

Received: July 4, 2021; Revised: August 2, 2021; Accepted: August 8, 2021

ความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในลำธารต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน Diversity of mayfly larvae at the Nan headwater streams, Nan province

ณัฐกันต์ ชันยม¹ และบุญเสฐียร บุญสูง^{1*}Nuttakun Khanyom¹ and Boonsatien Boonsoong^{1*}¹ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

*Corresponding Author E-mail Address: fscibtb@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ศึกษาความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว (อันดับ Ephemeroptera) ในลำธารต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 8 สถานี จำนวน 3 ครั้ง (พฤศจิกายน 2562 มีนาคม 2563 พฤศจิกายน 2563) เก็บตัวอ่อนแมลงชีปะขาวด้วยสวิง และเก็บด้วยมือ ผลการศึกษาพบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวทั้งหมด 14 วงศ์ 35 สกุล 43 ชนิด ตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae (ร้อยละ 27.9) มีความหลากหลายชนิดมากที่สุด รองลงมาคือ วงศ์ Baetidae (ร้อยละ 20.9) และวงศ์ Ephemerellidae (ร้อยละ 11.6) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์สถิติหลายตัวแปรพบว่า สถานีแม่ น้ำว่า และสถานีน้ำตกสะปันมีความสัมพันธ์กับความหลากหลายชนิด และการกระจายตัว โดยมีความหลากหลายชนิดของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวมากที่สุด และมีชนิดที่พบเฉพาะสองสถานีเท่านั้น ซึ่งสองสถานีนี้มีสภาพแหล่งอาศัยย่อยที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว และเป็นสถานที่ถูกรบกวนน้อยจากกิจกรรมของมนุษย์

คำสำคัญ: ความหลากหลายชนิด แมลงชีปะขาว แหล่งอาศัยย่อย จังหวัดน่าน

Abstract

Diversity of mayfly larvae (Order Ephemeroptera) at the Nan headwater streams, Nan province, was investigated. Eight sampling sites and three times (November 2019, March 2020, November 2020) were collected using D-frame net and the hand-picking method. Fourteen families, 35 genera and 43 species of mayfly larvae were identified. Heptageniidae (27.9%) is the most species diverse family followed by Baetidae (20.9%) and Ephemerellidae (11.6%), respectively. Multivariate analysis revealed that the Mae Nam Wa and the Sapan waterfall sampling sites were correlated with species diversity and distribution, which showed

high species diversity of mayfly larvae and limited only two sampling sites. These sampling sites showed diverse of microhabitat and minimal disturbed sites from anthropogenic activities.

Keywords: Species diversity, Mayflies, Microhabitat, Nan province

บทนำ

ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวจัดเป็นแมลงน้ำ (อันดับ Ephemeroptera) กลุ่มเด่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำจืดขนาดใหญ่ มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด และนิยมนำไปใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพแหล่งน้ำ และคุณภาพสิ่งแวดล้อมร่วมกับตัวอ่อนแมลงสโตนฟลาย (อันดับ Plecoptera) และตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ (อันดับ Trichoptera) (Rosenberg and Resh, 1993; Sangpradub and Boonsoong, 2006; Jacobus et al., 2019) ทั่วโลกมีรายงานแมลงชีปะขาวทั้งหมด 42 วงศ์ 400 สกุล ประมาณ 3,000 ชนิด (Barber-James et al., 2008) ประเทศไทยพบแมลงชีปะขาวทั้งหมด 18 วงศ์ 52 สกุล (บุญเสฐียร, 2557) การศึกษาอนุกรมวิธาน และการจัดระบบของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีการค้นพบแมลงชีปะขาวสกุลใหม่ และชนิดใหม่เพิ่มขึ้นในประเทศไทย เช่น วงศ์ Baetidae (Kluge and Novikova, 2017; Suttinun et al., 2018; Suttinun et al., 2020; Kluge and Suttinun, 2020; Suttinun et al., 2021) วงศ์ Ephemerellidae (Auychinda et al., 2020a) วงศ์ Heptageniidae (Boonsoong and Braasch, 2013; Sutthacharoenthad et al., 2019) วงศ์ Leptophlebiidae (Boonsoong and Sartori, 2015; Boonsoong and Sartori, 2016) วงศ์ Prosopistomatidae (Boonsoong and Sartori, 2019) วงศ์ Teloganodidae (Martynov et al., 2016) วงศ์ Tricorythidae (Piraonapicha and Sangpradub, 2019) และวงศ์ Vietnamellidae (Auychinda et al., 2020b; Auychinda et al., 2020c) อย่างไรก็ตามพื้นที่ภูเขาสูง ลำธารต้นน้ำต่าง ๆ ของประเทศไทย ซึ่งเป็นพื้นที่ที่พบการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวเป็นส่วนใหญ่ยังมีการสำรวจไม่ทั่วถึง (บุญเสฐียร, 2557) พื้นที่จังหวัดน่านมีลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นป่า และภูเขา มีความหนาแน่นของป่าและภูเขาสูง มีทิวเขาสลับซับซ้อน แม่น้ำที่สำคัญ คือ แม่น้ำน่าน ประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อยหลายสายมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาหลวงพระบาง การศึกษาเกี่ยวกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำจืดขนาดใหญ่โดยเฉพาะตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในพื้นที่แหล่งต้นน้ำน่านมีน้อยมาก ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในลำธารต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน เพื่อเป็นข้อมูลอนุกรมวิธาน การกระจายตัว นิเวศวิทยาของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในประเทศไทย

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างตัวอ่อนแมลงชีปะขาว

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างในพื้นที่ลำธารต้นน้ำน่าน อำเภอบ่อเกลือ อำเภอปัว และอำเภอเมือง จังหวัดน่าน จำนวน 8 สถานี ได้แก่ แม่น้ำว้า (NA01) น้ำตกสะปัน (NA02) แม่น้ำมาง (NA03) แม่น้ำมวบ (NA05) บ้านนาแล (NA06) บ้านดอนมูล (NA07) และบ้านราษฎร์สามัคคี (NA08) (รูปที่ 1) จำนวน 3 ครั้ง (พฤศจิกายน 2562 มีนาคม 2563 พฤศจิกายน 2563) เก็บตัวอย่างด้วยสวิง (D-frame net) หน้ากว้าง 0.33 เมตร ขนาดตาข่าย 500 ไมโครเมตร และเก็บด้วยมือ (Hand picking) เก็บตัวอย่างตัวอ่อนแมลงชีปะขาวให้ครอบคลุมแหล่งอาศัยย่อยในแต่ละสถานี พร้อมทั้งประเมินสภาพแวดล้อมและแหล่งอาศัยด้วยสายตา (Visual-based habitat assessment) (Barbour et al., 1999) รักษาสภาพตัวอย่างทันทีด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น

ร้อยละ 95 จากนั้นศึกษาตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ เพื่อจำแนกชนิดตัวอ่อนแมลงซีแพวที่พบในห้องปฏิบัติการ โดยใช้เอกสารหลัก คือ Sangpradub and Boonsoong (2006) และ บุญเสฐียร (2557)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสถานีเก็บตัวอย่างกับการกระจายตัวของชนิดตัวอ่อนแมลงซีแพว (ข้อมูลพบ/ไม่พบ) ด้วยการจัดอันดับ Principal Components Analysis (PCA) ด้วยสถิติหลายตัวแปร (multivariate analysis) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป PC-ORD 7.01 (McCune and Mefford, 2011)



รูปที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างและสภาพแวดล้อมของสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมด 8 สถานีในลำธารต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน

ผลการวิจัย

จากการเก็บตัวอย่างตัวอ่อนแมลงซีแพวในลำธารต้นน้ำน่าน ทั้งหมด 8 สถานีจำแนกตัวอย่างได้ทั้งหมด 14 วงศ์ 35 สกุล 43 ชนิด และข้อมูลการพบในเดือนมีนาคมและพฤศจิกายน (ข้อมูลรวม 2 ครั้ง) (ตารางที่ 1) ตัวอย่างตัวอ่อนแมลงซีแพวที่พบในลำธารต้นน้ำน่านแสดงดังภาพที่ 2 พบตัวอ่อนแมลงซีแพววงศ์ Heptageniidae มีความหลากหลายชนิดมากที่สุด (8 สกุล 12 ชนิด) รองลงมาคือวงศ์ Baetidae (9 สกุล 9 ชนิด) และวงศ์ Ephemerellidae (4 สกุล 5 ชนิด) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความหลากหลายชนิดในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างพบว่า สถานีแม่น้ำว่า (NA01) และสถานีน้ำตกสะปัน (NA02) มีความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงซีแพวมากที่สุดพบ 11 วงศ์ 25 สกุล 30 ชนิด และ 9 วงศ์ 19 สกุล 22 ชนิด ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาตัวอ่อนแมลงซีแพวที่พบในแต่ละช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่าง (มีนาคม และพฤศจิกายน) ส่วนใหญ่พบได้ทั้งสองช่วงเวลา นอกจากนี้ยังพบแมลงซีแพวที่พบครั้งแรกในบริเวณพื้นที่ศึกษา และได้รายงานเป็นชนิดใหม่ของโลก ได้แก่ *Paegniodes sapanensis* (รูปที่ 2ค) และ *Vietnamella nanensis* (รูปที่ 2ฉ)

ผลการวิเคราะห์สถิติหลายตัวแปรโดยการจัดอันดับความสัมพันธ์ระหว่างสถานีเก็บตัวอย่าง และชนิดของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวด้วย Principal Components Analysis (PCA) พบว่า สถานีแม่น้ำว่า (NA01) และสถานีน้ำตกสะปัน (NA02) ซึ่งเป็นสถานีที่ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์น้อย มีความสัมพันธ์กับชนิดของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวมากที่สุด (รูปที่ 3) สอดคล้องกับความหลากหลายชนิดของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่พบมากในทั้งสองสถานี (แกนที่ 1 มีค่า Eigenvalue = 14.82, % of Variance = 34.47 และแกนที่ 2 มีค่า Eigenvalue = 7.32, % of Variance = 17.02) สถานีแม่น้ำว่า (NA01) มีความสัมพันธ์กับตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่ชอบอาศัยอยู่บริเวณน้ำไหลแรง ได้แก่ *Vietnamella nanensis*, *V. thani* (วงศ์ Vietnamellidae) *Notacanthella commodema* (วงศ์ Ephemerellidae), *Baetiella bispinosa*, *Gratia narumonae* (วงศ์ Baetidae) *Epeorus (Iron) martinus*, *Rhithrogena siamensis* (วงศ์ Heptageniidae) สถานีน้ำตกสะปัน (NA02) มีความสัมพันธ์กับตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่พบในแหล่งอาศัยเฉพาะ ได้แก่ *Paegniodes sapanensis*, *Trichogenia* sp. (วงศ์ Heptageniidae) *Dipterophlebiodes* sp. (วงศ์ Leptophlebiidae) ส่วนสถานีเก็บตัวอย่างอื่นมีการจัดอันดับแยกออกจากสถานีแม่น้ำว่า (NA01) และสถานีน้ำตกสะปัน (NA02) อย่างชัดเจน ประกอบด้วย 2 กลุ่มย่อย คือสถานีที่ได้รับผลกระทบจากชุมชน (NA03, NA04, NA05) และสถานีที่ได้รับผลกระทบจากการเกษตร (NA06, NA07, NA08)

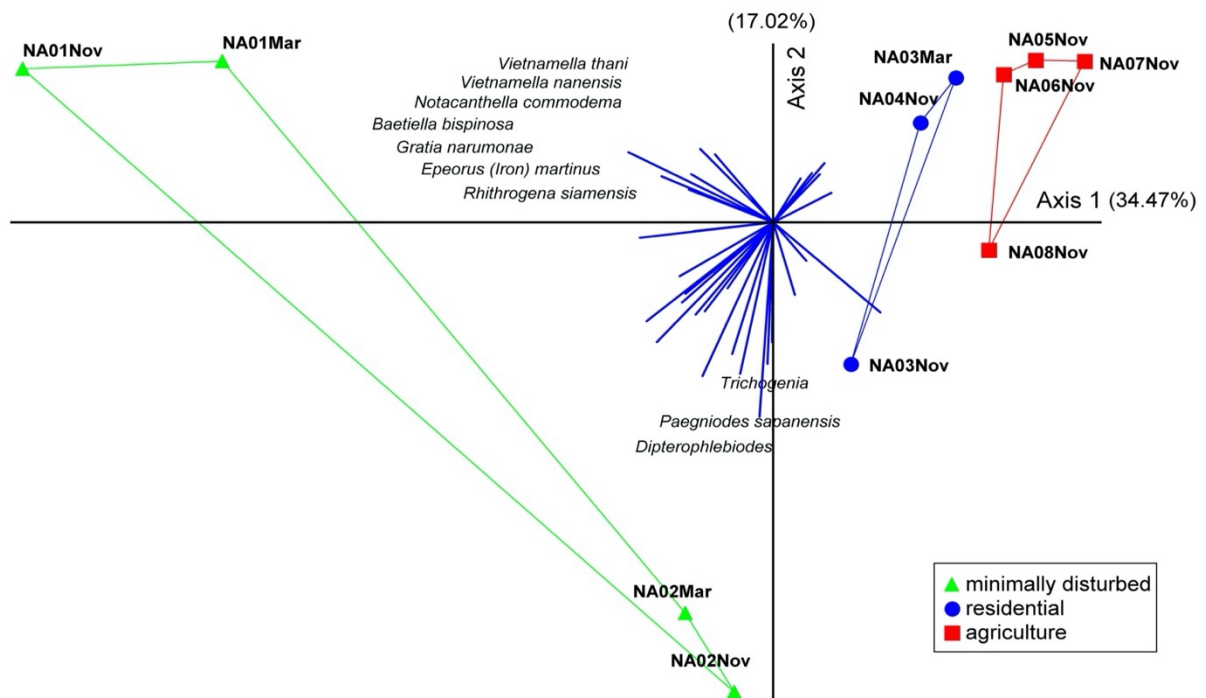
ตารางที่ 1 ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่พบในลำธารต้นน้ำนาน ทั้ง 8 สถานีเก็บตัวอย่าง ในเดือนมีนาคม และพฤศจิกายน
(/ = พบ, - = ไม่พบ)

วงศ์	สกุล / ชนิด	มีนาคม	พฤศจิกายน
Baetidae	<i>Alainites</i> sp.	/	/
	<i>Baetiella bispinosa</i>	-	/
	<i>Baetis (Rhodobaetis)</i> sp.	/	/
	<i>Centroptella</i> sp.	/	/
	<i>Gratia narumonae</i>	/	/
	<i>Indocloeon</i> sp.	/	/
	<i>Liebebiella verum</i>	/	/
	<i>Platybaetis</i> sp.	/	/
	<i>Procloeon</i> sp.	/	/
Caenidae	<i>Caenis</i> sp.	/	/
	<i>Clypeocaenis multisetosa</i>	-	/
Ephemeridae	<i>Ephemera rufomaculata</i>	/	/
Ephemerellidae	<i>Cincticostella</i> sp.	/	/
	<i>Teloganopsis oriens</i>	/	/
	<i>Notacanthella commodema</i>	/	/
	<i>N. quadrata</i>	/	-
	<i>Torleya</i> sp.	/	/
Euthyplocidae	<i>Polyplocia</i> sp.	/	-

วงศ์	สกุล / ชนิด	มีนาคม	พฤศจิกายน
Heptageniidae	<i>Afronurus</i> sp. 1	/	/
	<i>Afronurus</i> sp. 2	/	/
	<i>Afronurus</i> sp. 3	-	/
	<i>Compsoneuriella</i> sp.	-	/
	<i>Epeorus</i> (<i>Belovious</i>) <i>unicornutus</i>	/	/
	<i>E. (Iron)</i> <i>martinus</i>	/	/
	<i>E. (Proepeorus)</i> <i>aculeatus</i>	/	/
	<i>Paegniodes</i> <i>sapanensis</i>	/	/
	<i>Rhithrogena</i> <i>siamensis</i>	/	/
	<i>Rhithrogeniella</i> <i>tonkinensis</i>	/	/
	<i>Thalerosphyrus</i> <i>vietnamensis</i>	/	/
	<i>Trichogenia</i> sp.	-	/
Isonychiidae	<i>Isonychia</i> <i>formosana</i>	-	/
Leptophlebiidae	<i>Choroterpes</i> (<i>Choroterpes</i>) sp.	/	/
	<i>C. (Dilatonathus)</i> sp.	/	/
	<i>Dipterophlebiodes</i> sp.	/	/
	<i>Isca</i> sp.	/	/
Neoephemeridae	<i>Potamanthellus</i> <i>edmundsi</i>	/	-
Polymitarcyidae	<i>Ephoron</i> sp.	-	/
Potamanthidae	<i>Rhoenanthus</i> (<i>Rhoenanthus</i>) <i>distafurcus</i>	-	/
	<i>R. (Potamanthindus)</i> <i>magnificus</i>	-	/
Prosopistomatidae	<i>Prosopistoma</i> <i>annamense</i>	-	/
Teloganodidae	<i>Dudgeodes</i> sp.	/	/
Vietnamellidae	<i>Vietnamella</i> <i>nanensis</i>	/	/
	<i>V. thani</i>	/	/



รูปที่ 2 ตัวอย่างตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่พบในลำธารต้นน้ำนาน (ก) *Epeorus (Proepeorus) aculeatus* (ข) *E. (Belovius) unicornutus* (ค) *Paegniodes sapanensis* (ง) *Potamanthellus edmundsi* (จ) *Rhoenanthus (Rhoenanthus) distafurcus* และ (ฉ) *Vietnamella nanensis*



รูปที่ 3 ผลการจัดอันดับความสัมพันธ์ระหว่างสถานีเก็บตัวอย่างกับชนิดของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในลำธารต้นน้ำนานด้วย PCA

การอภิปรายผล

ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่พบในลำธารต้นน้ำน่าน มีร้อยละ 77.8 ของจำนวนวงศ์ และร้อยละ 67.3 ของจำนวนสกุลของแมลงชีปะขาวที่มีรายงานการพบในประเทศไทย (บุญเสฐียร, 2557) ถือว่ามีความหลากหลายค่อนข้างสูง เนื่องจากทำการศึกษาในพื้นที่ และช่วงเวลาจำกัด ตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae และวงศ์ Baetidae มีความหลากหลายชนิดมากที่สุด สอดคล้องกับรายงานการศึกษาตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในประเทศไทยพบว่าตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Baetidae มีการกระจายตัวกว้าง พบมากในแหล่งน้ำไหล หากมีการศึกษาลงรายละเอียดเพิ่มเติมมีโอกาสพบจำนวนสกุล และจำนวนชนิดเพิ่มมากขึ้นในประเทศไทย (Suttinun et al., 2020; Suttiinun et al., 2021) ส่วนตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae พบมากในบริเวณลำธารต้นน้ำของประเทศไทย เนื่องจากพื้นที่ในการศึกษารั้งนี้ตั้งอยู่ในบริเวณภูเขาสูง และต้นน้ำทำให้พบความหลากหลายของแมลงชีปะขาววงศ์นี้มาก นอกจากนี้ยังพบแมลงชีปะขาวในสกุลหรือชนิดที่มีการกระจายตัวในประเทศเวียดนามด้วย คือ สกุล *Paegniodes* และ *Trichogenia* และ *Epeorus (Iron) martinus* (Nguyen and Bae, 2004; Boonsoong and Braasch, 2013; Boonsoong et al., 2021) ส่วนวงศ์ที่ไม่พบในการศึกษารั้งนี้มีจำนวน 5 วงศ์ได้แก่ วงศ์ Behningiidae วงศ์ Oligoneuriidae วงศ์ Palingeniidae วงศ์ Teloganellidae และวงศ์ Tricorythidae ซึ่งแต่ละวงศ์มีการกระจายตัวที่เฉพาะในพื้นที่ และแต่ละแหล่งอาศัย (บุญเสฐียร, 2557) แมลงชีปะขาวที่พบครั้งแรกในบริเวณพื้นที่ศึกษา และได้รายงานเป็นชนิดใหม่ของโลกซึ่งมีความเจาะจงกับสถานที่พบ ได้แก่ *Vietnamella nanensis* (Auychinda et al., 2020c) พบเฉพาะสถานี่แม่น้ำว่า อาศัยอยู่ใต้ก้อนหิน กลางลำธาร น้ำไหลแรง และ *Paegniodes sapanensis* พบเฉพาะสถานี่น้ำตกสะปันเท่านั้น อาศัยอยู่ใต้ก้อนหินขนาดกลางริมลำธาร น้ำตื้นและไหล (Boonsoong et al., 2021)

ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวมีความหลากหลายชนิดมากที่สุดในสถานี่แม่น้ำว่าเนื่องจากมีแหล่งอาศัยหลากหลายแบบโดยเฉพาะบริเวณน้ำไหลแรง ทำให้พบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่ชอบเกาะ (clingers) ได้แก่ สกุล *Baetiella*, *Epeorus*, *Gratia*, *Notacanthella*, *Rhithrogena* และ *Vietnamella* (Boonsoong and Braasch, 2013; Phlai-ngam and Tungpairajwong, 2018; Auychinda et al., 2020a; Auychinda et al., 2020b) ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่พบในสถานี่น้ำตกสะปัน มีความแตกต่างจากสถานี่อื่น ๆ เนื่องจากสถานี่นี้มีแหล่งอาศัยจำเพาะต่อการดำรงชีวิต ได้แก่ สกุล *Paegniodes*, *Trichogenia* และ *Dipterophlebiodes* (Boonsoong and Braasch, 2013; Boonsoong et al., 2021) ส่วนสถานี่ที่ได้รับผลกระทบจากชุมชน และเกษตรกรรมมีความหลากหลายชนิดของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวลดลง เนื่องจากแหล่งอาศัย และคุณภาพน้ำในลำธารลดลง (Boonsoong et al., 2009)

บทสรุป

การศึกษานี้ได้สำรวจเบื้องต้น และรายงานความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในลำธารต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน พบว่ามีความหลากหลายชนิดค่อนข้างสูง พบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวทั้งหมด 14 วงศ์ 35 สกุล 43 ชนิด จากการสำรวจเพียง 8 สถานี่เก็บตัวอย่างเท่านั้น การศึกษารั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่าจังหวัดน่านยังมีพื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์ มีระบบนิเวศจำเพาะต่อการดำรงชีวิตของแมลงชีปะขาวหายากบางสกุลซึ่งมีโอกาสพบได้น้อย และเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ได้ พบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวบางชนิดที่สถานี่แม่น้ำว่า และน้ำตกสะปันเท่านั้น คือ *Vietnamella nanensis* และ *Paegniodes sapanensis* พบอาศัยในลำธารต้นน้ำที่มีคุณภาพน้ำดีมาก อยู่ในพื้นที่ภูเขาสูง นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อลำธารต้นน้ำ และแหล่งอาศัยถูกรบกวนส่งผลทำให้ความหลากหลายชนิดของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวลดลง ข้อมูลความจำเพาะระบบนิเวศของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ และเป็นข้อมูลในการกำหนดกลยุทธ์เพื่อการจัดการด้านอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (BDC-PG2-161004) และภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- บุญเสฐียร บุญสูง. (2557). คู่มือจำแนกตัวอ่อนแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Auychinda C. Sartori M. and Boonsoong B. (2020a). Review of *Notacanthella* Jacobus & McCafferty, 2008 (Ephemeroptera: Ephemerellidae) in Thailand, with the redescription of *Notacanthella commodema* (Allen, 1971). Zootaxa. 4731: 414–424.
- Auychinda C. Sartori M. and Boonsoong B. (2020b). Vietnamellidae (Insecta, Ephemeroptera) of Thailand. Zookeys. 902: 17–36.
- Auychinda C., Jacobus L.M., Sartori M. and Boonsoong B. (2020c). A new species of *Vietnamella* Tshernova 1972 (Ephemeroptera: Vietnamellidae) from Thailand. Insects. 11(9): 554.
- Barber-James H.M., Gattolliat, J.L., Sartori M. and Hubbard M.D. (2008). Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater. Hydrobiologia. 595: 339–350.
- Barbour M.T., Gerritsen J., Snyder B.D. and Stribling J.B. (1999). Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish, 2nd edition. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- Boonsoong B. and Braasch D. (2013). Heptageniidae (Insecta, Ephemeroptera) of Thailand. ZooKeys. 272: 61–93.
- Boonsoong B. and Sartori M. (2015). The nymph of *Gilliesia* Peters & Edmunds, 1970 (Ephemeroptera: Leptophlebiidae), with description of a new species from Thailand. Zootaxa. 3981: 253–263.
- Boonsoong B. and Sartori M. (2016). *Sangpradubina*, an astonishing new mayfly genus from Thailand (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae). Zootaxa. 4169 (3): 587–599.
- Boonsoong B. and Sartori M. (2019). Review and integrative taxonomy of the genus *Prosopistoma* Latreille, 1833 (Ephemeroptera, Prosopistomatidae) in Thailand, with description of a new species. ZooKeys. 825: 123–144.
- Boonsoong B., Sangpradub N. and Barbour M.T. (2009). Development of rapid bioassessment approaches using benthic macroinvertebrates for Thai streams. Environmental Monitoring and Assessment. 155: 129–147.

- Boonsoong B., Auychinda C., Sartori M. and Khanyom N. (2021). First record of *Paegniodes* Eaton, 1881 (Ephemeroptera, Heptageniidae) from Thailand with description of a new species. *ZooKeys*. 1036: 153–170.
- Jacobus L.M., Macadam C.R. and Sartori M. (2019). Mayflies (Ephemeroptera) and Their Contributions to Ecosystem Services. *Insects*. 10(6): 170.
- Kluge N.J. and Novikova E.A. (2017). Occurrence of *Anafroptilum* Kluge 2012 (Ephemeroptera: Baetidae) in Oriental Region. *Zootaxa*. 4282: 453–472.
- Kluge N.J. and Suttinun C. (2020). Review of the Oriental genus *Indocloeon* Müller-Liebenau 1982 (Ephemeroptera: Baetidae) with descriptions of two new species. *Zootaxa*. 4779: 451–484.
- McCune B., Mefford M.J. (2011). PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version 6.0. MjM Software, Gleneden Beach, USA.
- Martynov A.V., Palatov D.M. and Boonsoong B. (2016). A new species of *Dudgeodes* Sartori, 2008 (Ephemeroptera: Teloganodidae) from Thailand. *Zootaxa*. 4121: 545–554.
- Nguyen V.V. and Bae Y.J. (2004). Larvae of the heptageniid mayfly genus *Epeorus* (Ephemeroptera: Heptageniidae) from Vietnam. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 7: 19–28.
- Phlai-ngam S. and Tungpairajwong N. (2018). First Record of *Platybaetis bishopi* Müller-Liebenau, 1980 and *Baetiella bispinosa* (Gose, 1980) (Ephemeroptera: Baetidae) from Thailand. *Chiang Mai Journal Science* 45(2): 774–783.
- Piraonapicha K. and Sangpradub N. (2019). Description of nymphs and female subimago of *Sparsorythus multilabeculatus* Sroka & Soldán, 2008 (Ephemeroptera: Tricorythidae) associated with male imago based on DNA sequence data. *Zootaxa*. 4695: 501–515.
- Rosenberg D.M. and Resh V.H. (1993). *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman and Hall, New York.
- Sangpradub N. and Boonsoong B. (2006). Identification of Freshwater Invertebrates of the Mekong River and Tributaries. Mekong River Commission, Vientiane. 274 p.
- Sutthacharoenthad W., Sartori M. and Boonsoong B. (2019). Integrative taxonomy of *Thalerosphyrus* Eaton, 1881 (Ephemeroptera, Heptageniidae) in Thailand. *Journal Natural History*. 53: 1491–1514.
- Sutthinun C., Gattolliat J.L. and Boonsoong B. (2018). A new species of *Platybaetis* Müller-Liebenau, 1980 (Ephemeroptera: Baetidae) from Thailand, with description of the imago of *Platybaetis bishopi* Müller-Liebenau, 1980. *Zootaxa*. 4378: 85–97.
- Suttinun C., Gattolliat J.L. and Boonsoong B. (2020). *Cymbalocloeon* gen. nov., an incredible new mayfly genus (Ephemeroptera: Baetidae) from Thailand. *PLoS ONE*. 15(10): e0240635.
- Suttinun C., Kaltenbach T., Gattolliat J.L. and Boonsoong B. (2021). A new species and first record of the genus *Procerobaetis* Kaltenbach & Gattolliat, 2020 (Ephemeroptera, Baetidae) from Thailand. *ZooKeys*. 1023: 13–28.