygen. Pages 93-106. *in* Hauer F.R. and Lamberti, G.A. (eds), *Methods in stream ecology*, California: Academic Press.
- Hayashi, Y. (1998). Identification of Three *Cheumatopsyche* Species (Insecta: Trichoptera) in Japan by Enzyme Polymorphism. *Jpn. J. Limnol.* 59: 175-183, (In Japanese).
- Hayashi, Y. and Yun, S.J. (1999). Association of Larval and Adult Stages of *Cheumatopsyche galloisi* (Matsumura, 1931) (Trichoptera: Hydropsychidae) Using Esterase Zymograms. *Jpn. J. Limnol.* 60: 379-384.
- Hellawell, J.M. (1986). Biological indicators of freshwater pollution and environmental management (pollution monitoring series). London: Elsevier Applied Science Publishers.
- Lepneva, S. G. (1970). Fauna of the U.S.S.R. Larvae and pupae of Annulipalpia: Trichoptera.

- Translated from 1964 Russian edition, Israel Programme for Scientific Translation. 637 p.
- Malicky, H. (2010). Atlas of Southeast Asian Trichoptera. Biology Department, Faculty of Science, Chiang Mai University. 346 p.
- Malicky, H. and Chantaramongkol, P. (1993). Neue Trichopteren aus Thailand. Teil 1: Rhyacophilidae, Hydrobiosidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Ecnomidae, Psychomyidae, Arctopsychidae, Hydropsychidae. Linzer boil. Beitr. 25: 433-487.
- McCafferty, W.P. and Provonsha, A.V. (1981). Aquatic entomology. Boston, Jone and Barlett. pp. 237- 273.
- Morse, J.C. (1997). Phylogeny of Trichoptera. Annual Review of Entomology. 42: 427-450.
- Morse, J.C. (2004). Insecta: Trichoptera. in Yule, C.M. and Sen, Y.H. (eds.), Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region. Kuala Lumpur: Academy of Sciences Malaysia. 501-544.
- Pitsch, T. (1993). Zur larvaltaxonomie, Faunistik und Okologie Mitteleuropäischer Fließwasser. Köcherfliegen (Insecta: Trichoptera).- Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsent-wicklung, Sonderheft, Technische Universität Berlin, 316 pp.
- Plague, G.R. and McArthur, J.V. (1998). Genetic diversity versus geographic distribution of five congeneric caddisflies. Hydrobiologia. 362: 1-8.
- Prommi, T. (2007). Taxonomy of Hydropsychidae (Trichoptera) in Mountain Streams of Southern Thailand. Unpublished Ph.D. Thesis. Prince of Songkla University, Songkhla. 339 p.
- Prommi, T. (2011). Some observations on altered morphology in *Amphipsyche meridiana* (Hydropsychidae: Trichoptera) larvae from the Pasak Jolasit Dam Outlet, central Thailand. Zoosymposia 5: 408-142.
- Resh, V.H., Myers, M.J. and Hannaford, M.J. (1996). Macroinvertebrate as biotic indicator of environmental quality. Pages 647-667. in Hauer F.R. and Lamberti, G.A. (eds.), Methods in stream ecology. California: Academic Press.
- Rosenberg, D. M. and Resh, V. H. (1993). Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. New York: Chapman and Hall. 488 p.
- Scheffer, P.W. and Wiggins, G.W. (1986). A systematic study of the Nearctic larvae of the *Hydropsyche morose* group (Trichoptera: Hydropsychidae). Royal Ontario Museum. Life Sciences Miscellaneous Publication. 94 p.
- Schmid, F. (1984). Essai d'évaluation de la faune mondiale des Trichopteres. In: Morse, J.C. (Eds.). Proceedings of the 4th International Symposium on Trichoptera. Dr W. Junk Publishers, The Hague: 337 p.
- Schmid, F. (1968). La famille des Arctopsychides (Trichoptera). Mémoires de la Société. Entomologique du Québec. 1: 1-184.
- Scheffer, P.W. and Wiggins, G.W. (1986). A systematic study of the Nearctic larvae of the *Hydropsyche morose* group (Trichoptera: Hydropsychidae). Royal Ontario Museum. Life Sciences Miscellaneous Publication. 94 p.

- Schuster, G.A. and Etnier, D.A. (1978). A manual for the identification of the larvae of the caddisfly genera *Hydropsyche* Pictet and *Symphitopsyche* Ulmer (Hydropsychidae). U.S.EPA 600/4-78-060. 129 pp.
- Statzner, B. (1984). Keys to adult and immature Hydropsychinae in the Ivory Coast (West-Africa) with notes on their taxonomy and distribution. Spixiana 7: 23-50.
- Statzner, B. (1984). Keys to adult and immature Hydropsychinae in the Ivory Coast (West-Africa) with notes on their taxonomy and distribution. Spixiana 7: 23-50.
- Tanida, K. (1987). A revision of Japanese species of the genus *Hydropsyche* (Trichoptera, Hydropsychidae) III. Kontyu 55: 59-70.
- Vuori, K.-M. (1994). Rapid behavioural and morphological responses of hydropsychid caddis larvae (Trichoptera, Hydropsychidae) to sublethal cadmium exposure. Environmental Pollution 84: 291-299.
- Waringer, J. and Graf, W. (1997). Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einschluß der angrenzenden Gebiete.-Wien (Facultas Universitätsverlag) : 286 p.
- Wiggins, G.B. (1996). Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera). 2nd edition. University of Toronto Press. pp. 43-425.

