

การใช้แมลงน้ำเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำบริเวณต้นแม่น้ำจันทบุรี อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี

Using Aquatic Insect as indicator of Water Quality in Headwater of Chanthaburi River, Amphoe Khao Khitchakut, Chanthaburi Province

พัชรา นิธิโรจน์ภักดี^{1*}, ชาวลีย์ ใจสุข², วัชร น้อยคงคา¹, ญาณันท์ สุนทรกิจ¹
และ อภิญญา สนธิศักดิ์¹

Patchara Nithirojpakdee^{1*}, Chaowalee Jaisuk², Watchara Noykongka¹,
Yananan Soonthonkit¹ and Apinya Soonthisak¹

บทคัดย่อ: ความหลากหลายของแมลงน้ำและใช้แมลงน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำบริเวณต้นแม่น้ำจันทบุรี ในอำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี จำนวน 6 สถานี ได้แก่ คลองตารอง คลองตาทลิน คลองไพบูลย์ คลองกระสือใหญ่ คลองกระทิง และคลองพลวง ในฤดูน้ำน้อยและฤดูน้ำมาก พ.ศ. 2558-2559 ด้วย surber โดยใช้ดัชนี ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำ (Shannon-Wiener Index, H) และ Average Score Per Taxon (ASPT) ในการประเมินคุณภาพน้ำ และมีการวัดค่าทางเคมีและกายภาพของแหล่งน้ำและเปรียบเทียบกับ มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินของประเทศไทย พบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ ผิวดินประเภทที่ 2 ความหลากหลายและจำนวนแมลงน้ำมีแนวโน้มแตกต่างกันตามฤดูกาลและสถานี พบ ทั้งหมด 7 อันดับ 37 วงศ์ จำนวน 2,442 ตัว อันดับ Ephemeroptera และ Trichoptera มีความหลากหลาย ของแมลงน้ำสูงกว่าอันดับอื่น โดยอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Caenidae และ Diptera วงศ์ Chironomidae พบในทุกสถานีและทุกฤดู ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพเฉลี่ย (H) อยู่ระหว่าง 1.69-2.34 และค่า ASPT อยู่ระหว่าง 5.85-6.91 จากการใช้แมลงน้ำเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ พบว่า คุณภาพน้ำบริเวณต้นน้ำของแม่น้ำ จันทบุรีอยู่ในระดับปานกลาง

คำสำคัญ: แมลงน้ำ, ดัชนีชี้วัดทางชีวภาพ, คุณภาพน้ำ, สัตว์หน้าดิน

ABSTRACT: Diversity of aquatic insects and using the aquatic insects as indicator of water quality in headwater of Chanthaburi River, Amphoe Khao Khitchakut in Chanthaburi province. Six stations of headwater of Chanthaburi River were investigated in dry and wet seasons during 2015-2016. Aquatic insects were collected by surber sample in Khlongtarong, Khlongtalin, Khlongpaiboon, Khlongkrasueyai, Khlongkrathing and Khlongplung stations. The Shannon-Wiener Index (H) and Average Score Per

Received November 23, 2018

Accepted June 12, 2019

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี
Faculty of Argo-Industrial Technology, Rajamangala University of Technology Tawan- ok Chanthaburi Campus, Chanthaburi

² สาขาวิชาประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน จังหวัดน่าน
Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Nan Campus, Nan

* Corresponding author: patchara.teaw@gmail.com

Taxon (ASPT) were used to assess water quality. Physical, chemical parameters of water samples obtained from six stations were measured to compare with the surface water quality standard of Thailand. The results showed that water quality of six stations met the standard for surface water quality class 2. Diversity of aquatic insect was variable depending on seasons and stations. Aquatic insect identification showed that 7 orders, 37 families and 2,442 aquatic insects were found. Ephemeroptera and Trichoptera orders were the most two highest aquatic insect orders. Caenidae in the Ephemeroptera order and Diptera in the Chironomidae order were found in every station during wet and dry seasons. H values ranging from 1.69 to 2.34 were calculated. ASPT values ranging from 5.85 to 6.91 were calculated. Employing aquatic insects as bioindicators showed that water quality of all stations was in moderate condition.

Keywords: Aquatic Insect, Bioindicator, Water Quality, Benthos

บทนำ

การเพิ่มขึ้นของประชากรของประเทศไทยส่งผลให้มีการขยายชุมชน พื้นที่ป่าไม้ถูกบุกรุกหรือทำลายเพื่อใช้สำหรับการเกษตรทั้งทางตรงหรือทางอ้อม ทั้งนี้อาจจะมีการใช้สารเคมีหรือยาฆ่าแมลงหรือยาป้องกันศัตรูพืชในการเกษตร โดยสารมลพิษดังกล่าวอาจจะถูกชะล้างไหลลงสู่แหล่งน้ำหรืออาจสะสมในพื้นดิน เมื่อสภาพแวดล้อมของระบบนิเวศทางน้ำด้านกายภาพ และเคมีเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลต่อโครงสร้างและการแพร่กระจายทางด้านชีวภาพ เช่น สัตว์หน้าดิน โดยสัตว์หน้าดินเป็นผู้บริโภคอันดับแรกๆ ของโซ่อาหาร เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์น้ำขนาดใหญ่อื่นๆ และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง (พัชรา และคณะ, 2559)

การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ ซึ่งปัจจุบันการประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพได้รับการยอมรับ เนื่องจากเป็นวิธีที่ค่อนข้างมีประสิทธิภาพและสามารถสะท้อนผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมโดยตรงได้อย่างแท้จริง อีกทั้งยังสามารถบ่งบอกคุณภาพสิ่งแวดล้อมตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบันได้ ในขณะที่วิธีการทางกายภาพและทางเคมีเป็นการบ่งชี้คุณภาพของสิ่งแวดล้อม ณ เวลาที่ทำการตรวจวัดหรือตรวจวิเคราะห์เท่านั้น (พรณทิพย์, 2560) การประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยใช้สัตว์หน้าดินนั้นนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในยุโรป อเมริกา ออสเตรเลีย และแอฟริกา รวมทั้งประเทศไทย (สรณรัชฎ์, 2547; อิศระ, 2557; Boonsoong et al., 2009; Boonsoong et al., 2010) เนื่องจาก

สัตว์หน้าดินสามารถพบได้ทุกประเภทของแหล่งที่อาศัย มีความหลากหลายชนิดสูง ทำให้สัตว์หน้าดินตอบสนองต่อสภาวะสิ่งแวดล้อมได้ครอบคลุมเคลื่อนที่ได้น้อยทำให้ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในระบบนิเวศทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เป็นต้น (Rosenberg and Resh, 1993) เนื่องจากสัตว์หน้าดินแต่ละชนิดมีความสามารถในการทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน บางชนิดอาศัยอยู่ได้เฉพาะในแหล่งน้ำที่สะอาดเท่านั้น ในขณะที่บางชนิดสามารถอยู่ได้ในแหล่งน้ำที่มีสภาพเน่าเสีย (สรณรัชฎ์, 2547)

แมลงน้ำจัดเป็นสัตว์หน้าดิน มีทั้งชนิดที่มีช่วงชีวิตทั้งหมดอาศัยอยู่ในน้ำ หรือบางช่วงชีวิตอาศัยอยู่บนบก (นฤมล, 2548) สามารถบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ การแพร่กระจาย และหน้าที่บทบาทของสัตว์น้ำในแหล่งที่อยู่อาศัย โดยเฉพาะในเรื่องการถ่ายทอดพลังงานและสารอาหารในแหล่งน้ำที่อยู่อาศัย (กิตติธร และคณะ, 2552) ทั้งนี้การศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำส่วนใหญ่ทำการศึกษาในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (นฤมล และคณะ, 2541; กานตริตา, 2550; นัสรียา และคณะ, 2555) ในขณะที่การศึกษาด้านแมลงน้ำหรือสัตว์หน้าดินบริเวณแหล่งน้ำจืดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีน้อยมาก (มินตรา และสุพธิวรรณ, 2548; ทิพวัลย์ และคณะ, 2560) ดังนั้นการศึกษาดังนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านความหลากหลายและการประยุกต์ใช้แมลงน้ำประเมินคุณภาพแหล่งน้ำบริเวณต้นแม่น้ำจันทบุรี และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อีกทั้งยังให้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนอนุรักษ์แหล่งที่อยู่และทรัพยากรสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

วิธีการศึกษา

สถานที่เก็บตัวอย่าง

พื้นที่ศึกษาเป็นคลองที่ใกล้เคียงกับพื้นที่การเกษตรกรรม เช่น สวนทุเรียนและมังคุด ซึ่งเป็นตัวแทนบริเวณต้นน้ำของแม่น้ำจันทบุรี ในอำเภอเขาฉิมชฎ จังหวัดจันทบุรี จำนวน 6 สถานี ได้แก่ คลองตารอง (st 1) คลองตาหลิน (st 2) คลองไผ่บูลย์ (st 3) คลองกระสือใหญ่ (st 4) คลองกระทิง (st 5) และคลองพลวง (st 6) ในอำเภอเขาฉิมชฎ จังหวัดจันทบุรี (Figure 1)

การเก็บตัวอย่างแมลงน้ำและคุณภาพน้ำ

เก็บรวบรวมตัวอย่างแมลงน้ำ โดยใช้ surber (30x30 ซม.) ในฤดูน้ำมาก (เดือน กันยายน 2558) และฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์ 2559) จำนวน 6 สถานีละ 3 ซ้ำ (Figure 1) จากนั้นรวบรวมตัวอย่างและรักษาสภาพตัวอย่างแมลงน้ำด้วยแอลกอฮอล์ 70% โดยนำไปจำแนกชนิดในห้องปฏิบัติการ และตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วยเครื่องมือตรวจวัด ได้แก่ อุณหภูมิ และความเป็นกรด-ด่าง (HANNA/Hi98129) ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (EUTECH/cyberscan DO 300) ความขุ่นใส (HANNA/Hi93703) อัลคาไลน์ และแอมโมเนีย (test kit)

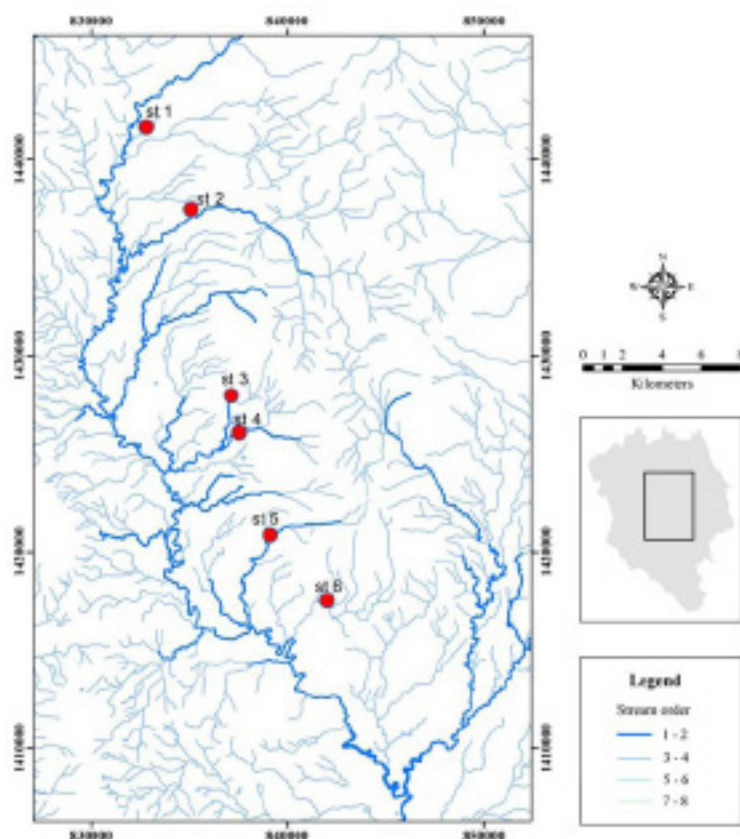


Figure 1 Headwater stations in Chanthaburi River used for sample collection.

st 1= Khlongtarong, st 2= Khlongtalim, st 3 = Khlongpaiboon, st 4= Khlongkrasueyai, st 5 = Khlongkrathing and st 6= Khlongplung

การวิเคราะห์ในห้วงปฏิบัติการ

จำแนกตัวอ่อนแมลงน้ำด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ โดยใช้เอกสารของ บุญเสี้อยอร์ (2557); Wiggan (1977); Morse et al., (1984); Dudgeon (1999); McCafferty (1981); Merritt and Cummins (1996); Yule and Sen (2004) และ Sangpradub and Boonsoong (2006) พร้อมนับจำนวนและบันทึกผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลแมลงน้ำที่พบมาคำนวณค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพโดยใช้สูตรของ Shannon-Weiner Index (H) (Ludwig and Reynolds, 1988; Clarke and Warwick, 1994) และนำแมลงน้ำที่จำแนกถึงระดับวงศ์มาหาคะแนนตาม BMWP Score (Mustow, 2002) แล้วหารด้วยจำนวนวงศ์ที่มีคะแนนจะได้ค่าเฉลี่ยของคะแนน Average Score Per Taxa (ASPT) แล้วนำไปเทียบกับตารางมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 58, 2537)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

คุณภาพน้ำบริเวณต้นน้ำของแม่น้ำจันทบุรี ในอำเภอเขาฉกรรจ์ จังหวัดจันทบุรี

คุณภาพน้ำบริเวณต้นน้ำของแม่น้ำจันทบุรี ในอำเภอเขาฉกรรจ์ จังหวัดจันทบุรี จำนวน 6 สถานี พบว่าคุณภาพน้ำมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละสถานีและฤดูกาล แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพน้ำเฉลี่ยในทุกพารามิเตอร์ตลอดการศึกษามีค่าใกล้เคียงกัน โดยอุณหภูมิน้ำอยู่ระหว่าง 26-28 องศาเซลเซียส (เฉลี่ย 26.5 องศาเซลเซียส) ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าระหว่าง 6-7 (เฉลี่ย 6.3) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติ โดยแหล่งน้ำตามธรรมชาติจะมีค่าอยู่ระหว่าง 5-9 ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าสูง มีค่าระหว่าง 7-9 มิลลิกรัมต่อลิตร (เฉลี่ย 7.8 มิลลิกรัมต่อลิตร) ซึ่งสอดคล้องกับกองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2532) กล่าวว่า ในแหล่งต้นน้ำธรรมชาติมีค่าออกซิเจนละลายในน้ำสูงเนื่องจากมีต้นไม้น้ำหนาแน่นและเป็น

ที่สูง อากาศเย็น การระเหยของน้ำสู่บรรยากาศน้อย ทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำได้มากกว่าถึงปัจจัยทางกายภาพต่างๆมีผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความขุ่นใส อยู่ระหว่าง 3.4-4.6 FTU (เฉลี่ย 4.0 FTU) และอัลคาไลน์มีค่าระหว่าง 10-30 มิลลิกรัมต่อลิตร (เฉลี่ย 20 มิลลิกรัมต่อลิตร) และไม่พบแอมโมเนีย แสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำบริเวณต้นแม่น้ำจันทบุรี คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 และคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงและอยู่อาศัยของสัตว์น้ำ (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 58, 2537)

ความหลากหลายของแมลงน้ำ บริเวณต้นน้ำของแม่น้ำจันทบุรี ในอำเภอเขาฉกรรจ์ จังหวัดจันทบุรี

ความหลากหลายและการแพร่กระจายของแมลงน้ำ บริเวณต้นแม่น้ำจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี ในฤดูน้ำน้อยและน้ำมาก จำนวน 6 สถานี พบแมลงน้ำทั้งหมด 7 อันดับ 37 วงศ์ จำนวน 2,442 ตัว (Figure 1; Table 1) ประกอบด้วย อันดับ Coleoptera Diptera Ephemeroptera Hemiptera Odonata Plecoptera และ Trichoptera ตลอดการศึกษามาแมลงน้ำที่พบมากที่สุดคือ อันดับ Ephemeroptera วงศ์ที่พบมากที่สุดคือ Baetidae คลองตาหลินมีความหลากหลายของแมลงน้ำสูงที่สุด รองลงมาคือ คลองกระสือใหญ่ (Figure 2; Table 1) โดยอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Caenidae และ อันดับ Diptera วงศ์ Chironomidae พบได้ทุกสถานีและทุกฤดูกาล ซึ่งแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera เป็นแมลงน้ำกลุ่มที่บ่งบอกถึงคุณภาพน้ำที่ดี ในขณะที่แมลงน้ำในอันดับ Diptera วงศ์ Chironomidae สามารถบ่งบอกถึงการปนเปื้อนมลพิษได้ สามารถอยู่ในแหล่งน้ำที่มีความเสื่อมโทรมและปริมาณออกซิเจนต่ำหรือคุณภาพน้ำไม่ดี (กัญญาณัฐ และคณะ, 2559) ซึ่งในฤดูน้ำน้อย คลองตาหลินมีความหลากหลายของแมลงน้ำสูงที่สุด (22 วงศ์) และคลองไผ่บุลย์มีความหลากหลายของแมลงน้ำต่ำที่สุด (10 วงศ์) ส่วนในฤดูน้ำมาก คลองตาหลินและคลองกระสือใหญ่มีความหลากหลายของแมลงน้ำสูงที่สุด (21 วงศ์) และ

คลองพลวงมีความหลากหลายของแมลงน้ำต่ำที่สุด (8 วงศ์) โดยจำนวนแมลงน้ำบริเวณต้นน้ำของแม่น้ำจันทบุรีมีเปลี่ยนแปลงตามสถานีดคลองกระสือใหญ่ มีจำนวนแมลงน้ำสูงที่สุด รองลงมาคือ คลองตาหลิน และคลองพลวงมีจำนวนแมลงน้ำต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากเนื่องมาจากปัจจัยทางกายภาพ เคมีและชีวภาพของแหล่งน้ำ (จิราภรณ์, 2553) สอดคล้องกับ จุฑามาศ และนิศาวัฒน์ (2559) และ Nithirojpakdee et al. (2015) รายงานว่าปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ เช่น ความเร็วกระแสน้ำ ความขุ่นของน้ำ และปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ลักษณะพื้นลำธาร เช่น ลานหิน ก้อนหินขนาดต่างๆ และพืชน้ำ รวมถึงฤดูกาล มีผลต่อความหลากหลายชนิดและโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำจืด เช่นเดียวกับบุญเสฐียร และนฤมล (2545) กล่าวว่า กิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ที่มีผลต่อลำน้ำธรรมชาติ ย่อมมีผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำนั้น โดยการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อม มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพของสัตว์น้ำในแหล่งน้ำนั้นๆ เช่น แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ พืชน้ำ ปลา กุ้ง ปู และสัตว์หน้าดิน เป็นต้น

ความหลากหลายของแมลงน้ำมีแนวโน้มที่แตกต่างตามฤดูกาลและสถานี โดยความหลากหลายชนิดของแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera และ Trichoptera มีความหลากหลายของชนิดสูงกว่าอันดับอื่น

เช่นเดียวกับ Boonsoong and Sangpradab (2008) พบว่าอันดับ Trichoptera มีความหลากหลายของชนิดสูงกว่าอันดับอื่นๆ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากกลุ่ม Trichoptera เป็นแมลงกลุ่มใหญ่ที่สุดกลุ่มหนึ่งของแมลงน้ำ มักพบในแหล่งอาศัยต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการสร้างรังด้วยเส้นใยและวัสดุธรรมชาติต่างๆ ที่มีอยู่ในแหล่งอาศัย (จุฑามาศ และนิศาวัฒน์, 2559) นอกจากนี้พบแมลงน้ำอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Ephemerellidae ซึ่งเป็นตัวอ่อนแมลงน้ำมักพบในบริเวณน้ำไหล เกาะอยู่ตามก้อนหิน (จุฑามาศ และนิศาวัฒน์, 2559) และเป็นที่สังเกตว่าตัวอ่อนแมลง อันดับ Diptera วงศ์ Chironomidae มีการแพร่กระจายทั้งสองฤดูกาล อาจเนื่องมาจากตลอดแนวคลองที่ทำการศึกษาก็จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือถูกรบกวนโดยการขุดคลองเพื่อกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตร อีกทั้งแหล่งน้ำมีการปนเปื้อนจากสารเคมีในการเกษตร เช่นเดียวกับจันดา (2541) ซึ่งรายงานว่ามีอันดับ Diptera วงศ์ Chironomidae มีจำนวนเพิ่มขึ้นในลำธารบริเวณที่ถูกรบกวนจากกิจกรรมต่างๆ เช่น พื้นที่การเกษตรกรรม เช่น คลองกระสือใหญ่ คลองกระทิง คลองไผ่บุลย์ซึ่งเกษตรกรใช้น้ำในคลองเพื่อการเกษตรกรรม โดยมีขุดสร้างฝายเพื่อกักเก็บน้ำ ทำให้คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยเฉพาะปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ



Leptophlebiidae



Baetidae



Caenidae



Heptageniidae



Perlidae



Hydropsychidae



Philopotamidae



Hydroptilidae



Tipulidae



Psephenidae



Simuliidae



Chironomidae

Figure 2 Some aquatic insects found in headwater of Chanthaburi River (x4 stereo microscope)

Table 1 Aquatic insect (n/m²) in headwater of Chanthaburi River during wet and dry seasons of 2015-2016

Order/Family	st 1		st 2		st 3		st 4		st 5		st 6	
	wet	dry	wet	dry	wet	dry	wet	dry	wet	dry	wet	dry
O.Coleoptera												
Elmidae	1	4	1	20	1	12	2	3	7	27	0	1
Gyrinidae	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	1
Hydrophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Psephenidae	1	2	2	16	2	0	3	4	0	0	0	0
Ptilodactylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Scritidae	0	0	1	13	0	1	3	2	5	4	0	0
O.Diptera												
Ceratopogonidae	0	9	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0.0
Chironomidae	47	59	6	108	7	136	9	134	18	22	27	3
Chydrophilidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Culicinae	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Tabanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Tipulidae	3	0	12	0	1	0	1	0	3	0	1	0
Simuliidae	3	0	1	1	1	0	0	0	2	0	0	0
O.Ephemeroptera												
Baetidae	13	56	36	110	3	6	36	196	56	44	0	8
Caenidae	17	31	25	62	8	28	5	127	1	11	5	2
Ephemerellidae	1	1	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Ephemeridae	0	0	41	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Heptageniidae	0	1	9	18	1	2	9	37	1	2	0	0
Leptophlebiidae	1	4	2	21	1	1	3	32	2	0	0	0
Prosopistomatidae	1	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0
Potamanthidae	0	0	8	0	1	0	0	0	0	0	1	0
O.Hemiptera												
Corixidae	1	54	3	50	2	15	7	59	1	58	0	5
Gerridae	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
Naucoridae	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
Veliidae	0	0	1	1	0	0	3	4	1	0	0	1
O.Odonata												
Aeshnidae	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	1
Calopterygidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Coenagrionidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Gomphidae	4	4	2	3	1	8	3	2	7	0	0	3
O.Plecoptera												
Perlidae	0	1	1	9	1	0	8	6	0	1	1	3

Order/Family	st 1		st 2		st 3		st 4		st 5		st 6	
	wet	dry	wet	dry	wet	dry	wet	dry	wet	dry	wet	dry
O.Trichoptera												
Dipseudoosidae	1	0	5	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Ecnomidae	1	1	3	0	1	0	0	2	0	0	0	0
Hydropsychidae	2	0	3	5	2	0	7	21	14	1	5	11
Hydroptilidae	1	28	0	4	1	0	4	43	2	2	0	0
Leptoceridae	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
Odontoceridae	0	0	2	0	0	0	5	0	3	0	0	0
Philopotamidae	0	1	0	5	0	0	3	1	0	1	0	1
Total (n)	99	255	169	474	38	211	118	683	129	174	42	40
H	1.81	1.99	2.38	2.29	2.65	1.25	2.58	2.05	2.06	1.75	1.24	2.13
ASPT	5.51	6.61	7.05	6.76	5.66	6.37	7.06	6.05	6.25	6.09	6.12	5.58

st 1= Khlongtarong, st 2= Khlongtalin, st 3 = Khlongpaiboon, st 4= Khlongkrasueyai, st 5 = Khlongkrathing and st 6= Khlongplung

การใช้แมลงน้ำเป็นดัชนีชีวภาพประเมินคุณภาพน้ำบริเวณต้นน้ำของแม่น้ำจันทบุรี

การประเมินคุณภาพน้ำบริเวณต้นน้ำของแม่น้ำจันทบุรีจำนวน 6 สถานี ได้แก่ คลองตาหรง คลองตาหลิน คลองไผ่บุลย์ คลองกระสือใหญ่ คลองกระทิง และคลองพลวง พบว่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพเฉลี่ย (Shannon-Wiener Index, H) ของแมลงน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 1.69-2.34 (Table 2) มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและสถานี ในฤดูน้ำน้อยพบว่า ค่าดัชนีอยู่ระหว่าง 1.25-2.29 โดยสถานีคลองตาหลิน คลองพลวง และคลองกระสือใหญ่ มีดัชนีค่อนข้างสูงเท่ากับ 2.29, 2.13 และ 2.05 ตามลำดับ และสถานีคลองไผ่บุลย์มีดัชนีต่ำกว่าสถานีอื่นๆ เท่ากับ 1.25 ส่วนในฤดูน้ำมากพบว่า ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำสูงบริเวณคลองไผ่บุลย์ คลองกระสือใหญ่ และคลองตาหลิน มีดัชนีเท่ากับ 2.65, 2.58 และ 2.38ตามลำดับ ในขณะที่สถานีคลองพลวง มีดัชนีต่ำกว่าสถานีอื่นๆ และต่ำที่สุด เท่ากับ 1.24 (Table 2) แสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำและความอุดมสมบูรณ์ของน้ำในต้นแม่น้ำจันทบุรีอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1.0-3.0 (Wilhm and Dorris, 1968) โดยค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพต่ำ และค่ามากกว่า 3 แสดงว่าดัชนีมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง (Gencer and Kazanci, 2010) ถ้าค่า

ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพต่ำ หมายความว่าแหล่งน้ำอาจเกิดมลพิษ ส่วนค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพสูง หมายความว่า แหล่งน้ำนั้นมีสภาวะปกติหรือมีมลพิษน้อย (ธเนศ, 2539) เช่นเดียวกับชาวลิย และคณะ (2559) พบดัชนีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินบริเวณลำน้ำว่า จ.น่าน ในฤดูน้ำน้อยและน้ำมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.59 และสอดคล้องกับทิพวัลย์ และคณะ (2560) รายงานว่าคุณภาพน้ำบริเวณลำธารน้ำตกกระทิง อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี คุณภาพน้ำจัดอยู่ในระดับพอใช้ถึงดี ยกเว้นบริเวณเขตชุมชนมีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับต่ำ และเมื่อพิจารณาค่า ASPT พบว่าค่าของ ASPT มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละสถานีและฤดูกาล (Table 1) โดยมีค่า ASPT อยู่ระหว่าง 5.85-6.91 (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกัญญาณัฐ และคณะ (2559) มีค่า ASPT อยู่ระหว่าง 5.25-7.18 และสอดคล้องกับกานตริตา และชิตชล (2550) พบว่า ASPT ในลุ่มแม่น้ำค่า (7 สถานีจาก 8 สถานี) มีค่าระหว่าง 5.5-7.4 จากผลการศึกษาค้นคว้านี้แสดงว่าคุณภาพน้ำบริเวณต้นน้ำของแม่น้ำจันทบุรี มีคุณภาพน้ำปานกลาง เนื่องจากค่า ASPT อยู่ระหว่าง 5-6 (ยูริตา และคณะ, 2558)

ดังนั้นคุณภาพน้ำในบริเวณต้นน้ำของแม่น้ำจันทบุรีมีคุณภาพน้ำปานกลาง โดยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2

และคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงและอยู่อาศัยของสัตว์น้ำและสามารถใช้แมลงน้ำเป็นดัชนีชี้วัดภาพประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำของภาคตะวันออกได้ (ทิพวัลย์ และคณะ, 2560) เช่นเดียวกับการศึกษาการใช้แมลงน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในพื้นที่

อื่นๆ ของประเทศไทย เช่น ภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (นฤมล และคณะ, 2541; รุ่งนา, 2549; บุญเสี้อย, 2550; กาญจนานุก และคณะ, 2557; กัญญาณัฐ, 2555; Kantida and Chitchol, 2007)

Table 2 Shannon-Wiener Index (H), BMWP and ASPT score of aquatic insects in six stations of Chanthaburi River

Station	Shannon-Wiener Index (H)	BMWP score	ASPT score
Khlongtarong, st 1	1.91	79.5	6.01
Khlongtalin, st 2	2.34	108.5	6.91
Khlongpaiboon, st 3	1.95	76.5	5.97
Khlongkrasueyai, st 4	2.32	111.0	6.56
Khlongkrathing, st 5	1.91	83.5	6.17
Khlongplung, st 6	1.69	58.0	5.85

สรุป

ในการศึกษานี้เป็นข้อมูลสำคัญในการอธิบายถึงความอุดมสมบูรณ์ทางทรัพยากรทางชีวภาพและคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำในภาคตะวันออกได้ระดับหนึ่ง โดยความหลากหลายของแมลงน้ำบริเวณต้นแม่น้ำจันทบุรี อำเภอเขาฉกรรจ์ จังหวัดจันทบุรี พบแมลงน้ำทั้งหมด 7 อันดับ 37 วงศ์ จำนวน 2,442 ตัว ได้แก่ อันดับ Coleoptera Diptera Ephemeroptera Hemiptera Odonata Plecoptera และ Trichoptera โดยอันดับ Ephemeroptera มีจำนวนสมาชิกสูงสุด คุณภาพน้ำบริเวณต้นแม่น้ำจันทบุรี อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 (ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร) ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำเฉลี่ย (Shannon-Wiener Index, H) มีค่าระหว่าง 1.69-2.34 ค่า ASPT มีค่าระหว่าง 5.85-6.91 โดยค่า ASPT มีค่ามากกว่า 5 แสดงว่าแหล่งน้ำมีคุณภาพปานกลางและสามารถใช้แมลงน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในภาคตะวันออกเช่นเดียวกับภาคเหนือและภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งการดำเนินงานดังกล่าวเพื่อประโยชน์ในการดำเนินการอนุรักษ์ทรัพยากรแหล่งน้ำโดยเฉพาะเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับแหล่งน้ำในภาคตะวันออกของประเทศไทย และเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญทางด้านความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายของแมลงน้ำในภาคตะวันออกในอนาคตได้ เพื่อประโยชน์ในการดำเนินการอนุรักษ์ทรัพยากรแหล่งน้ำในลำดับต่อไป

คำขอบคุณ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา อุปกรณ์และครุภัณฑ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี และขอขอบคุณกัลยาณมิตรอีกหลายท่านที่ให้ความช่วยเหลือตลอดการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2532. โครงการศึกษาและวิจัยคุณภาพน้ำในแม่น้ำสายหลัก รายงานการศึกษาวิจัย คุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลอง พ.ศ. 2529-2531. สำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์. 2555. การใช้แมลงน้ำเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำในกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา. วารสารการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน. 5: 15-24.
- กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์, สาธินี สร้อยจิต, และ ชนิษฐา ตาซื่อตรง. 2559. การใช้แมลงน้ำเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำในลำห้วยสาขาของกว๊านพะเยา. แก่นเกษตร 44: 723-730.
- กาญจนาฏ ภักธการวิทย์, ดลยา พลเสน, สรยุทธ ลิ้มสุวรรณ, สิริมา มงคลสัมฤทธิ์, กัญจนศิลป์ ประสิทธิ์, และศิริกุล ธรรมจิตรสกุล. 2557. การศึกษาคุณภาพน้ำด้วยดัชนีชีวภาพกับปัญหาสุขภาพของชุมชนริมคลอง: กรณีศึกษาชุมชนหมู่ที่ 5 ตำบลองครักษ์ อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 5: 28-34.
- กานตริดา เชียงทอง. 2550. การใช้แมลงน้ำเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำในลุ่มน้ำแม่คำ จังหวัดเชียงราย. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 12: 277-288.
- กิตติธร ชัยศรี, ทัดพร คุณประดิษฐ์, ยุวดี พิรพรพิศาล, และชิตชล ผลารักษ์. 2552. การกระจายตัวของแมลงน้ำในแม่น้ำลาว จังหวัดเชียงราย. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 3: 161-172.
- จิรากรณ์ คชเสนี. 2553. นิเวศวิทยาพื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 4. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- จันดา วงศ์สมบัติ. 2541. ผลกระทบจากการถางป่าริมฝั่งลำธารต่อโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำจืด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- จุฑามาศ ศรีปัญญา และนิศาภรณ์ ตั้งไพโรจน์วงศ์. 2559. ความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในห้วยหญ้าเหวและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 18: 60-74.
- เขาวลัย ใจสุข, อมรชัย ล้อทองคำ, และพัชรา นิธิโรจน์ภักดี. 2559. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประโยชน์ในการศึกษาสภาพภูมิศาสตร์ร่วมกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมของแหล่งที่อยู่อาศัยของปลาท้องถิ่นสำหรับภูมิประเทศที่สูง: กรณีศึกษาลำน้ำว่าอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก. 9: 80-87.
- ทิพวัลย์ เลิศัญญา, ฉัตรชัย ทองเครือมา, และชวัลรัตน์ สมนึก. 2560. การใช้สัตว์หน้าดินเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำบริเวณลำธารน้ำตกกระต๊อง อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก. 10: 33-39.
- ธเนศ วงศ์ยะรา. 2539. ความหลากหลายของแมลงก้นด่อน้ำ และคุณภาพน้ำคูเมืองเชียงใหม่ ปี 2538. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- นฤมล แสงประดับ. 2548. เอกสารคำสอน วิชา 311780 แมลงน้ำ. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- นฤมล แสงประดับ, ยรรยงค์ อินทร์ม่วง, ชูติมา หาญจวนิช, และอุไรวรรณ อินทร์ม่วง. 2541. ดัชนีชีวภาพสำหรับการจัดจำแนกคุณภาพน้ำทางชีววิทยาในลุ่มแม่น้ำพองด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 26: 289-303.
- นัสรียา หมื่นหวั่ง, อ้าพล พยัคษา, และแดงอ่อน พรหมมี. 2555. การประยุกต์ใช้ดัชนีชีวภาพประเมินคุณภาพน้ำในลำห้วยแม่ดาว อำเภอแม่สลด จังหวัดตาก. SDU Res. J. 5: 113-123.
- บุญเสฐียร บุญสูง. 2550. การใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในการประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพแบบเร็วในลำธารของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- บุญเสฐียร บุญสูง. 2557. คู่มือจำแนกตัวอ่อนแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- บุญเสริญ บุญสูง และนฤมล แสงประดับ. 2545. ผลของการเลี้ยงปลาในกระชังต่อชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำน้ำชี. วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 30: 228-240.
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8. 2537. ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในพระราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 111 ตอนที่ 16 ลงวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2537. สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา, กรุงเทพฯ.
- พรณทิพย์ กาหยี. 2560. การติดตามตรวจสอบสิ่งแวดล้อมโดยวิธีทางชีวภาพ. วารสารสิ่งแวดล้อม. 21: 53-60.
- พัชรา นิธิโรจน์ภักดี, นฤมล มงคลธวัช, และอภิญา สนิศักดิ์. 2559. ความหลากหลายชนิดและคุณค่าทางโภชนาการของตัวอ่อนแมลงน้ำบริเวณคลองกระสือใหญ่ จังหวัดจันทบุรี. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี, จันทบุรี.
- มินตรา กว้างใหญ่ และสุทธวิพรรณ สันตะโชติ. 2548. การศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินเพื่อเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำบริเวณจุดรวบรวมน้ำเสีย จุดปล่อยน้ำที่บำบัดและบริเวณจุดที่ไม่มีการปล่อยน้ำเสียของบ่อบำบัดน้ำเสียเทศบาลเมืองชลอง อำเภอลอง จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, จันทบุรี.
- ยุธิดา สกุลทอง, กาญจน์ คุ่มทรัพย์, และสุรเชษฐ เตียมสำอาง. 2558. การใช้ BMWP และ ASPT กลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเพื่อตรวจติดตามคุณภาพน้ำในสวนรุกขชาติหนองนารี. น. 44-48. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรี ครั้งที่ 2 “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น” 14 กุมภาพันธ์ 2558. อาคารเฉลิมพระเกียรติฉลองสิริราชสมบัติ 60 ปี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, เพชรบูรณ์.
- รุ่งนภา ทากัน. 2549. การใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ประเภทพื้นท้องน้ำเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำทางชีวภาพของแม่น้ำปิง ปี 2547-2548. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- สรณัฐ กาญจนะวนิชย์. 2547. นักสืบสายน้ำน้อย: คู่มือครูและผู้นำกิจกรรม. มูลนิธิโลกสีเขียว, กรุงเทพฯ.
- อิสระ ธานี. 2557. การใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่เพื่อการติดตามตรวจสอบทางชีวภาพ. SUD RES. J. 7: 125-137.
- Boonsoong, B., and N. Sangpradub. 2008. Diversity of stream benthic macroinvertebrates at the Loei River and adjacent catchments, Northeastern Thailand. KKU Sci. J. 36: 107-121.
- Boonsoong, B., N. Sangpradup, and M.T. Barbour. 2009. Development of rapid bioassessment approaches using benthic macroinvertebrates for Thai streams. Environ. Monit. Assess. 155: 129-147.
- Boonsoong, B., N. Sangpradup, M.T. Barbour, and W. Simachaya. 2010. An implementation plan for using biological indicators to improve assessment of water quality in Thailand. Environ. Monit. Assess. 165: 205-215.
- Clarke, K. R., and R. M. Warwick. 1994. Change in Marine Communities. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, United Kingdom.
- Dudgeon, D. 1999. Tropical Asian Stream Zoobenthos, Ecology and Conservation. Hong Kong University Press, Hong Kong.
- Gencer, T. and N. Kazanci. 2010. Applications of various diversity indices to benthic macroinvertebrate assemblages in streams in a national park in Turkey. Rev. Hydrobiol. 3: 111-125.
- Kantida, C. and P. Chitchol. 2007. Use of aquatic insects as bioindicators of water quality of Mae Kham Watershed, Chiang Rai province. KKU Res. J. 12: 277-288.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynold. 1988. Statistical Ecology. John Wiley and Sons, New York.
- Merritt, R. W. and K. W. Cummins. 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 3rd Edition. Kendall Hunt Publishing, Iowa.

- McCafferty, W. P. 1981. Aquatic Entomology. Science Books International Inc., Boston.
- Morse, J. C., Lianfang, Y., and T. Lixin. 1984. Aquatic Insects of China Useful for Monitoring Water Quality. 2nd Edition. Kendall Hunt Publishing, Iowa.
- Mustow, S. E. 2002. Biological monitoring of river in Thailand: Use and adaptation of the BMWP score. *Hydrobiologia*. 479: 191-229.
- Nithirojpakdee, P., C. Jaisuk, and T. Sukkong. 2015. Diversity of macroinvertebrates of in the Wa River, Bo Klua, Nan Province, Thailand. P. 142-149. In: Proceeding of the 5th Rajamangala University of Technology International Conference 23-25 July 2014. Rajamangala University of Technology Suvanabhumi, Phranakhon Si Ayutthaya.
- Rosenberg, D. M. and V. H. Resh. 1993. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman and Hall, New York.
- Sangpradup, N. and B. Boonsoong. 2006. Identification of Freshwater Invertebrates of the Mekong River and Its Tributaries. Mekong River Commission, Vientiane.
- Wilhm, J. L. and T. C. Dorris. 1968. Biological parameters for water criteria. *Biosci*. 18: 477-481.
- Wiggins, G. B. 1977. Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera). University of Toronto Press, Toronto.
- Yule, C. M. and Y. H. Sen. 2004. Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region. Akademi Sains Malaysia, Kuala Lumpur.