



KKU SCIENCE JOURNAL

Journal Home Page : <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/KKUSciJ>

Published by the Faculty of Science, Khon Kaen University, Thailand



ความหลากหลายและนิเวศวิทยาบางประการของหนอนแดงสกุล *Chironomus* (อันดับ Diptera วงศ์ Chironomidae) ในเขตมหาวิทยาลัยขอนแก่นช่วงฤดูแล้ง Species Diversity and Some Ecological Aspects of *Chironomus* Bloodworm (Order Diptera, Family Chironomidae) in Khon Kaen University during Dry Season

ปฐิพัทธ์ เทวาวัด¹ สิริกมล พลายงาม^{2,3} และ นิสารัตน์ ตั้งไพโรจน์วงศ์^{1,2*}Patipat Tevapawat¹, Sirikamon Phlai-ngam^{2,3} and Nisarat Tungpairongwong^{1,2*}¹สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002²ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002³ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี 20131¹Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002, Thailand²Applied Taxonomic Research Center, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002, Thailand³Department of Biology, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi, 20130, Thailand

บทคัดย่อ

ศึกษาความหลากหลายและนิเวศวิทยาบางประการของหนอนแดงหรือแมลงรึ้นน้ำจืดสกุล *Chironomus* (อันดับ Diptera วงศ์ Chironomidae) ในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยขอนแก่น เก็บตัวอ่อนหนอนแดงโดยวิธีการเก็บด้วยมือ (Hand-picking method) และสวิงปากรูปตัวดี (D-framed dip net) ขนาดช่องตาข่าย 450 ไมโครเมตร จากแหล่งน้ำ 2 สถานี ได้แก่ ท่อระบายน้ำบริเวณหน้าคณะวิทยาศาสตร์ (S1) และบ่อบำบัดน้ำเสีย (S2) พร้อมทั้งวัดปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงมีนาคม พ.ศ. 2567 พารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำในทั้งสองสถานีมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำในแต่ละแหล่งอาศัยย่อย ได้แก่ S1 (แอ่งน้ำ: MH1; บริเวณน้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำ: MH2) และ S2 (พีชน้ำ: MH3; ตะกอนริมฝั่ง: MH4) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการศึกษาความหลากหลายของหนอนแดงโดยวิธีการเลี้ยงเชื่อมโยงจากระยะตัวอ่อนสู่ตัวเต็มวัย พบหนอนแดง 3 ชนิด ได้แก่ *C. flaviplumus* Type B *C. javanus* และ *C. kienensis* ตัวเต็มวัยแต่ละชนิดมีลักษณะอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (Hypopygium) และขนาดของเพศเมียแตกต่างกันอย่างชัดเจน สำหรับลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนมีลักษณะโครงสร้างปากและท่อส่วนท้ายลำตัวแตกต่างกัน ผลการศึกษานิเวศวิทยาบางประการของตัวอ่อนหนอนแดงสกุล *Chironomus* พบว่าตัวอ่อนมักสร้างรังด้วยดินตะกอนตามพื้นที่ท้องน้ำและพีชน้ำ โดยพบหนอนแดงอาศัยอยู่ในน้ำนิ่ง รวมถึงบริเวณที่มีน้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่าหนอนแดงสามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันมากกว่าหนึ่งชนิดในแหล่งอาศัยย่อยเดียวกัน กล่าวคือ S1 พบหนอนแดง 2 ชนิด อาศัยตามพื้นที่ท้องน้ำ สร้างรังทั้งในแอ่งน้ำและบริเวณ

*Corresponding Author, E-mail: knisar@kku.ac.th

น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำคือ *C. flaviplumus* Type B และ *C. kiiensis* ในขณะที่ S2 พบหนอนแดงทุกชนิดอาศัยอยู่ร่วมกันตามตะกอนท้องน้ำ ก้อนหินขนาดเล็กและพืชน้ำ เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของหนอนแดงในสองสถานี พบว่าตัวอ่อนมีความหนาแน่นใน S2 มากกว่า S1 ถึงร้อยละ 83.65 ส่วนความหนาแน่นของหนอนแดงพบในแหล่งอาศัยย่อยมากที่สุดคือ MH3 (ร้อยละ 54.76) MH4 (ร้อยละ 28.89) และ MH1 (ร้อยละ 8.99) ตามลำดับ ผลการศึกษาตะกอนบริเวณแหล่งอาศัยของหนอนแดงพบว่าประกอบด้วยอนุภาคดินตะกอน ได้แก่ ทรายหยาบมาก ทรายหยาบ ทรายหยาบปานกลาง ทรายละเอียด ทรายละเอียดมาก และทรายแป้ง ส่วนอนุภาคดินตะกอนที่หนอนแดงนำมาใช้ในการสร้างรังอาศัยมากที่สุด คือ ทรายแป้ง

ABSTRACT

The research conducted at Khon Kaen University investigated the ecological aspects and species diversity of the chironomid bloodworm genus *Chironomus* (Order Diptera, Family Chironomidae). The chironomid larvae were collected from two sampling sites (the waterspout near the Faculty of Education [S1] and the wastewater treatment ponds [S2]) from January to March 2024 using a D-framed dip net with a mesh size of 450 micrometers and the hand-picking method. The physicochemical parameters of water were measured. There were statistically significant differences in the average values of the water parameters between the two sampling sites ($p < 0.05$). Additionally, the water parameters of the microhabitats were significantly different ($p < 0.05$). These parameters included pool [MH1] and flowing water [MH2] (located in S1), aquatic plant [MH3], and riverbank [MH4] (located in S2). Based on the association method, three species of bloodworms were found at Khon Kaen University: *C. flaviplumus* Type B, *C. javanus*, and *C. kiiensis*. Adult morphology can be distinguished based on male genitalia (hypopygium) and female antennae, although larval morphology differs in mouthparts and posterior anal tubes. The ecological study showed that *Chironomus* larvae commonly build their nests in mud, small rocks, and aquatic plants. They were observed in both still and flowing waterways, with multiple species coexisting in the same microhabitat. Comparing the density of *Chironomus* between study areas, it was found that S2 has a higher density (83.65%) compared to S1. The high density of bloodworms (54.76%) was observed in MH3, while MH4 (28.89%) and MH1 (8.99%) were the next most abundant. All sampling sites have a range of particle sizes, including very coarse sand, coarse sand, medium sand, fine sand, very fine sand, and silt, according to the analysis of the different types of sediment particles. Silt is the most commonly found particle type identified as being utilized in bloodworm nests.

คำสำคัญ: รังน้ำจืด ชีววิทยา ความหลากหลาย แหล่งน้ำนิ่ง ขอนแก่น

Keywords: Midge, Biology, Diversity, Standing Water, Khon Kaen

บทนำ

หนอนแดง (Bloodworm) เป็นตัวอ่อนของรังกน้ำจืด (Midge) โดยทั่วไปมักเรียกชื่อของตัวอ่อนรังกน้ำจืดว่า “หนอนแดง” เนื่องจากภายในตัวของหนอนแดงมีรงควัตถุสีแดง คือ “ฮีโมโกลบิน” เพื่อช่วยในการลำเลียงออกซิเจน (Burmester and Hankeln, 2007; Sriariyanuwath *et al.*, 2015) จัดจำแนกอยู่ในอาณาจักร Animalia ไฟลัม Arthropoda ชั้น Insecta อันดับ Diptera วงศ์ Chironomidae ทั่วโลกอาจพบได้ถึง 5,000 ชนิด แต่มีเพียง 4 วงศ์ย่อย และพบมากกว่า 3,000 ชนิด ในเขตร้อนชื้น

(Ferrington *et al.*, 2008; Ahmad *et al.*, 2014) หนอนแดงกระจายตัวกว้าง สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ทั้งในแหล่งน้ำไหลและแหล่งน้ำนิ่ง เช่น บ่อน้ำตามธรรมชาติ บ่อขุด และคลองที่ถูกสร้างขึ้นโดยมนุษย์ มีบทบาทสำคัญโดยการเป็นผู้ผลักดันให้เกิดการหมุนเวียนพลังงานทั้งจากภายนอกและภายในระบบนิเวศแหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการถ่ายทอดพลังงานไปยังผู้บริโภคลำดับขั้นถัดไปในห่วงโซ่อาหาร โดยเป็นอาหารของสัตว์น้ำต่างๆ ในธรรมชาติ เช่น ปลา กุ้ง ตัวอ่อนแมลงปอ (Bo *et al.*, 2012; Tupinambás *et al.*, 2015; Zupo *et al.*, 2016) นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการอนุบาลลูกปลา หรือปลาสวยงาม เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำสูงด้วย (Borror and DeLong, 1964) ทำให้ราคาหนอนแดงมีราคาสูงถึงกิโลกรัมละ 80 - 200 บาท และยังเป็นสินค้าส่งออกเพื่อจำหน่ายยังต่างประเทศ (สำรวย, 2533) ปัจจุบันจึงมีการส่งเสริมการเพาะเลี้ยงหนอนแดงในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างแพร่หลาย เพื่อเพิ่มอาหารธรรมชาติที่มีโปรตีนสูงและช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร และเกษตรกรยังสามารถจำหน่ายได้ หากเลี้ยงหนอนแดงได้จำนวนมาก ตัวอ่อนของหนอนแดง (Larvae) มีอายุประมาณ 10 - 12 วัน ตัวอ่อนอาศัยในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล เกือบทุกแหล่งอาศัยย่อยบริเวณที่มีการสะสมดินตะกอน ตัวอ่อนหนอนแดงสกุล *Chironomus* จะมีการสร้างรังโดยใช้เศษซากในแหล่งอาศัย เช่น เศษซากอินทรีย์วัตถุ ดินตะกอน และทราย เป็นต้น โดยทุกชนิดจำเป็นต้องสร้างรังตั้งแต่วัยที่ 1 (Pinder, 1995) เนื่องจากมีผลต่ออัตราการรอดตายของหนอนแดง (Nath *et al.*, 1998) โดยใช้เป็นที่หลบภัยจากผู้ล่า (Podder *et al.*, 2022) และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการรับออกซิเจนโดยเฉพาะเมื่อปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง (Konstantinov, 1971) จากการศึกษาดินตะกอนของหนอนแดงที่ใช้ในการสร้างรังยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อยส่วนใหญ่จะกล่าวถึงขนาดดินตะกอนในบริเวณที่หนอนแดงอาศัยอยู่ (Vos *et al.*, 2002)

ในประเทศไทยมีการศึกษาความหลากหลายของหนอนแดง เช่น Sriariyanuwath *et al.* (2015) ทำการศึกษาความหลากหลายของหนอนแดง และปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำในแม่น้ำพอง จังหวัดขอนแก่น พบทั้งสิ้น 49 แทกซา 35 สกุล 3 วงศ์ย่อย ได้แก่ วงศ์ย่อย Chironominae Tanypodinae และ Orthocladinae โดยหนอนแดงในวงศ์ย่อยที่พบมากที่สุดคือ วงศ์ย่อย Chironominae ถึงร้อยละ 90.30 (41 แทกซา 28 สกุล) ผลการศึกษาพบว่าหนอนแดงสกุล *Chironomus* สามารถดำรงชีวิตในแหล่งน้ำที่มีค่าของแข็งละลายน้ำ ความขุ่นของน้ำ การนำไฟฟ้าของน้ำ และฟอสฟอรัสละลายน้ำที่สูงได้ นอกจากนี้หนอนแดงยังสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ทั้งในแหล่งน้ำสะอาด มีค่าออกซิเจนละลายน้ำสูง ไปจนถึงแหล่งน้ำที่มีออกซิเจนละลายน้ำต่ำได้ (Cranston, 1995a; 1995b) ในประเทศไทยมีรายงานการพบหนอนแดงทั้งระยะตัวอ่อน และตัวเต็มวัย สกุล *Chironomus* จำนวน 4 ชนิดโดย 3 ชนิด ใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและดีเอ็นเอบาร์โค้ด ได้แก่ *C. circumdatus* (Kuvangkadilok, 1994; Pramual *et al.*, 2016) *C. javanus* (Simwisat *et al.*, 2015; Pramual *et al.*, 2016; Somporn *et al.*, 2017) และ *C. kiensis* (Simwisat *et al.*, 2015; Pramual *et al.*, 2016) และอีก 1 ชนิด ใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ดและลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ คือ *C. flaviplumus* Type B (Pramual *et al.*, 2016; Martin, 2022) ปัจจุบันมีการส่งเสริมการเพาะเลี้ยงหนอนแดงในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างแพร่หลาย เพื่อเพิ่มอาหารธรรมชาติที่มีโปรตีนสูง และช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร และเกษตรกรยังสามารถจำหน่ายได้ หากเลี้ยงหนอนแดงได้จำนวนมาก อย่างไรก็ตามการศึกษานิเวศวิทยาของหนอนแดงในประเทศไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาแหล่งอาศัยของหนอนแดงแต่ละชนิดยังมีอยู่น้อยมาก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาความหลากหลายลักษณะสำคัญในการระบุชนิดของตัวอ่อนและตัวเต็มวัย รวมทั้งแหล่งอาศัยย่อยและขนาดของดินตะกอนที่หนอนแดงแต่ละชนิดใช้ในการดำรงชีวิตในแหล่งน้ำ มหาวิทยาลัยขอนแก่นในช่วงฤดูแล้ง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงและใช้ประโยชน์จากหนอนแดง

วิธีการดำเนินการวิจัย

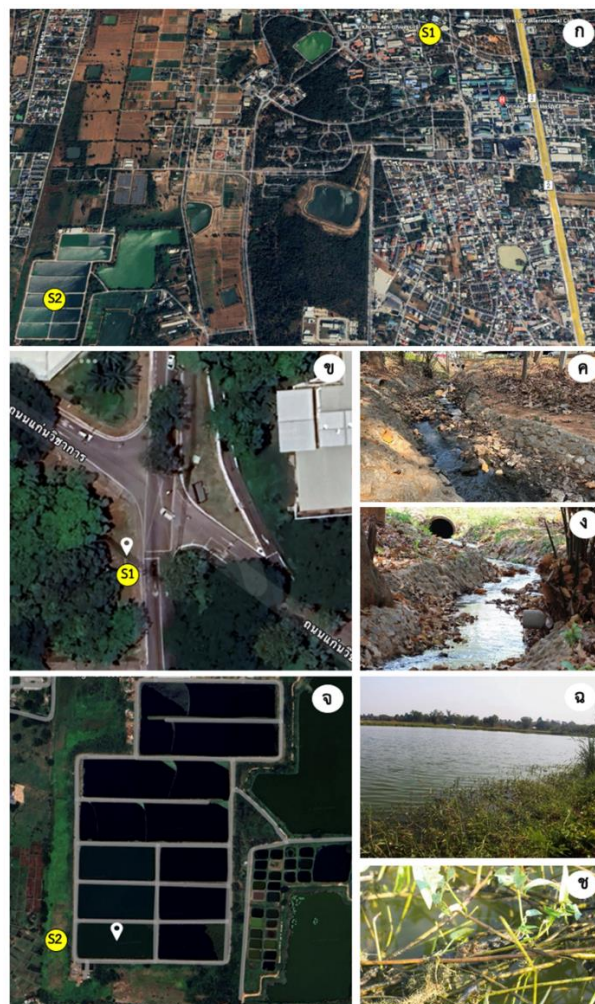
สถานที่วิจัย (รูปที่ 1)

ทอระบายน้ำหน้าคณะศึกษาศาสตร์ (S1) (รูปที่ 1ก และ ข) มีลักษณะเป็นท่อน้ำเสียและปล่อยน้ำทิ้งลงตามทอระบายน้ำ น้ำทิ้งมาจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัย โดยไหลผ่านคณะศึกษาศาสตร์ไปยังบริเวณท่อน้ำหลัง

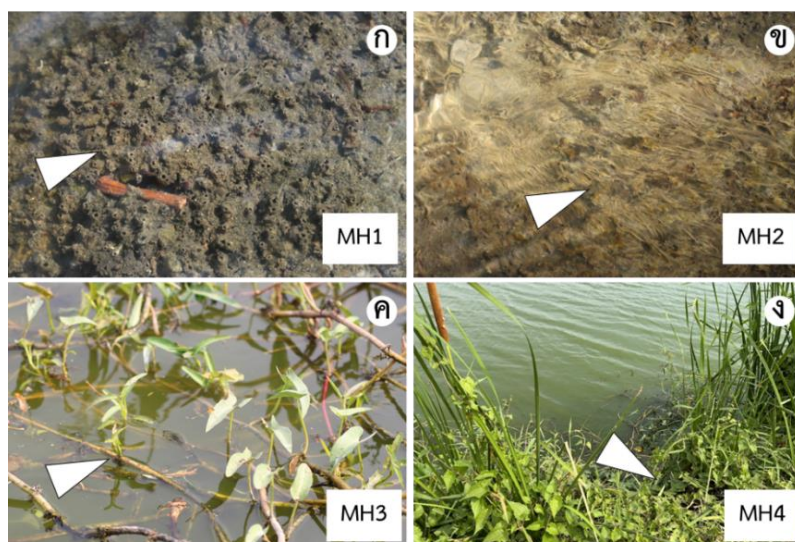
โรงพยาบาลศรีนครินทร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ท่อระบายน้ำมีขนาดเล็ก กว้างประมาณ 1.5 เมตร บริเวณริมฝั่งปกคลุมด้วยต้นสั๊กและต้นแดง ทำให้มีร่มเงาตลอดทั้งวัน

บ่อบำบัดน้ำเสีย (S2) (รูปที่ 1ก และ จ) มีโรงบำบัดน้ำเสีย ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของมหาวิทยาลัย รับน้ำเสียจากอาคารทั่วไป และศูนย์วิทยาศาสตร์สุขภาพ จัดเป็นระบบบ่อบำบัดเสถียร (Facultative oxidation ponds) ประกอบด้วย 1) บ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative ponds) มีจำนวน 2 ชุด ชุดละ 2 บ่อ และ 2) บ่อบ่ม (Maturation ponds) มีจำนวน 2 ชุด ชุดละ 3 บ่อ ในการศึกษาี้ทำการเก็บตัวอย่างหนองแดงจากบ่อบ่ม ลักษณะสภาพแวดล้อมประกอบด้วยพืชน้ำและพืชริมฝั่ง ได้แก่ ผักตบชวา จอกแหน ผักบุ้ง และหญ้าขน เป็นต้น

ในแต่ละสถานียังแบ่งลักษณะแหล่งอาศัยย่อย (Microhabitats: MH) ที่มีการอยู่อาศัยของหนองแดงออกเป็นแต่ละประเภทดังนี้ สถานีท่อระบายน้ำหน้าคณะศึกษาศาสตร์ (S1) (รูปที่ 1ค และ ง) ประกอบด้วย 2 แหล่งอาศัยย่อย คือ แอ่งน้ำ (MH1) (รูปที่ 2ก) ถูกปกคลุมด้วยดินตะกอนค่อนข้างมากและบริเวณน้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำ (MH2) (รูปที่ 2ข) มีพื้นอาศัยปกคลุมด้วยตะไคร่น้ำและมีดินตะกอนเล็กน้อย ส่วนสถานีย่อบำบัดน้ำเสีย (S2) (รูปที่ 1ฉ และ ช) ประกอบด้วยแหล่งอาศัยย่อย คือ พืชน้ำ (MH3) (รูปที่ 2ค) และตะกอนริมฝั่ง (MH4) (รูปที่ 2ง)



รูปที่ 1 สถานีเก็บตัวอย่างและจุดเก็บตัวอย่างหนองแดงในเขตมหาวิทยาลัยขอนแก่น; ตำแหน่งสถานีเก็บตัวอย่าง (S1 และ S2) (ก) ตำแหน่งสถานีท่อระบายน้ำหน้าคณะศึกษาศาสตร์ (S1) (ข) สภาพแวดล้อมของสถานีท่อระบายน้ำหน้าคณะศึกษาศาสตร์ (ค - ง) ตำแหน่งสถานีย่อบำบัดน้ำเสีย (S2) (ฉ) สภาพแวดล้อมของสถานีย่อบำบัดน้ำเสีย (ฉ) พืชน้ำที่พบบริเวณริมฝั่งที่สถานีย่อบำบัดน้ำเสีย (ช)



รูปที่ 2 แหล่งอาศัยย่อย (Microhabitats) ในการเก็บตัวอย่างตัวอ่อนหนอนแดงในสถานีเก็บตัวอย่าง; แอ่งน้ำที่มีการปกคลุมด้วยดินตะกอนค่อนข้างมาก (MH1) (ก) บริเวณน้ำไหลจากท่อระบายน้ำ มีพื้นอาศัยเป็นตะไคร่น้ำและมีดินตะกอนเล็กน้อย (MH2) (ข) พืชน้ำ (MH3) (ค) ตะกอนริมฝั่ง (MH4) (ง) (ลูกศรสีขาวแสดงบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างหนอนแดง)

การวัดปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำ

วัดค่าปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำในบริเวณที่หนอนแดงอาศัยอยู่ก่อนเก็บตัวอย่าง จำนวน ปัจจัยปัจจัยละ 3 ซ้ำ ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ (Water temperature: °C) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen: DO, mg/L) โดยใช้เครื่อง DO meter (Model 57, YSI 550A, USA) ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (Electrical conductivity: EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) และปริมาณของแข็งละลายน้ำ (Total dissolved solid: TDS, mg/L) โดยใช้เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำและปริมาณของแข็งละลายน้ำแบบปากกา (Hanna, Mauritius) ความเป็นกรด - ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่างแบบปากกา (Index, ID 1000, USA) ความขุ่นของน้ำ (Turbidity, NTU) โดยใช้เครื่องวัดความขุ่นแบบพกพา (Thermo Scientific Eutech TN-100) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำทั้งสองสถานีด้วยวิธี Independent Samples T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และวิเคราะห์ตัวแปรทางเดียวของพารามิเตอร์น้ำระหว่างแหล่งอาศัยย่อยด้วยวิธี One-Way ANOVA กรณีพบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยระหว่างปัจจัย ทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยใช้ Tukey HSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 26

การเก็บตัวอย่างหนอนแดงและการศึกษาความหลากหลายชนิด

เก็บตัวอย่างหนอนแดงด้วยวิธีการเก็บเชิงปริมาณด้วยมือ (Hand-picking method) และสวิงปากรูปตัวดี (D-framed dip net) ขนาดช่องตาข่าย 450 ไมโครเมตร จากสองสถานีเก็บตัวอย่าง ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงมีนาคม พ.ศ. 2567 เก็บตัวอย่าง 2 ครั้งต่อเดือน เริ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่เวลา 9.00 - 11.00 น. และ 13.00 - 15.00 น. ทำการกำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่าง 1.5×60 เมตรต่อสถานี จากนั้นเก็บตัวอย่างหนอนแดงให้ครอบคลุมทุกแหล่งอาศัยย่อย (รูปที่ 2) แหล่งอาศัยย่อยละ 10 นาที จำนวน 3 ซ้ำ โดยดัดแปลงวิธีการเก็บจาก Cheshmedjiev *et al.* (2011) พร้อมตรวจวัดคุณภาพทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำ เพื่อประกอบการศึกษาด้านนิเวศวิทยา หลังจากเก็บตัวอย่างแล้ว แบ่งตัวอย่างหนอนแดงออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 นำไปรักษาสภาพตัวอย่างด้วยเอธิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 เพื่อนำไปใช้ในการจัดจำแนกจนถึงระดับต่ำที่สุด (lowest taxa) และกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มหนอนแดงที่ยังมีชีวิต นำไปเลี้ยงในห้องปฏิบัติการชีววิทยาแหล่งน้ำจืด สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อทำการเลี้ยงเชื่อมโยงจากระยะตัวอ่อนสู่ระยะ

ตัวเต็มวัย โดยใช้โถดินเผาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว สูง 3.5 นิ้ว และตุ้เลี้ยงปลาขนาด 3 นิ้ว x 3 นิ้ว x 6 นิ้ว ทำการใส่ปุ๋ยออกซิเจน คลุมด้วยผ้ามุ้งเพื่อเก็บตัวเต็มวัยมาระบุชนิด ระบุนิสัยและศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Model C-LEDs; Nikon, China) และกล้องจุลทรรศน์ชนิดเลนส์ประกอบ (Model ECLIPSE E200 LED MV R; Nikon, China) โดยใช้เอกสารในการตรวจสอบเอกลักษณ์ของ Chaudhuri *et al.* (1992) Al-Shami *et al.* (2012) และ Martin (2020) จากการเก็บตัวอย่างหนอนแดงในแต่ละแหล่งอาศัยย่อย นับจำนวนตัวหนอนแดงที่เก็บได้และนำไปคำนวณหาความหนาแน่นของหนอนแดงทั้งหมดที่พบในแต่ละสถานีและความหนาแน่นของหนอนแดงแต่ละชนิดที่พบในแต่ละแหล่งอาศัยย่อย

สูตร ความหนาแน่นของประชากร (ตัว / ตารางเมตร) = จำนวนประชากร (ตัว) / ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)

การศึกษานิเวศวิทยาบางประการและการศึกษาขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณแหล่งอาศัยของหนอนแดงสกุล *Chironomus*

ศึกษานิเวศวิทยาบางประการของหนอนแดงสกุล *Chironomus* แบ่งออกเป็น การศึกษาในภาคสนาม ทำการวัดความเร็วกระแสน้ำในบริเวณที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำด้วยเครื่องมือวัดความเร็วกระแสน้ำ (Gurley Precision Instruments, Model 625, NY, USA) วัดความหนาของชั้นตะกอนโดยใช้ไม้บรรทัด โดยการวัดความหนาของชั้นตะกอน 3 จุด ในทุกแหล่งอาศัยย่อยที่ทำการเก็บตัวอย่างหนอนแดง ขนาดของดินตะกอนที่ตัวอ่อนนำมาสร้างรัง และหาสัดส่วนขนาดของดินตะกอนในบริเวณที่หนอนแดงสร้างรัง โดยนำตัวอย่างดินตะกอนมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักแห้ง บดตะกอนให้ละเอียดด้วยโกร่ง นำไปร่อนผ่านชั้นตะแกรงร่อนที่มีขนาดช่องตาข่าย 2 1 0.5 0.25 0.125 และ 0.063 มิลลิเมตร ตามลำดับ เพื่อให้ดินตะกอนขนาดต่างๆ แยกออกจากกัน นำดินตะกอนที่ติดบนตะแกรงร่อนแต่ละขนาดไปทำการชั่งน้ำหนัก เปรียบเทียบสัดส่วนของดินตะกอนแต่ละขนาดที่พบในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง จัดกลุ่มขนาดดินตะกอนโดยใช้เกณฑ์ของ USDA (Soil Survey Division Staff, 1993) และการเก็บตัวอย่างหนอนแดงที่มีชีวิตจากภาคสนาม นำกลับมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการชีววิทยาแหล่งน้ำจืด เพื่อศึกษาลักษณะของรังที่ตัวอ่อนสร้างขึ้น โดยใช้โถดินเผาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว สูง 3.5 นิ้ว และตุ้เลี้ยงปลาขนาด 3 นิ้ว x 3 นิ้ว x 6 นิ้ว พร้อมต่อปั๊มลมออกซิเจน

ผลการวิจัย

ปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำ

อุณหภูมิอากาศของทั้งสองสถานีมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสถานีบ่อบำบัดน้ำเสีย (S2) (33.00 ± 0.00) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าสถานีท่อระบายน้ำหน้าคณะศึกษาศาสตร์ (S1) (28.00 ± 0.00) ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความขุ่นน้ำ อุณหภูมิน้ำ และความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ใน S2 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า S1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำและปริมาณของแข็งละลายน้ำใน S1 สูงกว่า S2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ความขุ่นของน้ำใน S2 ที่ MH4 มีค่าสูงที่สุด (57.60 ± 1.10) รองลงมาคือ MH3 (52.23 ± 0.85) นอกจากนี้ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำใน S1 ทั้ง MH1 และ MH2 มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2530) (ตารางที่ 1)

ความหลากหลายชนิดและสัณฐานวิทยาของหนอนแดงสกุล *Chironomus* ในมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการศึกษาความหลากหลายชนิดของหนอนแดงจากสองสถานีเก็บตัวอย่าง จากการศึกษาสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนและตัวเต็มวัย พร้อมการเลี้ยงเชื่อมโยงระยะตัวอ่อนสู่ตัวเต็มวัย สามารถเลี้ยงเชื่อมโยงได้ทุกชนิด พบหนอนแดงสกุล *Chironomus* ทั้งสิ้น 3 ชนิด ได้แก่ *C. flaviplumus* Type B *C. javanus* และ *C. kiiensis* พบว่า ลักษณะตัวอ่อนมีความแตกต่างกันมากสามารถใช้ลักษณะในการจัดจำแนก (Key characters) ได้แก่ เมนตัม (Mentum) ฟรีแมนดิเบิล (Premandible) และ

เพคเทนอิพิฟารินจิส (Pecten epipharyngis) เวนโทรเมนตัลเพลต (Ventromental plate) หนวด (Antenna) และรยางค์ส่วนท้ายลำตัวหรือโพสเทียเรียพาราพอด (Posterior parapods) ส่วนลักษณะที่ใช้จำแนกตัวเต็มวัยประกอบด้วย ลักษณะสีและเส้นปีก (Wing characteristic) ได้แก่ เส้นขวางปีก (r-m crossvein) เส้นเรเดียสแขนงล่าง (Rs) และมีเดีย (M) ทาซซุส (Tarsus) หนวดเพศผู้และเพศเมีย อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (Hypopygium) บริเวณซูพีเรียวอร์เซลลา (Superior vorsaella) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Mean $\pm$ SE) ของปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำในแต่ละแหล่งอาศัยย่อยที่พบในทั้งสองสถานีเก็บตัวอย่าง

ปัจจัย/สถานี	ท่อระบายน้ำหน้าคณะศึกษาศาสตร์ (S1)		บ่อบำบัดน้ำเสีย (S2)		เกณฑ์การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
	แอ่งน้ำ (MH1)	บริเวณน้ำไหลจากท่อระบายน้ำ (MH2)	พืชน้ำ (MH3)	ตะกอนริมฝั่ง (MH4)	
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/L)	1.55 $\pm$ 0.26 ^b	2.88 $\pm$ 0.19 ^a	7.52 $\pm$ 0.23 ^c	5.40 $\pm$ 0.45 ^d	≥ 3
อุณหภูมิน้ำ (°C)	24.48 $\pm$ 0.43 ^b	25.97 $\pm$ 0.50 ^a	31.70 $\pm$ 0.36 ^c	30.13 $\pm$ 0.15 ^d	23 - 32
ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (μ S/cm)	873.50 $\pm$ 24.63 ^a	841.33 $\pm$ 70.68 ^a	449.00 $\pm$ 3.46 ^b	453.67 $\pm$ 5.87 ^b	*
ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (mg/L)	489.67 $\pm$ 13.78 ^a	472.33 $\pm$ 40.38 ^a	251.33 $\pm$ 2.08 ^b	254 $\pm$ 2.65 ^b	*
ความเป็นกรด-ด่าง	7.06 $\pm$ 0.13 ^a	7.13 $\pm$ 0.43 ^a	8.28 $\pm$ 0.27 ^b	7.90 $\pm$ 0.20 ^b	5 - 9
ความขุ่น (NTU)	15.41 $\pm$ 2.78 ^a	15.03 $\pm$ 1.79 ^a	57.60 $\pm$ 1.10 ^b	52.23 $\pm$ 0.85 ^c	*

หมายเหตุ เกณฑ์การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2530) เครื่องหมาย (*) = ไม่ได้ระบุไว้ ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันและอยู่บนเลขแถวเดียวกันคือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ใช้จำแนก (key characters) ของตัวอ่อนและตัวเต็มวัย *Chironomus*

ระยะ	ลักษณะในการจัดจำแนก	<i>C. flaviplumus</i> Type B	<i>Chironomus javanus</i>	<i>Chironomus kiiensis</i>
ตัวอ่อน	หนวด	ปล้องที่ 3 ยาวใกล้เคียงปล้องที่ 4	ปล้องที่ 3 ยาวเท่ากับ ¾ ของปล้องที่ 4	ปล้องที่ 3 สั้นกว่าปล้องที่ 4
	เพคเทน อิพิฟารินจิส	มีฟัน 16 - 21 ซี่	มีฟัน 16 - 18 ซี่	มีฟัน 12 - 15 ซี่
	พรีแมนดิเบล	มีฟัน 6 ซี่	มีฟัน 6 ซี่	มีฟัน 2 ซี่
	เอนัล ทุบูล	มีความยาวใกล้เคียงกับโพสเทียเรียพาราพอด	มีความยาวมากกว่า ½ ของโพสเทียเรียพาราพอด	มีความยาวเท่ากับ ½ ของโพสเทียเรียพาราพอด
ตัวเต็มวัย	ปีกคู่หน้า	ไม่มีลวดลาย	ไม่มีลวดลาย	มีแถบสีเทาถึงดำ
	ทาซซุสของขาคู่หน้า	สีน้ำตาลอ่อน	สีดำ	สีน้ำตาลอ่อน
	อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้	ซูพีเรียวอร์เซลลาลายจะงอยปากนก	ซูพีเรียวอร์เซลลาโค้งงอปลายแหลม	ซูพีเรียวอร์เซลลาโค้งงอคล้ายตะขอ

C. flaviplumus Type B (รูปที่ 3 - 4)

ตัวอ่อน (รูปที่ 3ก) มีลักษณะโครงสร้างส่วนหัว (head capsule) ดังรูปที่ 3ข หนวดสั้น มีจำนวน 5 ปล้อง ปล้องที่ 3 มีความยาวใกล้เคียงปล้องที่ 4 (รูปที่ 3ค) เมนตัมมีขอบหยักคล้ายฟันเลื่อย ปลายแหลม และแมนดิเบลมีฟัน 4 ซี่ ดังรูปที่ 3ง และรูปที่ 3จ ตามลำดับ เพคเทนอิพิฟารินจิส มีฟันปลายแหลมเรียง 16 - 21 ซี่ (รูปที่ 3ฉ - ช) พรีแมนดิเบลมีฟัน 6 ซี่

(รูปที่ 3ฉ และ 3ข) เวนโทรเมนตัลเพลตมีลักษณะคล้ายพัด และมีริ้ว (striae) จำนวน 60 - 65 เส้น แสดงในรูปที่ 3ฉ เอนัลทูปูลมีความยาวใกล้เคียงกับโพสเทียเรียพาราพอด (รูปที่ 3ฉ)

ตัวเต็มวัย (รูปที่ 4ก - ข) ลักษณะรูปร่างภายนอกของตัวเต็มวัยหนอนแดง *C. flaviplumus* Type B ระหว่างเพศผู้ (รูปที่ 4ก) และเพศเมีย (รูปที่ 4ข) มีลักษณะไม่แตกต่างกันมากนัก หนวดมีลักษณะเป็นพู่ขน หนวดเพศผู้มีขนจำนวนมากและมีจำนวนมากกว่าหนวดเพศเมีย (รูปที่ 4ค - ง) ปีก 1 คู่ บางใส การจัดเรียงตัวของเส้นปีกมีเส้นขวางปีกระหว่างเส้นเรเดียสแขนงล่าง และมีเดีย ปกคลุมด้วยสีน้ำตาลอ่อน (รูปที่ 4จ - ฉ) ทาซซของขาคู่หน้ามีสีน้ำตาลอ่อน บริเวณข้อต่อมีสีดำ อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (รูปที่ 4ช) บริเวณซูพีเรียวอร์เซลลา มีลักษณะคล้ายจะงอยปากนก (รูปที่ 4ช) อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย (female genitalia) แสดงในรูปที่ 4ฉ

Chironomus javanus (รูปที่ 5 - 6)

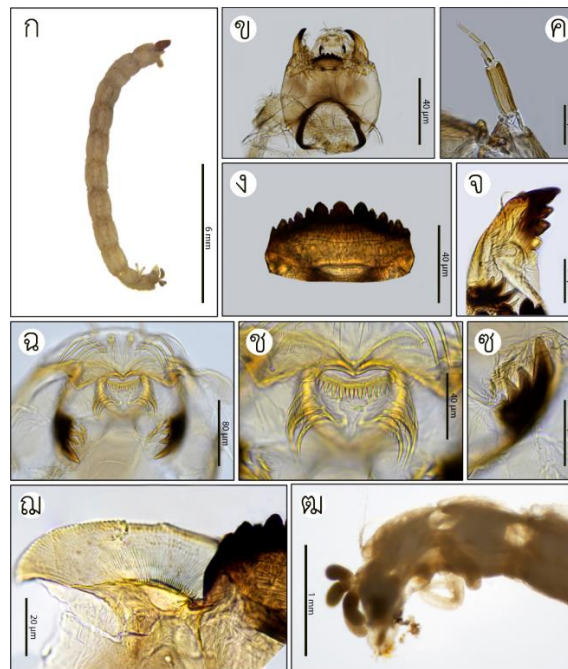
ตัวอ่อน (รูปที่ 5ก) มีลักษณะโครงสร้างส่วนหัวดังรูปที่ 5ข หนวดสั้น มีจำนวน 5 ปล้อง ปล้องที่ 3 ยาวเท่ากับ $\frac{3}{4}$ ของปล้องที่ 4 (รูปที่ 5ค) เมนตัมมีขอบหยักคล้ายฟันเลื่อย ปลายทุ และแมนดิเบลมีฟัน 4 ซี่ ดังรูปที่ 5ง และรูปที่ 5จ ตามลำดับ เพคเทนิฟิฟารินจิส มีฟันปลายแหลมเรียงกัน 16 - 18 ซี่ (รูปที่ 5ฉ - ช) ฟรีแมนดิเบลมีฟัน 6 ซี่ (รูปที่ 5ฉ และ 5ช) เวนโทรเมนตัลเพลตมีลักษณะคล้ายพัด และมีริ้วจำนวน 60 - 65 เส้น แสดงในรูปที่ 5ฉ เอนัลทูปูลมีความยาวมากกว่า $\frac{1}{2}$ ของโพสเทียเรียพาราพอด (รูปที่ 5ฉ)

ตัวเต็มวัย (รูปที่ 6) ลักษณะรูปร่างภายนอกของตัวเต็มวัยหนอนแดง *C. javanus* ระหว่างเพศผู้ (รูปที่ 6ก) และเพศเมีย (รูปที่ 6ข) มีลักษณะไม่แตกต่างกันมากนัก หนวดมีลักษณะเป็นพู่ขน หนวดเพศผู้มีขนจำนวนมากและมีจำนวนมากกว่าหนวดเพศเมีย (รูปที่ 6ค - ง) ปีก 1 คู่ บางใส การจัดเรียงตัวของเส้นปีกมีเส้นขวางปีกระหว่างเส้นเรเดียสแขนงล่าง และมีเดียมองเห็นไม่ชัดเจน (รูปที่ 6จ - ฉ) อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (รูปที่ 6ช) บริเวณซูพีเรียวอร์เซลลามีลักษณะโค้งงอปลายแหลม (รูปที่ 6ช) อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย แสดงในรูปที่ 6ฉ

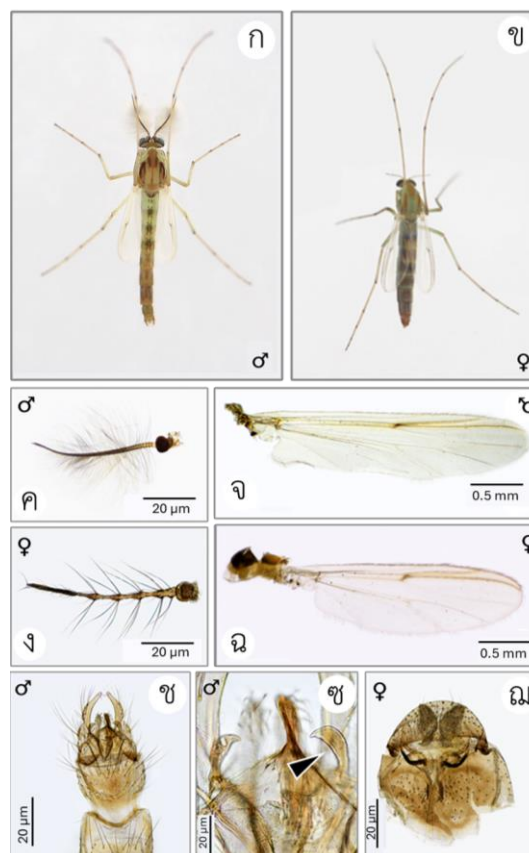
Chironomus kiiensis (รูปที่ 7 - 8)

ตัวอ่อน (รูปที่ 7ก) มีลักษณะโครงสร้างส่วนหัวดังรูปที่ 7ข หนวดสั้น มีจำนวน 5 ปล้อง ปล้องที่ 3 สั้นกว่าปล้องที่ 4 (รูปที่ 7ค) เมนตัมมีขอบหยักคล้ายฟันเลื่อย ปลายแหลม และแมนดิเบลมีฟัน 4 ซี่ ดังรูปที่ 7ง และรูปที่ 7จ ตามลำดับ เพคเทนิฟิฟารินจิส มีฟันปลายแหลมเรียงตัวกัน 12 - 15 ซี่ (รูปที่ 7ฉ - ช) ฟรีแมนดิเบลมีฟัน 2 ซี่ (รูปที่ 7ฉ และ 7ช) เวนโทรเมนตัลเพลตมีลักษณะคล้ายพัด และมีริ้วจำนวน 30 - 35 เส้น แสดงในรูปที่ 7ฉ เอนัลทูปูลมีความยาวเท่ากับ $\frac{1}{2}$ ของโพสเทียเรียพาราพอด (รูปที่ 7ฉ)

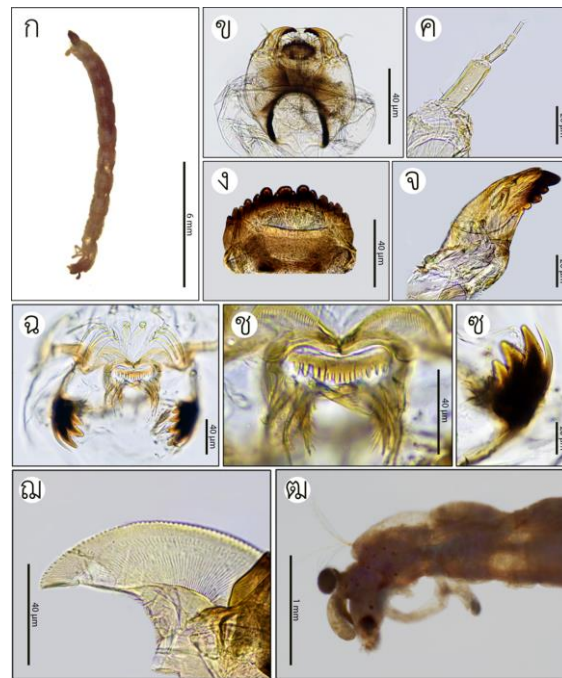
ตัวเต็มวัย (รูปที่ 8) ลักษณะรูปร่างภายนอกของตัวเต็มวัยหนอนแดง *C. kiiensis* ระหว่างเพศผู้ (รูปที่ 8ก) และเพศเมีย (รูปที่ 8ข) มีลักษณะไม่แตกต่างกันมากนัก หนวดมีลักษณะเป็นพู่ขน หนวดเพศผู้มีขนจำนวนมากและมีจำนวนมากกว่าหนวดเพศเมีย (รูปที่ 8ค - ง) ปีก 1 คู่ มีลวดลายชัดเจน แผ่นปีกบาง และมีแถบสีเทาถึงดำ การจัดเรียงตัวของเส้นปีกมีเส้นขวางปีกระหว่างเส้นเรเดียสแขนงล่าง และมีเดียปกคลุมด้วยสีดำ (รูปที่ 8จ - ฉ) ทาซซของขาคู่หน้า มีสีน้ำตาลอ่อน บริเวณข้อต่อมีสีดำ อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ บริเวณซูพีเรียวอร์เซลลามีลักษณะโค้งงอคล้ายตะขอ (รูปที่ 8ช - ช) อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย แสดงในรูปที่ 8ฉ



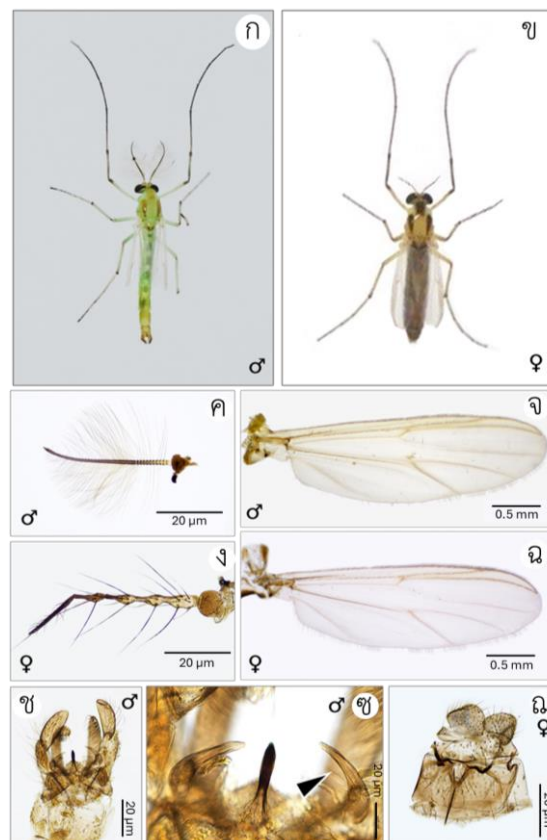
รูปที่ 3 ลักษณะสัณฐานวิทยาของหนอนแดงชนิด *Chironomus flaviplumus* Type B; ตัวอ่อน (habitus) (ก) โครงสร้างส่วนหัว (ข) หนวด (ค) เมนตัม (ง) แมนติเบิล (จ) เพคเทโนฟีฟารินจิสและพรีแมนติเบิล (ฉ) เพคเทโนฟีฟารินจิส (ช) พรีแมนติเบิล (ช) เวโนไตรเมนตัลเพลต (ฌ) รยางค์ส่วนท้ายลำตัว (ฒ)



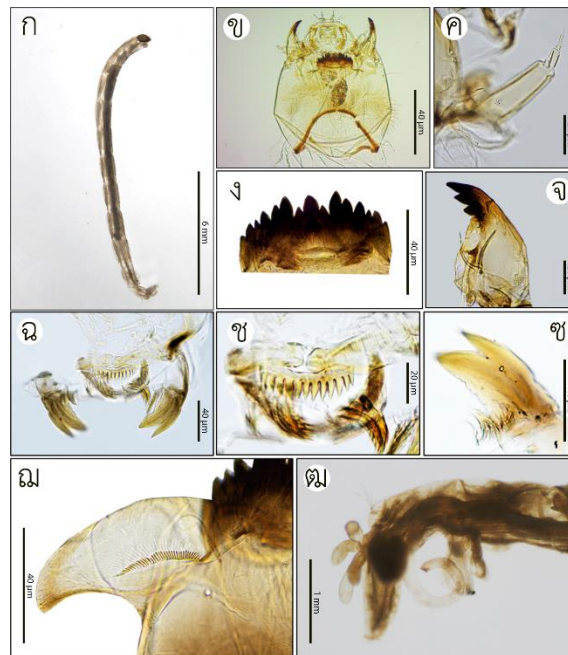
รูปที่ 4 ลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัยหนอนแดงชนิด *Chironomus flaviplumus* Type B; ตัวเต็มวัยเพศผู้ (ก) ตัวเต็มวัยเพศเมีย (ข) หนวดเพศผู้ (ค) หนวดเพศเมีย (ง) ปีกเพศผู้ (จ) ปีกเพศเมีย (ฉ) อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (ช) บริเวณซูพีเรียวอร์เซลลา (เพศผู้) (ช) อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย (ฒ)



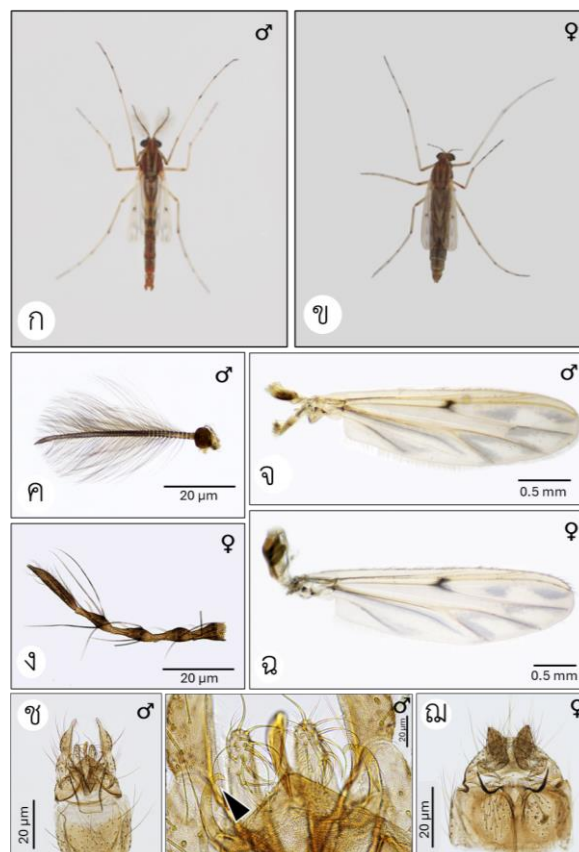
รูปที่ 5 ลักษณะสัณฐานวิทยาของหนอนแดงชนิด *Chironomus javanus*; ตัวอ่อน (habitus) (ก) โครงสร้างส่วนหัว (ข) หนวด (ค) เม็นตัม (ง) แมนติเบิ้ล (จ) เพคเทนิฟารินจิสและพรีแมนติเบิ้ล (ฉ) เพคเทนิฟารินจิส (ช) พรีแมนติเบิ้ล (ซ) เวเนโทรเมนตัลเพลต (ฌ) รยางค์ส่วนท้ายลำตัว (ฒ)



รูปที่ 6 ลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัยหนอนแดงชนิด *Chironomus javanus*; ตัวเต็มวัยเพศผู้ (ก) ตัวเต็มวัยเพศเมีย (ข) หนวดเพศผู้ (ค) หนวดเพศเมีย (ง) ปีกเพศผู้ (จ) ปีกเพศเมีย (ฉ) อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (ช) บริเวณซูพีเรียวอร์เซลลา (เพศผู้) (ซ) อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย (ฌ)



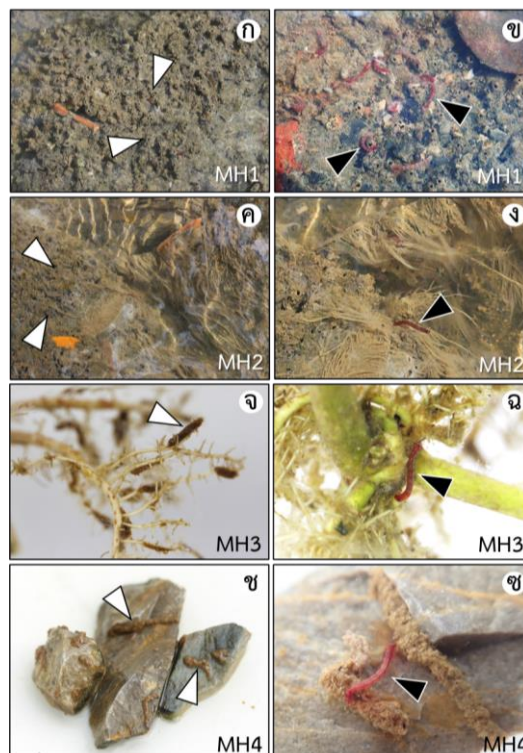
รูปที่ 7 ลักษณะสัณฐานวิทยาของหนอนแดงชนิด *Chironomus kiiensis*; ตัวอ่อน (habitus) (ก) โครงสร้างส่วนหัว (ข) หนวด (ค) เมนติม (ง) แมนติเบิล (จ) เพคเทนิอูฟฟารินจิสและพรีแมนติเบิล (ฉ) เพคเทนิอูฟฟารินจิส (ช) พรีแมนติเบิล (ซ) เวเนโทเรเมนตัลเพลต (ฅ) รางค์ส่วนท้ายลำตัว (ต)



รูปที่ 8 ลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัยหนอนแดงชนิด *Chironomus kiiensis*; ตัวเต็มวัยเพศผู้ (ก) ตัวเต็มวัยเพศเมีย (ข) หนวดเพศผู้ (ค) หนวดเพศเมีย (ง) ปีกเพศผู้ (จ) ปีกเพศเมีย (ฉ) อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (ช) บริเวณซูพีเรียออร์เซลลา (เพศผู้) (ซ) อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย (ฅ)

นิเวศวิทยาบางประการและขนาดอนุภาคดินตะกอนสำหรับการใช้สร้างรังของตัวอ่อนหนอนแดงสกุล *Chironomus* การศึกษานิเวศวิทยาของระยะตัวอ่อนพบว่ ตัวอ่อนหนอนแดงสกุล *Chironomus* สร้างรังด้วยดินตะกอนในน้ำ

การศึกษานิเวศวิทยาของระยะตัวอ่อนพบว่ ตัวอ่อนหนอนแดงสกุล *Chironomus* สร้างรังด้วยดินตะกอนในน้ำ ลักษณะรังเป็นท่อยาว เปิดปากรังเหนือพื้นอาศัยได้น้ำ ตัวอ่อนหนอนแดงสร้างรังอยู่ในแหล่งอาศัยย่อยหลากหลายแบบ (รูปที่ 9) โดยในแต่ละแหล่งอาศัยย่อยมักพบตัวอ่อนหนอนแดงมากกว่าหนึ่งชนิดอาศัยอยู่ร่วมกัน ในสถานี S1 พบว่าตัวอ่อนหนอนแดงส่วนใหญ่มักสร้างรังและอาศัยอยู่ใน MH1 ที่มีการปกคลุมด้วยดินตะกอนและมีความหนาของตะกอนประมาณ 1.5 – 2.7 เซนติเมตร ตัวอ่อนสร้างรังที่มีลักษณะเป็นท่อยาวสูงตั้งฉากกับพื้นอาศัยและอยู่ร่วมกันอย่างหนาแน่นจนสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน (รูปที่ 9ก - ข) ส่วนบริเวณ MH2 พื้นอาศัยปกคลุมด้วยตะไคร่น้ำ มีดินตะกอนสะสมเพียงเล็กน้อย บริเวณนี้จะมีการไหลของน้ำออกมาจากปากท่อระบายน้ำตลอดเวลา ความเร็วกระแสจากท่อระบายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.27 - 0.58 เมตร/วินาที และมีความหนาของตะกอนเพียง 1 - 3 มิลลิเมตร ตัวอ่อนสร้างรังที่มีลักษณะเป็นท่อยาวสูงตั้งฉากกับพื้นอาศัยเหมือน MH1 เมื่อเปรียบเทียบแหล่งอาศัยย่อยทั้งสองพบว่า จำนวนรังของตัวอ่อนหนอนแดงน้อยกว่าในแหล่งอาศัยย่อยที่เป็นแอ่งน้ำ แหล่งอาศัยทั้งสองบริเวณนี้มักพบตัวอ่อนหนอนแดงออกมาเกาะอาศัยบริเวณปากรังหรือใกล้ๆ กับรังของตัวเอง เพื่อเก็บกินอาหารรอบๆ รัง (รูปที่ 9ค - ง) ส่วนสถานี S2 พบว่าตัวอ่อนหนอนแดงสกุล *Chironomus* มีการอาศัยและดำรงชีวิตอยู่ในแหล่งอาศัยย่อย 2 แบบ ได้แก่ MH3 โดยสร้างรังด้วยดินตะกอนลักษณะเป็นท่อยาวขนานกับรากและลำต้นพืชน้ำ โดยพบพืชน้ำชนิดเด่น คือ ผักบุ้ง (รูปที่ 9จ - ฉ) นอกจากนี้ยังพบตัวอ่อนสร้างรังอาศัยอยู่ตามพื้นท้องน้ำบริเวณ MH4 โดยใช้ดินตะกอนขนาดเล็กสร้างรังในพื้นตะกอนเป็นลักษณะท่อยาวขนานกับพื้นท้องน้ำ นอกจากนี้ยังพบตัวอ่อนสร้างรังด้วยดินตะกอนเป็นลักษณะท่อยาวขนานกับก้อนหินขนาดเล็กและเศษซากกิ่งไม้ใผ่ที่จมอยู่ในน้ำ (รูปที่ 9ช - ซ) และพบว่าหนอนแดงสามารถอาศัยอยู่ร่วมกันได้มากกว่าหนึ่งชนิดในแหล่งอาศัยย่อยเดียวกัน



รูปที่ 9 ลักษณะการสร้างรังของตัวอ่อนหนอนแดงในแหล่งอาศัยย่อย; แอ่งน้ำ (MH1) (ก - ข) บริเวณน้ำไหลจากท่อระบายน้ำ (MH2) (ค - ง) พืชน้ำ (MH3) (จ - ฉ) ตะกอนริมฝั่ง (MH4) (ช - ซ) (ลูกศรสีขาวแสดงลักษณะรังในแหล่งอาศัยย่อย; ลูกศรสีดำแสดงลักษณะการอยู่อาศัยของหนอนแดงในแหล่งอาศัยย่อย)

ผลการศึกษาความหนาแน่นของตัวอ่อนหนอนแดงที่พบในสถานีเก็บตัวอย่าง พบว่าสถานี S2 (MH3 และ MH4) มีร้อยละความหนาแน่นของหนอนแดงสูงกว่า S1 (MH1 และ MH2) ความหนาแน่นของตัวอ่อนหนอนแดงในแหล่งอาศัยย่อยต่างๆ พบว่า บริเวณ MH3 ในสถานี S2 พบความหนาแน่นของตัวอ่อนหนอนแดงสูงที่สุด คือ $3,013.33 \pm 211.26$ ตัว/ตารางเมตร (ร้อยละ 54.76) กล่าวคือ ตัวอ่อนหนอนแดง *C. kiensis* ($2,008.89 \pm 81.31$ ตัว/ตารางเมตร ร้อยละ 66.67) มีความหนาแน่นมากกว่า *C. flaviplumus* Type B ($1,004.44 \pm 40.66$ ตัว/ตารางเมตร ร้อยละ 33.33) นอกจากนี้ยังพบว่า ตะกอนท้องน้ำบริเวณ MH4 ในสถานี S2 พบความหนาแน่นของตัวอ่อนหนอนแดงรองลงมา คือ $1,589.83 \pm 98.26$ ตัว/ตารางเมตร (ร้อยละ 28.89) โดยสำรวจพบหนอนแดงชนิด *C. flaviplumus* Type B (978.36 ± 34.91 ตัว/ตารางเมตร ร้อยละ 61.53) มีความหนาแน่นมากกว่า *C. javanus* (611.47 ± 21.82 ตัว/ตารางเมตร ร้อยละ 38.46) ส่วนบริเวณ MH1 และ MH2 ในสถานี S1 พบตัวอ่อนหนอนแดงเพียง 2 ชนิดคือ *C. flaviplumus* Type B และ *C. kiensis* โดยบริเวณ MH1 (494.93 ± 124.29 ตัว/ตารางเมตร ร้อยละ 8.99) มีความหนาแน่นของตัวอ่อนหนอนแดงมากกว่าบริเวณ MH2 (404.89 ± 42.30 ตัว/ตารางเมตร ร้อยละ 7.36) กล่าวคือ ทั้งบริเวณ MH1 และบริเวณ MH2 พบความหนาแน่นของตัวอ่อนหนอนแดง *C. kiensis* มีความหนาแน่นมากกว่า *C. flaviplumus* Type B (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Mean $\pm$ SE) ของความหนาแน่นและร้อยละของหนอนแดงสกุล *Chironomus* ที่พบในแต่ละแหล่งอาศัยย่อย

แหล่งอาศัยย่อย	ความหนาแน่น (ตัว/ตารางเมตร) [ร้อยละ]			ความหนาแน่นรวม (ตัว/ตารางเมตร) [ร้อยละ]
	<i>C. flaviplumus</i> Type B	<i>C. javanus</i>	<i>C. kiensis</i>	
แอ่งน้ำ (MH1)	144.86 ± 36.38 [29.27]	0.00 [0.00]	350.07 ± 87.91 [70.73]	494.93 ± 124.29 [8.99]
บริเวณน้ำไหลจากท่อระบายน้ำ (MH2)	140.07 ± 14.63 [34.59]	0.00 [0.00]	264.82 ± 27.67 [65.41]	404.89 ± 42.30 [7.36]
พืชน้ำ (MH3)	$1,004.44 \pm 40.66$ [33.33]	0.00 [0.00]	$2,008.89 \pm 81.31$ [66.67]	$3,013.33 \pm 211.26$ [54.76]
ตะกอนริมฝั่ง (MH4)	978.36 ± 34.91 [61.53]	611.47 ± 21.82 [38.46]	0.00 [0.00]	$1,589.83 \pm 98.26$ [28.89]

การศึกษานาตอนุภาคดินตะกอนบริเวณแหล่งอาศัยและขนาดดินตะกอนที่ใช้ในการสร้างรังของหนอนแดง

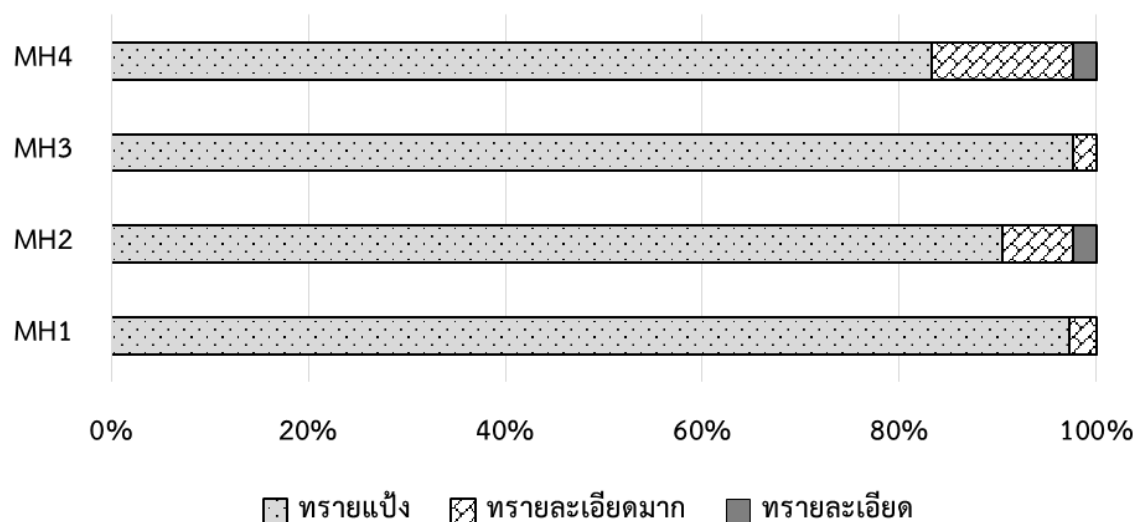
การวิเคราะห์ขนาดของตะกอนโดยใช้เกณฑ์ของ USDA (Soil Survey Division Staff, 1993) พบว่า ชนิดอนุภาคดินตะกอนจัดจำแนกจากเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคดินตะกอนที่พบในแหล่งอาศัยของตัวอ่อนหนอนแดงจากทั้งสองสถานี เก็บตัวอย่าง มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นอนุภาคดินตะกอนจำแนกออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ ทรายหยาบมาก (very coarse sand) รองลงมาคือ ทรายหยาบ (coarse sand) ทรายหยาบปานกลาง (medium sand) ทรายละเอียด (fine sand) ทรายละเอียดมาก (very fine sand) และทรายแป้ง (silt) จากผลการศึกษาพบว่าสถานี S1 มีอนุภาคดินตะกอนเป็นทรายหยาบปานกลางมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 37.84 และทรายแป้งน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 1.30 ส่วนสถานี S2 ประกอบด้วยทรายละเอียดมากที่สุดและทรายแป้งน้อยที่สุดคือ ร้อยละ 26.17 และ 2.38 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ผลการศึกษาขนาดอนุภาคดินตะกอนที่ตัวอ่อนหนอนแดงนำมาใช้ในการสร้างรังพบว่า ตัวอ่อนหนอนแดงที่พบในแต่ละแหล่งอาศัยย่อย มักใช้อนุภาคดินตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่าทรายหยาบปานกลางมาสร้างรังเชื่อมกันด้วยเส้นใย รังประกอบด้วยทรายละเอียด ทรายละเอียดมาก ทรายแป้ง และอาจพบอินทรีย์วัตถุ ตัวอ่อนส่วนใหญ่นำดินตะกอนต่างๆ มาใช้เป็นวัสดุในการสร้างรังมักประกอบด้วยทรายแป้ง (มากกว่าร้อยละ 90) (รูปที่ 10) จากการเก็บตัวอย่างตัวอ่อนหนอนแดง

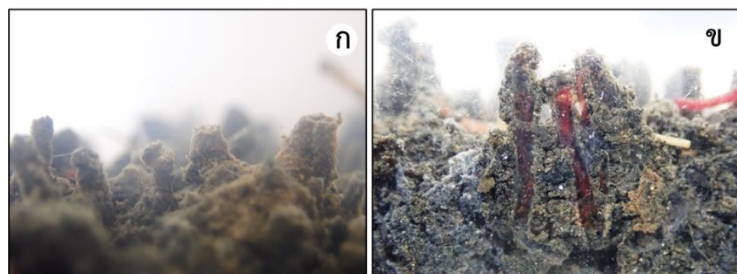
พร้อมดินตะกอนจากสถานีเก็บตัวอย่างมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการพบว่า ตัวอ่อนหนอนแดงสามารถสร้างรังได้ภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากการนำดินตะกอนที่เก็บมาจากสถานีเก็บตัวอย่างในวันแรก โดยจะมีการฝังตัวในชั้นดินตะกอน (รูปที่ 11ก) แล้วนำดินตะกอนมาสร้างรังเป็นลักษณะคล้ายท่อหรือปลอกหุ้มตัวที่มีปลายเปิด โดยมักมีความสูงของรังใกล้เคียงกับขนาดความยาวลำตัว (รูปที่ 11ข)

ตารางที่ 4 ร้อยละของชนิดอนุภาคดินตะกอนที่พบบริเวณแหล่งอาศัยย่อยของหนอนแดงในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

ชนิดอนุภาคดินตะกอน (เส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคดินตะกอน)	สถานีท่อระบายน้ำหน้าคณะศึกษาศาสตร์ (S1)			สถานีบ่อบำบัดน้ำเสีย (S2)	
	(S1)			(S2)	
	แอ่งน้ำ (MH1)	น้ำไหลจากท่อระบายน้ำ (MH2)	รวม	พืชน้ำ (MH3)	ตะกอนริมฝั่ง (MH4)
ทรายหยาบมาก (1.0 - 2.0 มิลลิเมตร)	12.20	27.11	19.66	N/A	21.23
ทรายหยาบ (0.5 - 1.0 มิลลิเมตร)	25.84	26.68	26.26	N/A	19.62
ทรายหยาบปานกลาง (0.25 - 0.5 มิลลิเมตร)	46.86	28.82	37.84	N/A	15.56
ทรายละเอียด (0.1 - 0.25 มิลลิเมตร)	10.91	11.69	11.30	N/A	26.17
ทรายละเอียดมาก (0.05 - 0.1 มิลลิเมตร)	2.94	4.34	3.64	N/A	15.04
ทรายแป้ง (0.002 - 0.05 มิลลิเมตร)	1.25	1.36	1.30	N/A	2.38



รูปที่ 10 ร้อยละองค์ประกอบของอนุภาคดินตะกอนที่หนอนแดงใช้ในการสร้างรังในแต่ละแหล่งอาศัยย่อย (MH1 คือ แอ่งน้ำ MH2 คือ บริเวณน้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำ MH3 คือ พืชน้ำ MH4 คือ ตะกอนริมฝั่ง)



รูปที่ 11 ลักษณะการสร้างรังของหนอนแดงจากการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ; ลักษณะรังหนอนแดง (ก) ลักษณะของตัวอ่อนหนอนแดงขณะอยู่ในรัง (ข)

วิจารณ์ผลและสรุปผลการวิจัย

ค่าปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำบริเวณท่อระบายน้ำหน้าคณะศึกษาศาสตร์และบ่อบำบัดน้ำเสีย มีค่าเฉลี่ยของปัจจัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ อุณหภูมิ น้ำ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ปริมาณของแข็งละลายน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง และความขุ่น โดยพบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำบริเวณท่อระบายน้ำหน้าศึกษาศาสตร์มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2530) จึงไม่เหมาะกับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ อาจเป็นเหตุที่ทำให้พบความหนาแน่นของหนอนแดงน้อยกว่าสถานียบ่อบำบัดน้ำเสีย แม้ว่าหนอนแดงจะจัดเป็นกลุ่มสัตว์ที่มีความทนทานต่อมลพิษในแหล่งน้ำสูงกว่าแมลงน้ำกลุ่มอื่นก็ตาม (Ferrington *et al.*, 2008) นอกจากนี้ยังพบว่าสถานียบ่อบำบัดน้ำเสีย เป็นแหล่งน้ำนิ่งที่มีค่าความขุ่นสูง แต่มีค่าของแข็งละลายน้ำและการนำไฟฟ้าของน้ำที่ต่ำกว่าสถานียบ่อระบายน้ำหน้าคณะศึกษาศาสตร์ จากการสังเกตในภาคสนามพบว่ามวลน้ำมีการฟุ้งกระจายของดินตะกอนในแหล่งน้ำสูงและน้ำมีสีเขียวจากแพลงก์ตอนพืช แสดงว่าแหล่งน้ำมีการปนเปื้อนจากอนุภาคต่างๆ หรือสารแขวนลอยหลายขนาด รวมทั้งสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กด้วย ความเป็นไปได้ว่าแพลงก์ตอนพืชและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กใช้สารแขวนลอยและตะกอนที่ฟุ้งกระจายดังกล่าวเป็นแร่ธาตุในการดำรงชีวิต (Peng *et al.*, 2019) โดยภาพรวมขนาดอนุภาคดินตะกอนมีลักษณะเป็นทรายแป้งถึงทรายหยาบมาก เช่นเดียวกับสถานียบ่อระบายน้ำหน้าคณะศึกษาศาสตร์ แต่สถานียบ่อบำบัดน้ำเสียพบสัดส่วนของทรายละเอียดมากที่สุดถึงร้อยละ 26.17 ในขณะที่สถานียบ่อระบายน้ำหน้าคณะศึกษาศาสตร์ มีสัดส่วนของทรายหยาบปานกลางมากที่สุดถึงร้อยละ 37.84 เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคดินตะกอนที่มีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร พบว่าสถานียบ่อบำบัดน้ำเสียมีสัดส่วนของอนุภาคดินตะกอนที่เล็กมาก ได้แก่ ทรายละเอียดมากจนถึงทรายแป้งมากกว่าสถานียบ่อระบายน้ำหน้าคณะศึกษาศาสตร์ อาจเนื่องจากว่าสถานียบ่อระบายน้ำหน้าคณะศึกษาศาสตร์ ตั้งอยู่ใกล้ถนนและมักมีการก่อสร้างอยู่เสมอ เช่น ถนน การปรับพื้นที่เป็นลานจอดรถและอาคาร ส่วนใหญ่มักใช้ทรายเป็นวัสดุหลักในงานก่อสร้าง รวมทั้งกรวดและทรายหยาบที่เหมาะสมกับงานก่อสร้างคอนกรีตที่ต้องการความแข็งแรงสูง (อีสานคอนกรีต, 2022) ส่งผลให้ตะกอนจากการก่อสร้างไหลลงสู่ท่อระบายน้ำได้ตลอดเวลาจากการกระทำของฝนและลม นอกจากนี้กระแสน้ำสามารถพัดพาตะกอนหลากหลายขนาด กระแสน้ำที่มีความเร็วลดลงตามระยะทางทำให้ดินตะกอนมีการตกลงและทับถมบนพื้นน้ำมากขึ้น (Shmakova, 2022) จึงสามารถพบอนุภาคดินตะกอนที่มีขนาดใหญ่ในสัดส่วนที่สูงกว่าสถานียบ่อบำบัดน้ำเสีย

หนอนแดงสกุล *Chironomus* มีการแพร่กระจายในมหาวิทยาลัยขอนแก่นทั้งสิ้น 3 ชนิด ได้แก่ *C. flaviplumus* Type B *C. javanus* และ *C. kiiensis* โดยพบว่าตัวอ่อนมีการกระจายตัวและอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีแหล่งอาศัยย่อยหลากหลายสอดคล้องกับการศึกษาของ Cranston (2007) ในจังหวัดภูเก็ต และการศึกษาของ Sriariyanuwath *et al.* (2015) ในแหล่งน้ำธรรมชาติ จังหวัดขอนแก่น สกุล *Chironomus* พบความชุกชุมมากรองลงมาจากสกุล *Axarus* สกุล *Cryptochironomus* และสกุล *Harnischia* ตามลำดับ การสะสมของตะกอนเป็นปัจจัยหลักในการสร้างรัง (Pinder, 1986) โดยการสร้างท่อหรือปลอก (tube-builder) (Merritt and Cummins, 2008) นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะมีผลต่อการดำรงชีวิตของหนอนแดงแต่ละชนิด การพบ *C. flaviplumus* Type B และ *C. kiiensis* ทั้งสองสถานีย แสดงให้เห็นว่าตัวอ่อนสามารถใช้อุณหภูมิและขนาดดินตะกอนขนาดต่างกันมาสร้างรัง โดยขนาดดินตะกอนอาจมีความจำเพาะกับชนิดของหนอนแดง (Pronina *et al.*, 2022) และมีความเป็นไปได้ว่าหนอนแดงทั้งสองชนิดมีความต้องการปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำอยู่ในช่วงกว้าง เมื่อพิจารณาช่วงของค่าปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำที่แตกต่างกันมากของทั้งสองสถานีย จึงส่งผลให้ตัวอ่อนชนิดนี้ดำรงชีวิตอยู่ได้ในหลากหลายแหล่งอาศัยย่อย โดยเฉพาะบ่อบำบัดน้ำเสียที่พบผักบุ้ง (*Ipomoea aquatica*) บริเวณริมฝั่งและลอยตัวบนผิวน้ำจำนวนมาก โดยพบว่าหนอนแดง *C. flaviplumus* Type B และ *C. kiiensis* สามารถใช้อุณหภูมิและขนาดดินตะกอนขนาดต่างๆ สร้างรังเพื่ออาศัยอยู่ตามโครงสร้างต่างๆ ที่จมอยู่ในน้ำของพืชที่พบ เช่น รากและลำต้น เนื่องจากในแหล่งน้ำอาจมีการฟุ้งกระจายของอนุภาคดินตะกอนในมวลน้ำด้วย จึงเป็นเหตุให้ตัวอ่อนสามารถใช้อุณหภูมิและขนาดดินตะกอนขนาดเล็กโดยเฉพาะทรายแป้งที่มีขนาดตะกอนละเอียดมาก เพื่อนำมาสร้างรังตามส่วนต่างๆ

ของพีชน้ำได้ ส่วนหนอนแดง *C. javanus* พบเฉพาะที่สถานีบ่อบำบัดน้ำเสียเท่านั้น บ่งบอกว่าหนอนแดงชนิดนี้อาจมีความสามารถในการใช้ตะกอนในการสร้างรังได้ไม่เท่าชนิดอื่น และคาดว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรด - ด่าง ของน้ำ ความเร็วกระแส น้ำ และอุณหภูมิ น้ำ อาจเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการกระจายและการดำรงชีวิตของหนอนแดงชนิดนี้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Al-Shami *et al.* (2010) ที่พบ *C. javanus* มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางกายภาพและเคมีของน้ำดังกล่าว

หนอนแดง *C. flaviplumus* Type B และ *C. kiiensis* ดำรงชีวิตร่วมกันทั้งในแอ่งน้ำและบริเวณน้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำ อาจเนื่องมาจากแอ่งน้ำและบริเวณน้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำ มีสัดส่วนของอนุภาคดินตะกอนชนิดทรายปานกลางสูงถึงร้อยละ 46.86 และ 28.82 ตามลำดับ ผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของ Vos *et al.* (2002) พบว่าขนาดของอนุภาคดินตะกอนและปริมาณเศษซากอินทรีย์บนพื้นท้องน้ำมีผลต่อการกระจายตัว และความหนาแน่นของหนอนแดง โดยตัวอ่อนหนอนแดง *C. riparius* ระยะที่ 1 มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดและมีอัตราการรอดชีวิตหลังจากดำรงชีวิตได้ 7 วันสูงที่สุดในดินตะกอนขนาดอนุภาคทรายหยาบถึงทรายหยาบปานกลาง (เส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคดินตะกอน 0.6 ถึง 0.275 มิลลิเมตร ตามลำดับ) หนอนแดงมีการนำดินตะกอนขนาดใหญ่ (กรวดถึงทรายหยาบมาก) และดินตะกอนขนาดเล็ก (ทรายหยาบถึงทรายหยาบปานกลาง) มาสร้างรังร่วมกัน แต่สัดส่วนของอนุภาคดินตะกอนที่มีขนาดเล็กมากจะทำให้รังมีความคงรูปและมีความเสถียรสูง การกินอาหารของตัวอ่อนจะเก็บอนุภาคสารอินทรีย์ขนาดเล็กกินเป็นอาหาร (gathering collector) (Merritt and Cummins, 2008) แต่อนุภาคที่เล็กมากสามารถปะปนเข้าไปในอาหารที่หนอนแดงกินทำให้อัตราการรอดชีวิตและเจริญเติบโตลดลง ถ้าหนอนแดงดำรงชีวิตในอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ขึ้นการรับอนุภาคดินแทนอาหารที่แท้จริงอย่างอนุภาคสารอินทรีย์จะลดลง การกินอาหารจะเต็มทีส่งผลทำให้อัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อนระยะที่ 1 สูงที่สุด (Vos *et al.*, 2002) จึงทำให้บริเวณดังกล่าวมีความเหมาะสมในการดำรงชีวิตและมีความหนาแน่นในแอ่งน้ำมากกว่าบริเวณน้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำ นอกจากนี้ความลึกของดินตะกอนยังมีผลต่อความหนาแน่นของหนอนแดง เนื่องจากมีลักษณะนิสัยชอบฝังตัวในตะกอน (burrower) (Merritt and Cummins, 2008) จากผลการศึกษาพบว่าหนอนแดงที่อาศัยในแอ่งน้ำมีความหนาแน่นสูงกว่าบริเวณน้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำ ผลการวัดความหนาของดินตะกอนพบว่า แอ่งน้ำมีความลึกของดินตะกอนถึง 1.5 - 2.7 เซนติเมตร มากกว่าบริเวณน้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำซึ่งมีความหนาของดินตะกอนเพียง 1 - 3 มิลลิเมตร เนื่องมาจากกระแสน้ำที่ไหลออกจากท่อพัดพาตะกอนไปยังปลายน้ำอยู่ตลอดเวลา สอดคล้องกับการศึกษาของ Sokolova *et al.* (1992) พบความหนาแน่นของหนอนแดง *C. piger* อาศัยอยู่ในตะกอนท้องน้ำในแม่น้ำขนาดใหญ่ มีความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 348,000 ตัว/ตารางเมตร โดยสร้างรังในดินตะกอนลึก 5 เซนติเมตร และเป็นระดับความลึกที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของหนอนแดงชนิดนี้ เห็นได้ว่าความลึกของดินตะกอนที่หนอนแดงสร้างรังอาศัยอยู่นั้นมีผลต่อการรับปริมาณออกซิเจนที่เพียงพอต่อการดำรงชีวิต โดยหนอนแดงจะสร้างรังขนาดที่ยาวขึ้น เมื่อต้องการออกซิเจนจะพัดโบกตัวไปมาภายในท่อ (undulation) ก่อให้เกิดการหมุนเวียนน้ำและรับออกซิเจนได้มากขึ้น (Konstantinov, 1971)

เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของหนอนแดงทั้งสองสถานี พบว่าสถานีบ่อบำบัดน้ำเสียมีความหนาแน่นของหนอนแดงมากกว่าบริเวณน้ำไหลจากท่อระบายน้ำหน้าคณะศึกษาศาสตร์ อาจเนื่องมาจากดินตะกอนบริเวณน้ำไหลจากท่อระบายน้ำหน้าคณะศึกษาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นทรายหยาบ ซึ่งขนาดอนุภาคดินตะกอนดังกล่าวอาจเป็นขนาดอนุภาคที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของหนอนแดง รวมทั้งมีกระแสน้ำไหลอยู่ตลอดเวลา แต่กลับพบหนอนแดงสร้างรังและอาศัยอยู่ในแอ่งน้ำมากกว่า เพราะหนอนแดงมักใช้ตะกอนในน้ำนำมาสร้างรังและยึดอนุภาคตะกอนด้วยเส้นใย (Sokolova *et al.*, 1992) ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า หนอนแดงทุกชนิดใช้ทรายแบ่งในการสร้างรังในสัดส่วนสูงสุด อาจเกี่ยวข้องกับนิสัยการกินอาหารของหนอนแดง หากดินตะกอนในบริเวณที่หนอนแดงสร้างรังอาศัยอยู่มีขนาดใหญ่ จะเกิดช่องว่างระหว่างเม็ดดินมาก อาจเป็นสาเหตุให้อาหารตกลงไปในช่องว่างดังกล่าว ทำให้ประสิทธิภาพในการเก็บกินอาหารของหนอนแดงลดลง (Bird, 1997)

การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าหนอนแดง *C. flaviplumus* Type B และ *C. kiiensis* มีการแพร่กระจายได้กว้าง โดยพบทั้งสองสถานที่ที่มีปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำที่แตกต่างกันมาก แสดงให้เห็นถึงความทนทานต่อสิ่งแวดล้อมในช่วงกว้าง นอกจากนี้ขนาดตะกอนของพื้นที่น้ำซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของหนอนแดงก็เป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำรงชีวิตด้วย ดังนั้นจากข้อมูลที่สรุปมาทั้งหมดหากจะใช้ประโยชน์จากหนอนแดงในธรรมชาติ คณะผู้วิจัยแนะนำให้เพาะเลี้ยงทั้งสองชนิดดังกล่าวข้างต้น เพื่อเป็นอาหารสำหรับปลาสวยงาม หรือการนำมาเป็นต้นแบบในการทดสอบสารพิษ โดยคุณภาพน้ำต้องมีการปรับสภาพให้เข้ากับสภาวะที่หนอนแดงดำรงชีวิตได้ดีที่สุดโดยอิงจากการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำควรอยู่ในช่วง ไม่ต่ำกว่า 5 mg/L และความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 7 - 8 (Suhada and Syamsudin, 2014; Kumar, 2016) ควรดัดแปลงสภาพแวดล้อมให้เหมือนกับแหล่งที่อยู่อาศัยในธรรมชาติของหนอนแดงให้มากที่สุด เช่น การใช้ดินตะกอนให้ได้ขนาดเหมาะสมที่สุดคือ ทรายหยาบปานกลาง เพื่อเพาะเลี้ยงทั้งสองชนิดดังกล่าวข้างต้น เพื่อเพิ่มโอกาสในการเพิ่มผลผลิตในการเพาะเลี้ยงหรือเพิ่มโอกาสรอดชีวิตของหนอนแดงให้ได้มากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนเรียนดีวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยที่สนับสนุนทุนวิจัยในการศึกษาครั้งนี้ โครงการได้ขอรับการพิจารณาการใช้สัตว์ทดลองสำหรับงานวิจัยจากศูนย์สัตว์ทดลองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (The Ethic of Animal Experimentation of National Research Council of Thailand; Record No. IACUC-KKU-68/63) ขอขอบคุณ นางสาวศุภลักษณ์ จำรัสธนสาร และนายนิรันดร์ ศรีมงคล ที่ช่วยเหลือในการเลี้ยงตัวอย่าง ถ่ายภาพตัวอย่างทั้งในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณสมาชิกห้องปฏิบัติการชีววิทยาแหล่งน้ำจืด สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง และขอขอบคุณสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่สำหรับทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2530). เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรน้ำจืด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 75/2530. กรุงเทพฯ: สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. 1 - 38.
- สำรวย เสรีกิจ. (2533). การผลิตหนอนแดงในบ่อซีเมนต์. เคหการเกษตร 19(5): 81 - 84.
- อีสานคอนกรีต. (2020). ประเภทรายในงานก่อสร้าง มีอะไรบ้าง. แหล่งข้อมูล: <https://www.kacha.co.th/articles/>. ค้นเมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2567.
- Ahmad, A.K., Aziz, Z.A. and Shuhaimi-Othman, M. (2014). Chironomid spatial distribution within the upstream of Sungai Lang at catchment. Sains Malay-siana 43(11): 1657 - 1663.
- Al-Shami, S.A., Rawi, C.S., Ahmad, A.H. and Nor, S.A. (2010). Distribution of Chironomidae (Insecta: Diptera) in polluted rivers of the Juru River Basin, Penang, Malaysia. Journal of Environmental Sciences 22(11): 1718 - 1727. doi: 10.1016/S1001-0742(09)60311-9.
- Al-Shami, S. A. , Rawi, C. S. , Ahmad, A. H. and Nor, S. A. (2012). Redescription of *Chironomus javanus* and *Chironomus kiiensis* (Diptera: Chironomidae) Larvae and Adults Collected from a Rice Field in Pulau Pinang, Malaysia. Tropical Life Sciences Research 23(1): 77 - 86.
- Bird, G.A. (1997). Deformities in Cultured *Chironomus tentans* larvae and The Influence of Substrate on Growth, Survival and Menthum Wear. Environmental Monitoring and Assessment 45: 273 - 283.

- Bo, T., Fenoglio, S., López-Rodríguez, M. and de Figueroa, J.T. (2012). Trophic behaviour of the dragonfly *Cordulegaster boltoni*; (Insecta: Odonata) in small creeks in NW Italy. *Entomologica Fennica* 22(4): 255 - 261.
- Borror, J.D. and DeLong, D.M. (1964). *An Introduction to the Study of Insects*. USA: Holt Rinehart and Winston, Inc. 1 - 875.
- Burmester, T. and Hankeln, T. (2007). The respiratory proteins of insects. *Journal of Insect Physiology* 53(4): 285 - 294.
- Chaudhuri, P.K., Das, S.K. and Sublette, J.E. (1992). Indian species of the genus *Chironomus* Meigen (Diptera; Chironomidae). *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere* 119: 1 - 51.
- Cheshmedjiev, S., Soufi, R., Vidinova, Y., Tyufekchieva, V., Yaneva, I., Uzunov, Y. and Varadinova, E. (2011). Multi-habitat sampling method for benthic macroinvertebrate communities in different river types in Bulgaria. *Water Research and Management* 1(3): 55 - 58.
- Cranston, P.S. (1995a). Introduction. In: Armitage, P.D., Cranston, P.S. and Pinder, L.C.V. (eds.) *The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-biting Midges*. London: Chapman & Hall UK: Springer Science Business Media. 1 - 5.
- Cranston, P.S. (1995b). Biogeography. In: Armitage, P.D., Cranston, P.S. and Pinder, L.C.V. (eds.) *The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-biting Midges*. London: Chapman & Hall UK: Springer Science Business Media. 62 - 82.
- Cranston, P.S. (2007). The chironomidae larvae associated with the Tsunami-impacted waterbodies of the coastal plain of Southwestern Thailand. *The Raffles Bulletin of Zoology* 55(2): 231 - 244.
- Ferrington, L.C., Coffman, W.P. and Berg, M.B. (2008). Chironomidae. In: Merritt, R.W., Cummins, K.W. and M.B. Berg (eds) *An introduction to the aquatic insects of North America*. USA: Kendall and Hunt. 847 - 989.
- Konstantinov, A.S. (1971). Ecological factors affecting respiration in chironomid larvae. *Limnologica (Berlin)* 8: 127 - 34. In: Armitage, P.D., Cranston, P.S. and Pinder, L.C.V. (1995). *THE CHIRONOMIDAE: Biology and Ecology of non-biting midge*. London: Chapman & Hall UK. Springer Science& Business Media.
- Kumar, D. (2016). *Chironomus* larvae culture – A boon to Aquaculture sector. *International Journal of Current Science Research* 2(1): 239 - 251.
- Kuvangkadilok, C. (1994). Laboratory Studies on The Life Cycle and Breeding of The Midges *Chironomus Plumaisetigerus* (Diptera: Chironomidae). *ScienceAsia* 20: 125 - 133.
- Martin, J. (2020). Morphology and Cytology of Oriental *Chironomus* species. Source: [http://www.chironomidae.net/Martin/Aust Chironfiles/-AustChironomusv0220.pdf](http://www.chironomidae.net/Martin/Aust%20Chironfiles/-AustChironomusv0220.pdf). Retrieved from 24 February 2020.
- Martin, J. (2022). The *Chironomus* species studied by Letha Karunakaran in Singapore, with a review of the status of selected South-East Asian *Chironomus*. *CHIRONOMUS Journal of Chironomidae Research* 35: 44 - 49.

- Merritt, R.W., Cummins, K.W. and Berg, M.B. (2008). An Introduction to the aquatic insects of North America. (4th ed). Iowa: Kendall/Hunt Publishers. 1 - 1498.
- Nath, B.B., Neelam R. and Raut N. (1998). Behavioural studies on tube recognition ability of *Chironomus* larvae. Indian Journal of Experimental Biology 36 (8): 826 - 828.
- Peng, J., Kumar, K., Gross, M., Kunetz, T. and Wen, Z. (2019). Removal of total dissolved solids from wastewater using a revolving algal biofilm reactor. Water Environment Research 92: 766 - 778. doi: 10.1002/wer.1273.
- Pinder, L.C.V. (1986). Biology of Freshwater Chironomidae. Annual Review of Entomology. 31: 1-23.
- Pinder, L.C.V. (1995). Biology of the eggs and first-instar larvae. In: Armitage, P.D., Cranston, P.S. and Pinder, L.C.V. (eds.) The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-biting Midges. London: Chapman & Hall UK: Springer Science Business Media. 87 - 106.
- Podder R., Nath, S, Modak, B.K., Weltje, L. and Malakar, B. (2022). Tube length of chironomid larvae as an indicator for dissolved oxygen in water bodies. Scientific Reports. 12: 19971. doi: 10.1038/s41598-022-23953-9.
- Pramual, P., Simwisat, K. and Martin, J. (2016). Identification and reassessment of the specific status of some tropical freshwater midges (Diptera: Chironomidae) using DNA barcode data. Zootaxa 4072(1): 39 - 60. doi: 10.11646/zootaxa.4072.1.2.
- Pronina, A.V., Syrykh, L.S. and Grekov, I. (2022). Gran-size and chironomid analyses of the upper sediment core of Lake Usvyatskoye (Pskov region, Russia). Limnology and Freshwater Biology (4):1529 - 1531. doi: 10.31951/2658-3518-2022-A-4-1529.
- Shmakova, M. (2022). Sediment Transport in River Flows: New Approaches and Formulas. In: Pasquali, D. (ed.) Modeling of Sediment Transport. IntechOpen. 1 - 22. doi: 10.5772/intechopen.103942.
- Simwisat, K., Uttaruk, P. and Pramual, P. (2015). Morphology, Cytogenetics and DNA barcode of the Chironomidae (Diptera) in Thailand. Journal of Science and Technology Mahasarakham University 34(1): 74 - 85.
- Soil Survey Division Staff. (1993). Soil survey manual. Soil Conservation Service. U.S.: Department of Agriculture Handbook 18.
- Sokolova, N.Y., Paliy, A.V. and Izvekova, B.I. (1992). Biology of *Chironomus piger* Str. (Diptera: Chironomidae) and its role in the self-purification of a river. Netherlands Journal of Aquatic Ecology 26: 509 - 512. doi: 10.1007/BF02255283.
- Somporn, A., Iwai, B.C. and Noller, B.N. (2017). Assessment of pesticide contaminated sediment using biological response of tropical chironomid, *Chironomus javanus* Kiffer as biomarker. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine 7(8): 719-724. doi: 10.1016/j.apjtb.2017.07.014.
- Sriariyanuwath, E., Sangpradub, N. and Hanjavanit, C. (2015). Diversity of chironomid larvae in relation to water quality in the Phong River, Thailand. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society 8(6): 933 - 945.

- Suhada, Q.A.R. and Syamsudin, T.S. (2014). Chironomid Larvae Uses Combination of Yeast and Microalgae. In: Proceeding of International Conference of Aquaculture Indonesia. Indonesian Aquaculture Society, Surabaya, Indonesia. 233 - 238.
- Tupinambás, T.H., Pompeu, P.S., Gandini, C.V., Huges, R.M. and Callisto, M. (2015). Fish stomach contents in benthic macroinvertebrate assemblage assessments. Brazilian journal of biology 75(1): 157 - 164. doi: 10.1590/1519-6984.09913.
- Vos, J. H. , Teunissen, M. , Postma, J. F. and van den Ende, F. P. (2002). Particle size effect on preferential settlement and growth rate of detritivorous chironomid larvae as influenced by food level. Archiv für Hydrobiologie 154(1): 103 - 119.
- Zupo, V., Lumare, F., and Bisignano, V. (2016). Comparative Study of the Gut Contents of *Penaeus japonicus* Bate 1888 (Decapoda: Penaeidae) In Semi-Intensive Culture and In Brackish Water Wild Environment. Journal of Aquaculture and Marine Biology 4(6): 1 - 9. doi: 10.15406/jamb.2016.04.00100.

