

ผลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อประชาคมสัตว์หน้าดินในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

Effect of Environmental Factors on Benthic Invertebrate Community in Nong Han Lake, Sakon Nakhon Province

พิชิตชัย แซงเมฆ * และ สิทธิชัย ฮะทะโชติ

Pichasit Sangmek * and Sittichai Hatachote

Received: 31 January 2020, Revised: 31 March 2020, Accepted: 21 April 2020

บทคัดย่อ

การศึกษาประชาคมสัตว์หน้าดินและความสัมพันธ์กับปัจจัยคุณภาพน้ำและดินตะกอนเพื่อทราบถึงอิทธิพลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีต่อสัตว์หน้าดินในหนองหาร จังหวัดสกลนคร ซึ่งปัจจุบันมีคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรมลงจากการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ โดยเก็บตัวอย่าง 3 ครั้งในช่วงเดือนตุลาคม 2559 ถึงเดือนมิถุนายน 2560 ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำโดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ยกเว้นหลายพื้นที่ในเดือนมิถุนายน 2560 ดินตะกอนในหนองหารมีการสะสมของสารอินทรีย์ค่อนข้างสูงในทุกฤดูกาลและบางพื้นที่มีการสะสมของซัลไฟด์ในดินตะกอนในระดับสูง (สูงกว่า 0.365 มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักดินแห้ง) ผลการศึกษาพบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 27 วงศ์จาก 3 ไฟลัม สัตว์หน้าดินกลุ่มเด่น ได้แก่ ตัวอ่อนริ้นน้ำจืดวงศ์ Chironomidae ซึ่งมีจำนวนและความถี่ในการพบมากที่สุด (ความหนาแน่นเฉลี่ย 359, 349 และ 164 ตัวต่อตารางเมตร และพบความถี่ร้อยละ 66.67, 83.33 และ 41.67 ของสถานีทั้งหมดในเดือนตุลาคม 2559 เดือนกุมภาพันธ์ 2560 และเดือนมิถุนายน 2560 ตามลำดับ) สัตว์หน้าดินมีความหนาแน่นน้อยที่สุดในเดือนมิถุนายน 2560 มีค่าอยู่ในช่วง 0-147 ตัวต่อตารางเมตร ค่าเฉลี่ย 28 ตัวต่อตารางเมตร และมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2560 มีค่าอยู่ในช่วง 12-366 ตัวต่อตารางเมตร ค่าเฉลี่ย 95 ตัวต่อตารางเมตร ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณน้ำในดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งควรมีการจัดการแหล่งของสารอินทรีย์ที่มาจากการใช้ประโยชน์โดยรอบหนองหารเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรทางน้ำต่อไป

¹ ภาควิชาเกษตรและทรัพยากร คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร 47000

¹ Department of Agriculture and Resources, Faculty of Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University, Chalermphrakiat Sakonnakhon Province Campus, Sakon Nakhon 47000, Thailand.

* ผู้รับผิดชอบประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): pichasit.sa@ku.th

คำสำคัญ: สัตว์หน้าดิน, คุณภาพน้ำ, คุณภาพดินตะกอน, หนองหาร จังหวัดสกลนคร

ABSTRACT

A study on benthic invertebrate community and related water and sediment quality aimed to investigate the influence of environmental factors on benthic invertebrates in Nong Han Lake, Sakon Nakhon Province which currently has environmental quality degradation due to land use change. The study was conducted by collecting samples for 3 times during October 2016 to June 2017. The results showed that overall water quality was appropriate for aquatic animals except in many areas in June 2017, while high level of sediment organic matter was found in all seasons and some areas had high sulfides accumulation (higher than 0.365 mg g^{-1} dry weight). Twenty-seven families from 3 phyla of benthic animals were identified. Prominent group of benthic animals was Chironomid larvae with the densities of 359, 349 and 164 individual/ m^{-2} and the frequencies of 66.67, 83.33 and 41.67 % of all stations in October 2016, February 2017 and June 2017, respectively. The lowest density of benthic invertebrate was found in June 2017 with the range of 0-147 individual/ m^{-2} (averaged 28 individual/ m^{-2}) and the highest was found in February 2017 with the range of 12-366 individual/ m^{-2} (averaged 95 individual/ m^{-2}). The density of benthic invertebrates has significant positive correlation with dissolved oxygen and negative correlation with sediment total organic matter ($p < 0.05$). Consequently, there should be a management for organic sources from its utilization around Nong Han Lake for aquatic conservation in the future.

Key words: benthic invertebrates, water quality, sediment quality, Nong Han Lake, Sakon Nakhon Province

บทนำ

สัตว์หน้าดินส่วนใหญ่ประกอบด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่ดำรงชีวิตและหากินบริเวณพื้นผิวหน้าดินหรือฝังตัวภายในดินพื้นท้องน้ำ (Pennak, 1964) เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญในระบบนิเวศแหล่งน้ำ โดยมีบทบาทเป็นทั้งอาหารและผู้บริโภคในห่วงโซ่อาหาร (Butkas *et al.*, 2011) นอกจากนี้ยังสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์บริเวณพื้นท้องน้ำ (Wallace and Webster, 1996) จึงมีความสำคัญในการถ่ายทอดพลังงานและหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศ (Covich *et al.*, 1999) สัตว์หน้าดินแต่ละชนิดมีความทนทานต่อสภาพแหล่งน้ำแตกต่างกันไป (Mandaville, 2002) จึงถูกนำมาใช้

เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่แสดงถึงคุณภาพน้ำและ ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ (Rosenberg and Resh, 1993) เนื่องจากสัตว์หน้าดินอาศัยอยู่ระหว่างรอยต่อของมวลน้ำและพื้นท้องน้ำ ทำให้ปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อสัตว์หน้าดินมีหลายประการ เช่น ลักษณะทางกายภาพและอุทกวิทยาของแหล่งน้ำ คุณภาพน้ำ สิ่งมีชีวิตภายในระบบนิเวศ และการใช้ประโยชน์ในพื้นที่แหล่งน้ำ เป็นต้น (Allan and Johnson, 1997; McEwen and Butler, 2010) ทั้งนี้สัตว์หน้าดินถือเป็นสิ่งมีชีวิตที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในแหล่งน้ำได้อย่างรวดเร็วจึงได้รับอิทธิพลจากปัจจัยแวดล้อมในแหล่งน้ำค่อนข้างมาก (Breneman *et al.*, 2000)

หนองหาร จังหวัดสกลนคร เป็นแหล่งน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีลักษณะทางกายภาพของพื้นที่หลายรูปแบบ เป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพ (Phongkaew *et al.*, 2014) โดยมีพันธุ์ปลาน้ำจืดมากกว่า 52 ชนิด (Rayan *et al.*, 2014) มีการใช้ประโยชน์นานับประการจากชุมชนโดยรอบ เช่น การทำประมง ซึ่ง Suteemeechaikul *et al.* (2000) รายงานว่ามีผู้ทำประมงในหนองหารทั้งสิ้น 416 ราย ผลจับสัตว์น้ำเฉลี่ย 710 กิโลกรัมต่อวัน การใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม โดยเฉพาะนาข้าว ซึ่งมีพื้นที่รวมมากกว่าร้อยละ 33 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด (Supakosol and Boonrawd, 2020) การผลิตน้ำประปา การเป็นแหล่งท่องเที่ยว (Uengjareansukarn and Gunbua, 2017) ปัจจุบันความเจริญของชุมชนเมืองโดยรอบหนองหารขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดปัญหาด้านต่างๆ เช่น น้ำเสียที่ไม่ได้ผ่านการบำบัดไหลลงสู่หนองหารทำให้มีสารมลพิษสะสมมากขึ้น (Sukthanapirat *et al.*, 2017) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหนองหารจึงส่งผลต่อทรัพยากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศรวมทั้งสัตว์หน้าดินด้วย

อย่างไรก็ตาม การศึกษาเกี่ยวกับสัตว์หน้าดินในหนองหารนั้นมียกเว้นน้อยและข้อมูลยังไม่เป็นปัจจุบัน รวมทั้งสิ่งแวดล้อมในหนองหารมีการเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประชาคมสัตว์หน้าดินในหนองหาร และปัจจัยสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการ

เปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชาคมสัตว์หน้าดินอันเป็นสิ่งมีชีวิตที่สำคัญในระบบนิเวศดังที่กล่าวมาข้างต้น ผลการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ในการเป็นแนวทางจัดการเพื่ออนุรักษ์ทรัพยากรทางน้ำในหนองหารต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่และระยะเวลาทำการวิจัย

ศึกษาประชาคมสัตว์หน้าดินและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องในหนองหาร จังหวัดสกลนคร ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของหนองหารเป็นเขตน้ำตื้น มีพืชน้ำขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น สถานีเก็บตัวอย่าง 12 สถานี (ภาพที่ 1) มีลักษณะทางกายภาพและการใช้ประโยชน์แตกต่างกัน ได้แก่ พื้นที่ชุมชนที่มีบ้านเรือนหนาแน่น (สถานี NH1, NH3 และ NH8) พื้นที่เกษตรกรรมโดยมีนาข้าวเป็นหลัก (สถานี NH5, NH9 และ NH10) แหล่งผลิตน้ำประปา (สถานี NH4) เกาะที่อยู่กลางหนองหาร (สถานี NH6 และ NH7) และบริเวณติดต่อกับลำน้ำสาขาที่ไหลลงหนองหาร (สถานี NH2, NH11 และ NH12) ช่วงเวลาศึกษาเป็นตัวแทนของฤดูกาล ได้แก่ เดือนตุลาคม 2559 (ปลายฤดูน้ำหลาก) เดือนกุมภาพันธ์ 2560 (ฤดูแล้ง) และเดือนมิถุนายน 2560 (ฤดูน้ำหลาก) ซึ่งในเดือนมิถุนายนนี้มีปริมาณน้ำฝนมากถึง 455.8 มิลลิเมตร (Royal Irrigation Department, 2018) และมีฝนตกต่อเนื่องจนเกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ในเวลาต่อมา



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาประชาคมสัตว์หน้าดินและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

2. การศึกษาคุณภาพน้ำ

ตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ในภาคสนาม โดยใช้เครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายตัวแปรของ YSI รุ่น Professional Plus และเก็บตัวอย่างน้ำปริมาตร 1 ลิตรด้วยกระบอกเก็บน้ำ บรรจุในขวดพลาสติกเพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ ในห้องปฏิบัติการ โดยการกรองผ่านแผ่นใยแก้ว GF/C ของ Whatman ก่อนนำไปทำให้แห้งและชั่งน้ำหนัก ตามวิธีการของ Adams (1990)

3. การศึกษาคุณภาพดินตะกอน

เก็บตัวอย่างดินตะกอนพื้นที่ตื้นน้ำระดับความลึก 0-4 เซนติเมตร โดยใช้แท่งเก็บดินทรงกระบอก (Hand corer) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างจำนวน 1 ครั้งในแต่ละสถานี มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินตะกอน ได้แก่ ปริมาณน้ำในดินตะกอน (Sediment water content, WC) ด้วยวิธีการอบแห้ง (Oven-dried technique) ตามวิธีการของ Meksumpun (2005) ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Sediment total organic matter content, TOM) ใช้วิธีการเผาที่ความร้อนสูงประมาณ 550-600 องศา

เซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง (Ignition loss technique) ตามวิธีการของ Parsons *et al.* (1984) และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (Acid volatile sulfides content, AVS) ใช้วิธีการเปลี่ยนรูปซัลไฟด์ในดินตะกอนให้อยู่ในรูปของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยใช้กรดซัลฟิวริก 18 N หลังจากนั้นวัดปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ทั้งหมดผ่าน AVS column (Meksumpun, 2005)

4. การศึกษาสัตว์หน้าดิน

เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินในบริเวณห่างจากฝั่งที่มีความลึกของน้ำไม่เกิน 1 เมตร สถานีละ 2 ครั้ง โดยใช้ Petersen Grab ขนาดพื้นที่หน้าตัด 30×30 เซนติเมตร นำดินที่เก็บได้มากรองด้วยตะแกรงร่อนมาตรฐานเบอร์ 35 ขนาดช่องตะแกรง 500 ไมโครเมตร เพื่อแยกตะกอนที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ไว้ แล้วรักษาสภาพตัวอย่างด้วยน้ำยาฟอมาลินเข้มข้นร้อยละ 10 จากนั้นคัดแยกตัวอย่าง (Sorting) สัตว์หน้าดินภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ โดยแยกตัวอย่างสัตว์ใส่หลอดบรรจุแล้วรักษาสภาพด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 ทำการระบุชนิด (Identification) ตัวอย่างสัตว์หน้าดินถึงระดับวงศ์ (Family) ตามเอกสารของ Edmonson (1959),

Usinger (1963), Brandt (1974) และ Sangpradub and Boonsoong (2006)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยนำเสนอข้อมูลแบบสถิติพรรณนา การเปรียบเทียบความแตกต่างของความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน คุณภาพน้ำและดินตะกอนตามพื้นที่และฤดูกาลศึกษาใช้วิธี One-way ANOVA และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Fisher's least significant difference (LSD) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์หน้าดินและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องแต่ละพารามิเตอร์ ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman's rank correlation coefficient) และจัดกลุ่มข้อมูลด้วยการจัดกลุ่ม Cluster analysis (Clarke and Warwick, 1994)

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. คุณภาพน้ำและดินตะกอน

การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลทำให้ลักษณะทางกายภาพและคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำมีความแตกต่างกันออกไป (Ishtiyag *et al.*, 2017) อุณหภูมิของน้ำในเดือนกุมภาพันธ์ 2560 ซึ่งเป็นฤดูหนาวมีค่า

ต่ำที่สุดแตกต่างจากช่วงเวลาศึกษาอื่น (ตารางที่ 1) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีค่าค่อนข้างสูง ยกเว้นในเดือนมิถุนายน 2560 ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่มีค่าเป็นกรดอ่อน ในเดือนมิถุนายน 2560 มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำมากในสถานี NH1, NH2, NH4, NH5, NH6, NH8, NH9 และ NH12 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.98 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงถึงความขุ่นของน้ำที่มีมากในฤดูน้ำหลาก อย่างไรก็ตามคุณภาพน้ำในหนองหารโดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (National Institute of Inland Fisheries, 1987) และเมื่อจำแนกสถานีศึกษาออกเป็นกลุ่มตามประเภทการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่แตกต่างกันได้แก่กลุ่มที่ 1) พื้นที่บ้านเรือนชุมชน (สถานี NH1, NH3 และ NH8) กลุ่มที่ 2) พื้นที่เกษตรกรรม (สถานี NH5, NH9 และ NH10) กลุ่มที่ 3) พื้นที่ติดลำน้ำสาขา (สถานี NH2, NH11 และ NH12) และ กลุ่มที่ 4) พื้นที่เกาะดอนและเขตหางฝั่ง (สถานี NH4, NH6 และ NH7) นั้น พบว่าค่าปัจจัยคุณภาพน้ำในแต่ละกลุ่มสถานีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับสัตว์หน้าดินในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด (ค่าเฉลี่ย)		
	ตุลาคม 2559	กุมภาพันธ์ 2560	มิถุนายน 2560
อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	29.9-31.6 (30.7) ^a	21.4-26.2 (23.1) ^b	29.3-31.1 (30.1) ^a
ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ	8.21-8.87 (8.48) ^a	8.77-9.70 (9.19) ^b	6.26-7.49 (6.64) ^c
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มก. ลิ. ⁻¹)	2.08-6.86 (5.02) ^a	4.50-10.77 (7.84) ^b	0.93-6.46 (3.00) ^c
ของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ (มก. ลิ. ⁻¹)	0.36-27.69 (6.67) ^a	1.24-13.25 (4.20) ^a	0.86-72.00 (22.98) ^b
ปริมาณน้ำในดินตะกอน (ร้อยละ)	23.08-95.03 (57.44)	20.41-82.07 (55.41)	20.77-92.56 (54.21)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

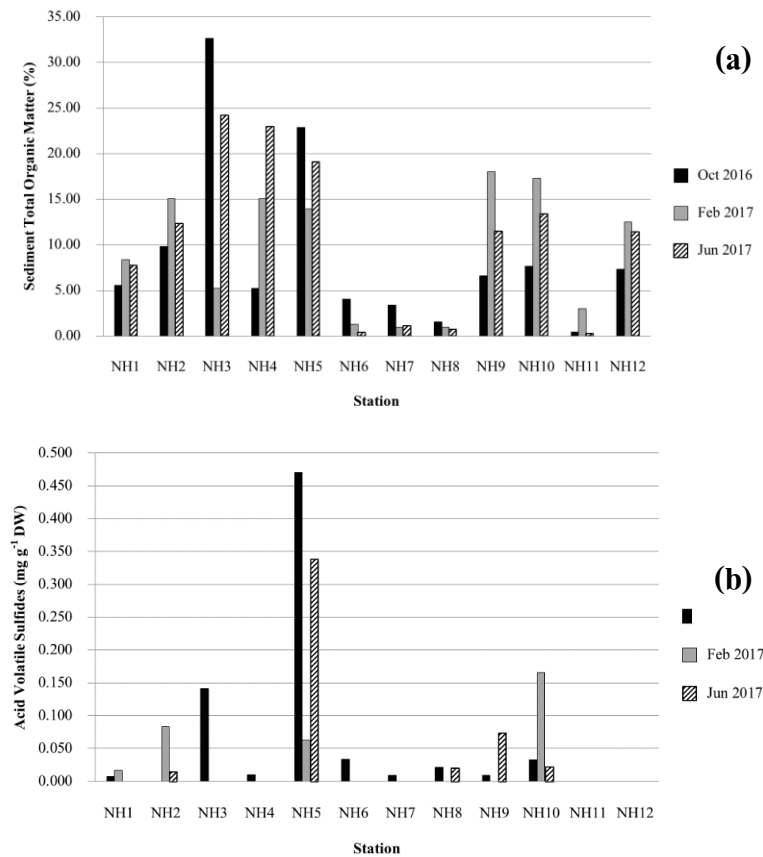
ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด (ค่าเฉลี่ย)		
	ตุลาคม 2559	กุมภาพันธ์ 2560	มิถุนายน 2560
สารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (ร้อยละ)	0.45-32.67 (8.95)	0.98-18.00 (9.31)	0.29-24.26 (10.46)
ซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (มก. ก. ⁻¹)	nd*-0.470 (0.061)	nd-0.166 (0.027)	nd-0.339 (0.040)

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

*nd = ความเข้มข้นในระดับที่ไม่สามารถตรวจวัดได้

คุณภาพดินตะกอนพบว่าปริมาณน้ำในดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีค่าค่อนข้างสูงในทุกฤดูกาล (ภาพที่ 2) สอดคล้องกับลักษณะพื้นที่ท้องน้ำในพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เป็นดินเหนียวหรือโคลนเลนที่อุ้มน้ำได้ดีและมีสารอินทรีย์สะสมในเนื้อดินมาก ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนในบางพื้นที่มีระดับสูง เช่น สถานี NH5 ในเดือนตุลาคม 2559 มีปริมาณซัลไฟด์สูงถึง 0.470 มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่ส่งผลกระทบต่อสัตว์หน้าดินสูง (Meksumpun and Meksumpun, 2009) โดยการสะสมของปริมาณซัลไฟด์ในดินตะกอนเกิดจากกระบวนการย่อยสลายในสภาวะไม่มีออกซิเจนเมื่อมีสารอินทรีย์อยู่ในดินตะกอนปริมาณมาก ดังเช่นปริมาณซัลไฟด์และสารอินทรีย์ที่มีความสัมพันธ์ทางบวกต่อกันใน

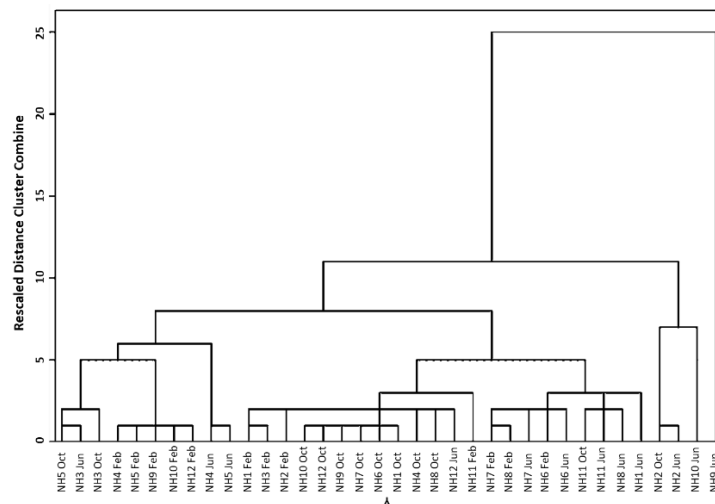
ทะเลสาบของประเทศญี่ปุ่น (Sakai *et al.*, 2013) รวมทั้งลักษณะของพื้นที่ท้องน้ำในสถานี NH5 ที่เป็นโคลนเลนและมีซากพืชน้ำท่วมหนาแน่น มีพืชใต้น้ำและพืชลอยน้ำปกคลุมเป็นบริเวณกว้างทำให้มวลน้ำถ่ายเทได้ยาก อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความแตกต่างของพารามิเตอร์คุณภาพดินตะกอนระหว่างฤดูกาลศึกษา เนื่องจากพื้นที่ท้องน้ำในหนองหารมีการสะสมของซากพืชที่ทับถมกันอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี แต่กลุ่มสถานีที่เป็นแหล่งเกษตรกรรม (สถานี NH5, NH9 และ NH10) มีปริมาณซัลไฟด์ในดินตะกอนสูงและมีความแตกต่างจากกลุ่มสถานีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) เนื่องจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมการเกษตรมีสารอินทรีย์ปะปนอยู่ค่อนข้างมาก



ภาพที่ 2 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (a) และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (b) ที่พบในแต่ละสถานีในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

เมื่อวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (Cluster analysis) สถานีศึกษาตามปัจจัยสิ่งแวดล้อม (ภาพที่ 3) สามารถจำแนกสถานีศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม ที่ระยะ Rescaled distance เท่ากับ 10 ได้แก่ กลุ่มที่ 1: สถานี NH9 เดือนมิถุนายน 2560 มีปัจจัยหลายปัจจัยไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 1.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 6.26 ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำค่อนข้างสูง มีค่า 72.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีการสะสมของสารอินทรีย์และซัลไฟด์ในดินตะกอนค่อนข้างสูง ซึ่งสถานี NH9 เป็นจุดรวมทางออกของลำห้วยสาขาหลายสายจากทางทิศใต้ของหนองหาร การใช้ประโยชน์เป็นแหล่งเกษตรกรรมทำให้ในช่วงฤดูน้ำหลากมีการไหลของน้ำจากนาข้าวที่มี

สารอินทรีย์ปะปนอยู่ ทำให้มีคุณภาพสิ่งแวดล้อมหลายประการไม่เหมาะสมดังกล่าวข้างต้น กลุ่มที่ 2: สถานี NH2 เดือนตุลาคม 2559 สถานี NH2 เดือนมิถุนายน 2560 และสถานี NH10 เดือนมิถุนายน 2560 ซึ่งทั้งสามสถานีพบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ และมีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำค่อนข้างสูง และกลุ่มที่ 3: ได้แก่สถานีอื่นๆ ทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วยสถานีที่คุณภาพน้ำและดินตะกอนอยู่ในระดับเหมาะสมทั้งหมดตามเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (National Institute of Inland Fisheries, 1897; Meksumpun and Meksumpun, 2009) และสถานีที่อาจมีคุณภาพน้ำและดินตะกอนบางประการไม่เหมาะสมแต่อยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตมากนัก



ภาพที่ 3 การจัดกลุ่มสถานีศึกษาโดยจำแนกตามค่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

2. โครงสร้างประชาคมสัตว์หน้าดิน

การวิเคราะห์องค์ประกอบของสัตว์หน้าดินในหนองหาร จังหวัดสกลนคร พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 3 ไฟลัม (Phylum) 7 ชั้น (Class) 16 อันดับ (Order) 27 วงศ์ (Family) โดยสัตว์ในไฟลัม Arthropoda มีจำนวนสมาชิกมากที่สุด 16 วงศ์ ตามด้วยไฟลัม Mollusca มีสมาชิก 8 วงศ์ และไฟลัม Annelida มีจำนวนสมาชิก 3 วงศ์ โดยจำนวนวงศ์ทั้งหมดที่พบในแต่ละฤดูกาลแสดงในตารางที่ 2

การศึกษาพบว่าเดือนกุมภาพันธ์ 2560 มีสัตว์หน้าดินมากที่สุด 22 วงศ์ และเดือนมิถุนายน 2560 พบสัตว์หน้าดินเพียง 10 วงศ์ สัตว์หน้าดินกลุ่มเด่นของทั้ง 3 ฤดูกาล ได้แก่ ตัวอ่อนรึ้นน้ำจืดในวงศ์ Chironomidae ซึ่งพบด้วยความถี่เท่ากับร้อยละ 66.67, 83.33 และ 41.67 ของจำนวนสถานีทั้งหมด ในเดือนตุลาคม 2559 เดือนกุมภาพันธ์ 2560 และเดือนมิถุนายน 2560 ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ ตัวอ่อนรึ้นน้ำเค็มในวงศ์ Ceratopogonidae ซึ่งเป็นสัตว์ในกลุ่มแมลงสองปีก (Diptera) เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 2 สัตว์หน้าดินที่พบในแต่ละฤดูกาลในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

Phylum	Family	ชื่อสามัญภาษาไทย	ความถี่ที่พบ (ร้อยละ)		
			ตุลาคม 2559	กุมภาพันธ์ 2560	มิถุนายน 2560
Annelida	Naididae	ไส้เดือนน้ำจืด	58.33	16.67	25.00
	Lumbriculidae	ไส้เดือนน้ำจืด	16.67	0.00	8.33
	Hirudinidae	ปลิงควาย	0.00	8.33	0.00
Mollusca	Viviparidae	หอยขม	16.67	0.00	0.00
	Ampullaridae	หอยเชอรี่	0.00	8.33	0.00
	Bithyniidae	หอยขมจิ๋ว หอยไซ	0.00	8.33	0.00
	Thiaridae	หอยเจดีย์	8.33	8.33	0.00
	Buccinidae	หอยนักล่า	0.00	0.00	8.33
	Bulinidae	หอยคัน	0.00	16.67	0.00

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Phylum	Family	ชื่อสามัญภาษาไทย	ความถี่ที่พบ (ร้อยละ)		
			ตุลาคม 2559	กุมภาพันธ์ 2560	มิถุนายน 2560
	Amblemidae	หอยกาบ	8.33	16.67	0.00
	Corbiculidae	หอยทราย	0.00	16.67	8.33
Arthropoda	Caenidae	ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว	0.00	16.67	0.00
	Baetidae	ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว	0.00	8.33	0.00
	Potamanthidae	ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว	8.33	0.00	0.00
	Libellulidae	ตัวอ่อนแมลงปอบ้าน	16.67	8.33	0.00
	Gomphidae	ตัวอ่อนแมลงปอเสือ	0.00	8.33	0.00
	Belostomatidae	แมลงดาสวน	8.33	8.33	0.00
	Corixidae	มวนกรรเชียง	0.00	16.67	0.00
	Psychomyiidae	หนอนปลอกน้ำ	25.00	41.67	16.67
	Ecnomidae	หนอนปลอกน้ำ	8.33	8.33	0.00
	Hydroptilidae	หนอนปลอกน้ำ	0.00	16.67	0.00
	Noteridae	ด้วงน้ำ	0.00	8.33	0.00
	Chironomidae	ตัวอ่อนรึ้นน้ำจืด	66.67	83.33	41.67
	Ceratopogonidae	ตัวอ่อนรึ้นน้ำเค็ม	58.33	75.00	8.33
	Culicidae	ลูกน้ำยุง	0.00	0.00	16.67
	Cyclestheriidae	ไรน้ำกาบหอย	8.33	50.00	25.00
	Palaemonidae	กุ้งฝอย	16.67	50.00	16.67

การพบตัวอ่อนรึ้นน้ำจืดเป็นสัตว์หน้าดิน กลุ่มเด่นในหนองหารนั้น เหมือนกับงานวิจัยของ Lucca *et al.* (2010) และ de Lima *et al.* (2013) ที่ทำการศึกษาในทะเลสาบของประเทศบราซิล และสอดคล้องกับ Bashir *et al.* (2018) ที่พบว่าตัวอ่อนรึ้นน้ำจืดเป็นกลุ่มสัตว์หน้าดินที่มีความหนาแน่นมากที่สุด ในทะเลสาบของประเทศอินเดีย ทั้งนี้ ตัวอ่อนรึ้นน้ำจืดสามารถดำรงชีวิตในพื้นที่ตื้นหลายลักษณะ และสามารถปรับตัวอาศัยอยู่ในเขตตั้งแต่พื้นทรายที่มีสารอินทรีย์ต่ำจนถึงพื้นโคลนที่มีสารอินทรีย์สะสมอยู่มาก (Pinder, 1995) ตัวอ่อนรึ้นน้ำจืดสามารถบ่งชี้ถึงสภาพแหล่งน้ำที่มีการสะสมของสารอินทรีย์สูง มีความทนทานต่อมลพิษในแหล่ง

น้ำที่เสื่อมโทรมได้ (Soontornprasit, 2012) สามารถอยู่ได้ในแหล่งน้ำนิ่งที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ (Walker, 2001) แม้ว่าหนองหาร จังหวัดสกลนครมีลักษณะทางสัณฐานของพื้นที่ตื้นน้ำหลายรูปแบบแต่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการแพร่กระจายของสัตว์กลุ่มนี้ แมลงสองปีกที่พบได้บ่อยเช่นกันในการศึกษารังนี้ ได้แก่ ตัวอ่อนรึ้นน้ำเค็มในวงศ์ Ceratopogonidae ซึ่งเป็นสัตว์ที่ทนทานต่อมลภาวะของแหล่งน้ำได้ดี สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพน้ำได้ (Bartsch and Ingram, 1959)

ในทางตรงกันข้าม หอยสองฝา มีการแพร่กระจายเป็นวงแคบ พื้นที่ที่พบหอยสองฝาได้ทุกฤดูกาลคือ สถานี NH11 ซึ่งติดต่อกับลำน้ำพุ เป็นลำ

น้ำที่มีน้ำไหลเข้าสู่หนองหารตลอดปีจึงเหมาะสมกับรูปแบบการกินของหอยสองฝาซึ่งกรองกินแพลงก์ตอนหรือตะกอนสารอินทรีย์ที่ลอยลอยหรือฟุ้งกระจายในมวลน้ำ (Jørgensen, 1996) ส่วนพื้นที่อื่นนั้น ในช่วงฤดูน้ำหลากจะไม่พบหอยสองฝาเลย อาจเพราะหอยสองฝาเป็นสัตว์ที่มีความทนทานต่อสภาวะขาดออกซิเจนในระดับต่ำ หรือไม่สามารถทนอยู่ได้ในบริเวณที่ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าน้อย (Burgy, 1983) ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ในหนองหารมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำในช่วงฤดูน้ำหลากโดยเฉพาะบริเวณน้ำตื้น

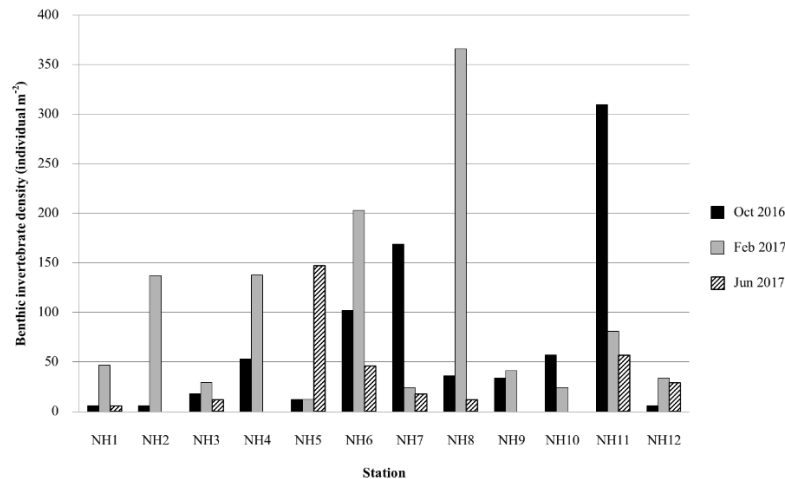
ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน ในเดือนตุลาคม 2559 มีค่าอยู่ในช่วง 6-310 ตัวต่อตารางเมตร มีค่าเฉลี่ย 68 ตัวต่อตารางเมตร เดือนกุมภาพันธ์ 2560 มีค่าอยู่ในช่วง 12-366 ตัวต่อตารางเมตร มีค่าเฉลี่ย 95 ตัวต่อตารางเมตร และในเดือนมิถุนายน 2560 มีค่าอยู่ในช่วง 0-147 ตัวต่อตารางเมตร และมีค่าเฉลี่ย 28 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสัตว์หน้าดินมีจำนวนน้อยที่สุดในช่วงฤดูน้ำหลากและมากที่สุดในช่วงฤดูแล้ง ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินที่พบในแต่ละสถานีศึกษา แสดงในภาพที่ 4 ฤดูน้ำหลากโดยปกติแล้วจะเป็นช่วงที่ฝนตกชุก มีปริมาณน้ำไหลลงหนองหารมาก ด้วยลักษณะของหนองหารซึ่งเป็นแอ่งต่ำ และมีทางน้ำระบายออกเพียงเส้นทางเดียว ทำให้ระดับน้ำในหนองสูงขึ้น (Nong Han Study Center, 2018) ส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ที่อาศัยบริเวณผิวหน้าดินที่ต้องปรับตัวตามระดับน้ำ รวมทั้งการท่วมหลากของน้ำในบางพื้นที่ติดต่อกับลำน้ำสาขาทำให้กระแสน้ำพัดพาสัตว์หน้าดินออกไปจากพื้นที่นั้นได้ (Death, 2008; O'Leary and Wantzen, 2012) โดยกลุ่มที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือกลุ่ม Epifauna ที่อาศัยอยู่บนพื้นดินไม่ได้ฝังตัวลงไปอยู่ในมวลดินท้องน้ำ สอดคล้องกับ

งานวิจัยของ Thammakhantha *et al.* (2013) ที่ศึกษาสัตว์หน้าดินในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์พบว่าในฤดูฝนจะมีความหลากหลายและปริมาณสัตว์หน้าดินต่ำที่สุด และการศึกษาของ Soontornprasit (2012) พบว่าการกระจายตัวของแมลงน้ำในก้นวันพะเยาช่วงฤดูฝนถึงต้นฤดูแล้งมีค่าต่ำเนื่องจากอิทธิพลของความลึกและอัตราการไหลของน้ำในแหล่งอาศัย

พื้นที่ศึกษาที่พบความหลากหลายของสัตว์หน้าดินและมีความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินมากในทุกช่วงเวลาศึกษาได้แก่สถานี NH11 ซึ่งเป็นบริเวณทางออกของลำน้ำพุไหลลงสู่หนองหาร โดยลำน้ำพุเป็นลำน้ำสาขาที่มีปริมาตรน้ำไหลลงสู่หนองหารมากที่สุดและมีน้ำไหลเกือบตลอดทั้งปี พื้นที่ท้องน้ำเป็นทรายละเอียด มีพืชน้ำอ้อยน้อย แตกต่างจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของหนองหารที่พื้นที่ท้องน้ำเป็นดินเหนียวหรือโคลนเลนเต็มไปด้วยซากพืชน้ำทับถม และเป็นพื้นที่เดียวของหนองหารในการวิจัยนี้ที่พบหอยสองฝาในวงศ์ Amblemidae และวงศ์ Corbiculidae จากผลการวิจัยพบว่าหนองหารมีความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินค่อนข้างต่ำ และในเดือนมิถุนายน 2560 มีสถานีที่ไม่พบสัตว์หน้าดินเลย ได้แก่ สถานี NH2, NH4, NH9 และ NH10 ซึ่งสถานีเหล่านี้มีปัจจัยคุณภาพน้ำและดินตะกอนไม่เหมาะสม (National Institute of Inland Fisheries, 1897; Meksumpun and Meksumpun, 2009) ตามผลการจัดกลุ่ม (Cluster analysis) สถานีศึกษาตามปัจจัยสิ่งแวดล้อมดังภาพที่ 3 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Kasetsart University (2004) ที่สำรวจสัตว์หน้าดินในหนองหารพบสัตว์หน้าดิน 3 ไฟลัม มีไส้เดือนน้ำจิวดวงศ์ Tubificidae และตัวอ่อนริ้นน้ำจิวดวงศ์ Chironomidae เป็นสัตว์กลุ่มเด่น ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินอยู่ในช่วง 0-396 ตัวต่อตารางเมตร เหตุที่ทำให้สัตว์หน้าดินมีปริมาณต่ำเนื่องจากพื้นที่ท้องน้ำมีซากพืชน้ำทับถมอยู่มากซึ่งอาจไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและ

สัตว์หลายชนิดปรับตัวไปเกาะติดตามพืชน้ำที่เจริญเติบโตในมวลน้ำด้านบน โดยทั่วไปแล้วแหล่งน้ำที่มีพืชน้ำขึ้นอยู่หลากหลายชนิดจะพบความชุกชุมของสัตว์หน้าดินมากกว่าแหล่งน้ำที่ปราศจากพืชน้ำ

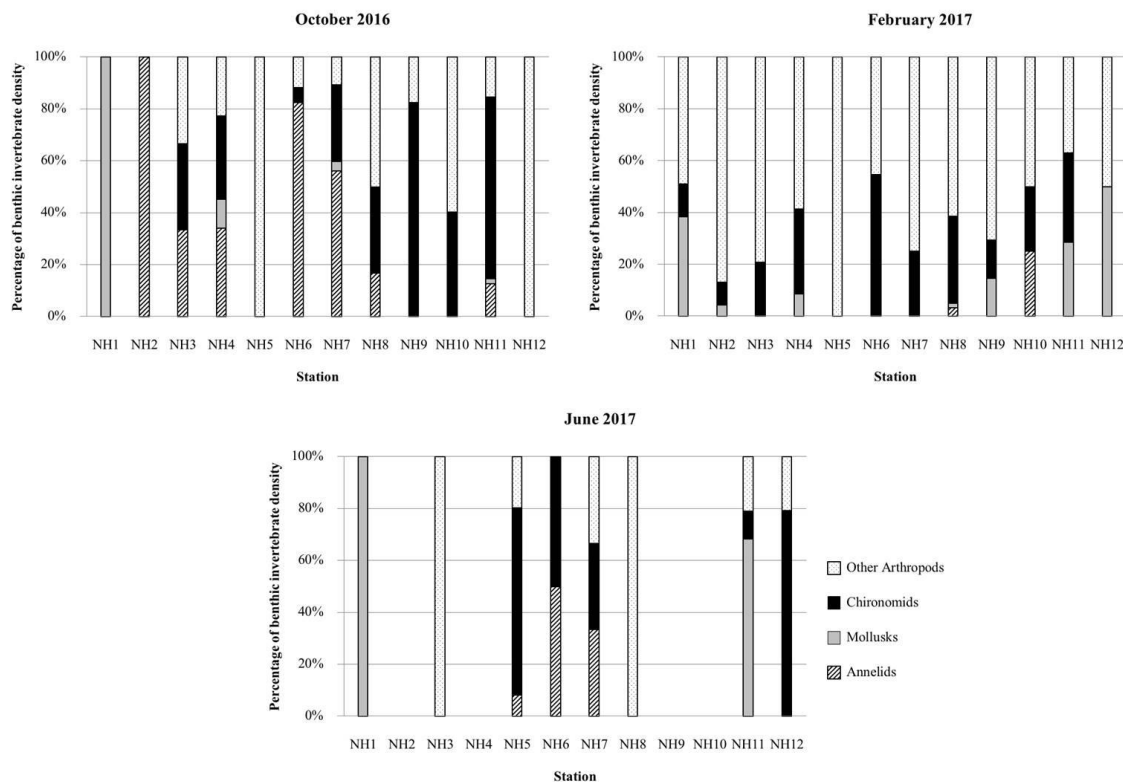
(Peets *et al.*, 1994) แต่หากพืชน้ำเหล่านั้นนั้นตายทับถมกันในปริมาณมากจะทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลงและส่งผลกระทบต่อปริมาณสัตว์หน้าดินในแหล่งอาศัยได้ (Papass, 2007)



ภาพที่ 4 ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินที่พบในแต่ละสถานีในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

โครงสร้างประชาคมสัตว์หน้าดินในหนองหารทั้ง 3 ช่วงเวลาศึกษา แสดงในภาพที่ 5 มีตัวอ่อนรึ้นน้ำจืดเป็นสัตว์กลุ่มเด่นซึ่งมีจำนวนและความถี่ในการพบมากที่สุด โดยในเดือนตุลาคม 2559 พบตัวอ่อนรึ้นน้ำเค็ม และไส้เดือนน้ำจืด (กลุ่ม Annelids) ในวงศ์ Naididae เป็นจำนวนมาก ซึ่งไส้เดือนน้ำจืดสามารถอยู่ได้ในบริเวณที่มีสารอินทรีย์สูง เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงสภาวะแหล่งน้ำที่เสื่อมโทรมและเกิดมลพิษได้ (Sangpradub *et al.*, 1998; Hanjavanit and Tangpirotewong, 2007) ในเดือนกุมภาพันธ์ 2560 มีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินมากที่สุดโดย

นอกจากตัวอ่อนรึ้นน้ำจืด ตัวอ่อนรึ้นน้ำเค็มแล้ว ยังพบสัตว์กลุ่ม Crustaceans มีจำนวนมากขึ้นอย่างชัดเจน ได้แก่ กุ้งฝอย วงศ์ Palaemonidae เป็นกุ้งที่พบได้ทั่วไปในหนองน้ำ บึง ทะเลสาบ นาข้าว สามารถดำรงชีวิตได้ดีในแหล่งน้ำที่ตื้นและมีอุณหภูมิสูง (Mistakidis, 1968) และไรน้ำกาบหอย วงศ์ Cyclestheriidae ซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีแสดงคุณภาพของแหล่งน้ำที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลได้ (Rogers, 2009) ขณะที่เดือนมิถุนายน 2560 พบสัตว์หน้าดินน้อยมากเกือบทุกพื้นที่ศึกษา แต่ยังมีตัวอ่อนรึ้นน้ำจืดแพร่กระจายอยู่มากที่สุด



ภาพที่ 5 สัดส่วนของสัตว์หน้าดินกลุ่มหลักที่พบในแต่ละสถานีในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

3. ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์หน้าดินและปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิของน้ำมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยอุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้นทำให้การละลายได้ของออกซิเจนในน้ำลดลง และเร่งให้เกิดกระบวนการย่อยสลายที่ใช้ออกซิเจนมากยิ่งขึ้น ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีความสัมพันธ์ตรงกันข้ามกับปริมาณของแฉะแขวนลอยรวมในน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยของแฉะแขวนลอยในน้ำนั้นขัดขวางการส่องผ่านของแสงลงสู่มวลน้ำทำให้แพลงก์ตอนพืชสังเคราะห์ด้วยแสงได้น้อยลงส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนในน้ำ และหากของแฉะแขวนลอยดังกล่าวเป็นอนุภาคอินทรีย์สารจะทำให้มีการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายด้วย ส่วนคุณภาพดินตะกอนนั้นพบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวม

ในดินตะกอนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณน้ำในดินและปริมาณซัลไฟด์รวมในดิน ตะกอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) สำหรับความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินพบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและความเป็นกรด-ด่างของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ตามลำดับ โดยออกซิเจนละลายน้ำมีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์หน้าดินทุกชนิด หากปริมาณออกซิเจนลดลงย่อมส่งผลกระทบต่อความหลากหลายและจำนวนของสัตว์หน้าดินด้วย เช่นกรณีของ Belal *et al.* (2016) ซึ่งศึกษาสัตว์หน้าดินในทะเลสาบของประเทศอียิปต์และพบว่าเมื่อปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงจะทำให้สัตว์หน้าดินมีความชุกชุมน้อยลงเช่นกัน ในการวิจัยครั้งนี้พบว่าเดือนมิถุนายน 2560 มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าในช่วงฤดูกาลอื่นอย่างชัดเจน เป็นผลมาจาก

การไหลหลากของน้ำและตะกอนปริมาณมากทำให้สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจนสิ่งมีชีวิตบางกลุ่มไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

ในช่วงฤดูกาลที่มีความแปรปรวนด้านภูมิอากาศและอุทกวิทยาทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงย่อมส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพและปริมาณของสัตว์หน้าดินผันแปรไปด้วย ดังเช่น การศึกษาของ Basu *et al.* (2018) พบอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงด้านอุทกวิทยาของแหล่งน้ำในประเทศอินเดียซึ่งส่งผลต่อความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ และการศึกษาของ Scrimgeour and Winterbourn (1989) ซึ่งพบว่าสัตว์หน้าดินมีจำนวนน้อยที่สุดหลังจากแหล่งน้ำในประเทศนิวซีแลนด์เกิดน้ำท่วมหนัก สัตว์หน้าดินที่มีความทนทาน และสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ดีเท่านั้นที่สามารถดำรงอยู่ได้ นอกจากนี้การศึกษาของ Boonsoong and Sangpradub (2002) พบว่าในพื้นที่เลี้ยงปลาที่มีสารอินทรีย์สะสมอยู่มากและมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำจะมีเพียงสัตว์หน้าดินที่มีความทนทานต่อมลพิษ เช่น หนอนแดงและไส้เดือนน้ำจืดเท่านั้นที่สามารถเพิ่มจำนวนได้ สอดคล้องกับการศึกษานี้ที่พบการคงอยู่ของตัวอ่อนรึ้นน้ำจืดในเดือนมิถุนายน 2560 ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนสูงมากในรอบหลายปี มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและความเป็นกรด-ด่างต่ำ มีของแข็งแขวนลอยในมวลน้ำมาก นอกจากนี้จากผลการวิจัยยังพบความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินกับปริมาณน้ำในดินและสารอินทรีย์ในดินตะกอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยหากมีสารอินทรีย์ในระบบพื้นที่ท้องน้ำมากเกินไปย่อมส่งผลต่อการย่อยสลายที่ทำให้ออกซิเจนในน้ำบริเวณผิวหน้าดินลดลง พื้นที่เกือบทั้งหมดของหนองหารถูกปกคลุมไปด้วยพืชน้ำปริมาณมหาศาลทั้งที่ยังมีชีวิตและเป็นซากพืชที่จมลง

สะสมอยู่บริเวณพื้นท้องน้ำ ทำให้สารอินทรีย์ในดินตะกอนพื้นท้องน้ำในหนองหารอยู่ในระดับสูง ส่งผลให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ขึ้นในหลายบริเวณ โดยเฉพาะสถานี NH5 ในเขตพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งมวลน้ำไม่มีการถ่ายเทเคลื่อนที่และมีการสะสมของซากพืชปริมาณมาก โดยก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ถือเป็นสารมลพิษที่เป็นอันตรายต่อสัตว์หน้าดิน (Meksumpun, 2005) แม้ว่ากิจกรรมการขุดพรวนดินตามธรรมชาติหรือ bioturbation ของสัตว์หน้าดินจะสามารถช่วยให้สารมลพิษในดินแพร่ออกสู่มวลน้ำด้านบนและเจือจางความเข้มข้นของสารพิษลงได้ แต่สัตว์หน้าดินกลุ่มเด่นในหนองหารไม่ว่าจะเป็นตัวอ่อนรึ้นน้ำจืดหรือไส้เดือนน้ำจืดล้วนเป็นกลุ่มที่มีกิจกรรม bioturbation ต่ำทั้งสิ้น (van der Meer *et al.*, 2017)

สรุป

การศึกษาประชาคมสัตว์หน้าดินและความสัมพันธ์กับปัจจัยคุณภาพน้ำและดินตะกอนที่เกี่ยวข้องในหนองหาร จังหวัดสกลนคร พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 27 วงศ์จาก 3 ไฟลัม โดยมีสัตว์หน้าดินกลุ่มเด่น ได้แก่ ตัวอ่อนรึ้นน้ำจืด ในวงศ์ Chironomidae ซึ่งมีจำนวนและความถี่ในการพบมากที่สุด สัตว์หน้าดินมีความหนาแน่นน้อยที่สุดในช่วงฤดูน้ำหลากเดือนมิถุนายน 2560 และมีความหนาแน่นมากที่สุดในฤดูแล้งเดือนกุมภาพันธ์ 2560 คุณภาพน้ำในหนองหารบริเวณที่เก็บตัวอย่างโดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (National Institute of Inland Fisheries, 1987) ยกเว้นหลายพื้นที่ในเดือนมิถุนายน 2560 ที่มีปัจจัยคุณภาพน้ำบางประการต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่สัตว์น้ำจะดำรงชีวิตอยู่ได้ ขณะที่คุณภาพดินตะกอนมีการสะสมของสารอินทรีย์ค่อนข้างสูงในทุกฤดูกาล และ

บางพื้นที่มีการสะสมของซัลไฟด์บริเวณพื้นที่ท้องน้ำในระดับสูงซึ่งส่งผลกระทบต่อสัตว์หน้าดินได้

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นอิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมที่มีต่อประชาคมสัตว์หน้าดิน ทั้งปัจจัยที่เกิดจากการสะสมมาเป็นระยะเวลายาวนาน ได้แก่ สถานภาพของดินตะกอนพื้นที่ท้องน้ำ การทับถมของพืชที่หนาแน่นทำให้มีสารอินทรีย์สะสมอยู่มาก หรือปัจจัยทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ได้แก่ การท่วมหลากของน้ำในฤดูฝน ที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำที่สำคัญ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ทั้งนี้ความชุกชุมของสัตว์หน้าดินที่ค่อนข้างต่ำ รวมถึงการพบตัวอ่อนรึ้นน้ำจืดซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพแหล่งน้ำที่อาจเกิดความเสื่อมโทรม เป็นสัตว์หน้าดินกลุ่มเด่นในหนองหารนั้น จึงสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นภายในแหล่งอาศัยของสัตว์เหล่านี้ ด้วยเช่นกัน การจัดการด้านกายภาพของพื้นที่ท้องน้ำเพื่อลดการสะสมของสารอินทรีย์ ซึ่งอาจเริ่มต้นปรับปรุงแก้ไขในพื้นที่ที่มีปัญหาด้านคุณภาพดินตะกอนมากเป็นอันดับแรก โดยดำเนินการบำบัดให้ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศอื่นน้อยที่สุด และการป้องกันปัญหาคุณภาพน้ำและดินตะกอน ที่มีต้นเหตุมาจากน้ำทิ้งจากการใช้ประโยชน์ของประชาชน โดยรอบหนองหารเอง จึงเป็นแนวทางในการอนุรักษ์น้ำและดินพื้นที่ท้องน้ำ ให้ทรัพยากรสัตว์น้ำในหนองหารได้ดำรงอยู่ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดินผ่านมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภายใต้โครงการยุทธศาสตร์การพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติในหนองหารอย่างสมดุลและยั่งยืน ซึ่งทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- Adams, V.D. 1990. **Water and Wastewater Examination Manual**. CRC Press, Florida, USA.
- Allan, J.D. and Johnson, L.B. 1997. Catchment-scale analysis of aquatic ecosystems. **Freshwater Biology** 37: 107-111.
- Bartsch, A.F. and Ingram, W.M. 1959. Stream life and the pollution environment. **Public Works** 90: 104-110.
- Bashir, A., Gupta, A. and Aziz, R.U. 2018. Macroinvertebrates of Dal Lake: an effort to assess the diversity, abundance, population density and trophic status. **International Journal of Theoretical & Applied Sciences** 10(1): 117-125.
- Basu, A., Sarkar, I., Datta, S. and Roy, S. 2018. Community structure of benthic macroinvertebrate fauna of river Ichamati, India. **Journal of Threatened Taxa** 10(8): 12044-12055.
- Belal, A.A.M., El-Sawy, M.A. and Dar, M.A. 2016. The effect of water quality on the distribution of macro-benthic fauna in Western Lagoon and Timsah Lake, Egypt. I. **The Egyptian Journal of Aquatic Research** 42(4): 437-448.
- Boonsoong, B. and Sangpradub, N. 2002. Impact of intensive fish cage culture on benthic macroinvertebrates in Chi River, Northeast, Thailand. **KKU Science Journal** 30(4): 228-240. (in Thai)

- Brandt, R.A.M. 1974. The non-marine aquatic mollusca of Thailand. **Archiv für Molluskenkunde** 105: 1-423.
- Breneman, D., Richards, C. and Lozano, S. 2000. Environmental influences on benthic community structure in a Great Lakes Embayment. **Journal of Great Lakes Research** 26(3): 287-304.
- Burky, A.J. 1983. Physiological ecology of freshwater bivalves. In Russel-Hunter, W.D. Ed. **The Mollusca Ecology**. Academic Press, New York.
- Butkas, K.J., Vadeboncoeur, Y. and Vander Zanden, M.J. 2011. Estimating benthic invertebrate production in lakes: A comparison of methods and scaling from individual taxa to the whole-lake level. **Aquatic Sciences** 73(1): 153-169.
- Clarke, K.R. and Warwick, R.M. 1994. **Change in Marine Community; an Approach to Statistic Analysis and Interpretation**. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK.
- Covich, A.P., Palmer, M.A. and Crowl, T.A. 1999. The role of benthic invertebrate species in freshwater ecosystems: zoobenthic species influence energy flows and nutrient cycling. **BioScience** 49(2): 119-127.
- Death, R.G. 2008. The effect of floods on aquatic invertebrate communities, pp. 103-121. In Lancaster, J. and Briers, R.A., eds. **Aquatic Insects: Challenges to Populations. Proceedings of the Royal Entomological Society's 24th Symposium**. Royal Entomological Society of London, UK.
- de Lima, F.B., Schäfer, A.E. and Lanzer, R.M. 2013. Diversity and spatial and temporal variation of benthic macroinvertebrates with respect to the trophic state of Lake Figueira in the South of Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia** 25(4): 429-441.
- Edmonson, W.T. 1959. **Fresh-Water Biology**. (2nd ed). John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Hanjavanit, C. and Tangpirotewong, N. 2007. Comparision of benthic macroinvertebrate community structure in relation to different types of human disturbance along the Pong river, Khon Kaen Province. **KKU Research Journal** 12: 402-419. (in Thai)
- Ishtiyag, A.N., Anisa, B.K. and Abdul, H. 2017. Evaluation of seasonal variability in surface water quality of Shallow Valley Lake, Kashmir, India, using multivariate statistical techniques. **Pollution** 3(3): 349-362.
- Jørgensen, C.B. 1996. Bivalve filter feeding revisited. **Marine Ecology Progress Series** 142: 287-302.
- Kasetsart University. 2004. **Environmental Impact Assessment Report: Nong Han Rehabilitation Project, Sakon Nakhon Province**. Publications, Kasetsart University Chalermphrakiat Sakon Nakhon Campus. (in Thai)
- Lucca, J.V., Pamplin, P.A.Z., Gessner, A.F., Trivinho-Strixino, S., Spadano-Albuquerque, A.L. and

- Rocha, O. 2010. Benthic macroinvertebrates of a tropical lake: Lake Caçó, MA, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 70(3): 593-600.
- Mandaville, S.M. 2002. **Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters-Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols.** Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax, Nova Scotia.
- McEwen, D.C. and Butler, M.G. 2010. The effects of water-level manipulation on the benthic invertebrates of a managed reservoir. **Freshwater Biology** 55: 1086-1101.
- Meksumpun, C. 2005. **Sediment.** Kasetsart University Press, Bangkok. (in Thai)
- Meksumpun, C. and Meksumpun, S. 2009. Development of water and sediment criteria for eutrophication and water pollution assessment: a case study in Tha Chin, Mae Klong, Bang Pakong and Wain riverine and estuarine ecosystems. **Thai Environmental Engineering Journal** 24(1): 129-138. (in Thai)
- Mistakidis, M.N. 1968. FAO Fisheries Report (57) Vol.2, pp. 514. *In Proceedings of the World Scientific Conference on the Biology and Culture of Shrimps and Prawns.* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Mexico City, Mexico.
- National Institute of Inland Fisheries. 1987. **Water quality standard for freshwater resources protection. Technical paper no. 75/1987.** Publications, Department of Fisheries, Bangkok. (in Thai)
- Nong Han Study Center. 2018. **Survey and Master Plan Project Report no The development of tourist routes in Nong Han Islands, Sakon Nakhon Province.** Sakon Nakhon Rajabhat University. (in Thai)
- O'Leary, S.J. and Wantzen, K.M. 2012. Flood pulse effects on benthic invertebrate assemblages in the hypolacustric interstitial zone of Lake Constance. **Annales de Limnologie - International Journal of limnology** 48(3): 267-277.
- Papas, P. 2007. **Effect of macrophytes on aquatic invertebrates - a literature review.** Technical Report Series No. 158, Department of Sustainability and Environment, Melbourne, Victoria.
- Parsons, T.R, Maita, Y. and Lalli, C.M. 1984. **A Manual of Chemical and Biochemical Methods for Seawater Analysis.** Pergamon Press, New York.
- Peets, R., Miller, A.C. and Beckett, D.C. 1994. **Effects of Three Species of Aquatic Plants on Macroinvertebrates in Lake Seminole, Georgia.** Technical Report A-94-5, U.S. Army Corps of Engineers, Washington, DC.
- Pennak, R.W. 1964. **Collegiate Dictionary of Zoology.** The Ronald Press Company, New York.
- Phongkaew, P., Arunyawat, U., Swatdipong, A. and Hongtrakul, V. 2014. Inverted migration of

- rare whisker sheatfish in Nong-Han Lake, northeastern Thailand: Implications for conservation. **Genetics and Molecular Research** 13(3): 7492-7502.
- Pinder, L.C.V. 1995. The habitats of chironomid larvae, pp. 107-135. *In* Armitage, P.D., Cranston, P.S. and Pinder, L.C.V., eds. **The Chironomidae**. Springer, Dordrecht.
- Rayan, S., Ngamsnae, P. and Ngoichansri, S. 2014. Fish community distribution in Nong Han, Sakon Nakhon province. **Khon Kaen Agriculture Journal** 42(Suppl. I.): 762-767. (in Thai)
- Rogers, D.C. 2009. Branchiopoda (Anostraca, Notostraca, Laevicaudata, Spinicaudata, Cyclestherida), pp. 242-249. *In* Likens, G.F., ed. **Encyclopedia of Inland Waters** 2. Amsterdam, Boston.
- Rosenberg, D.M. and Resh, V.H. 1993. **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. Chapman and Hall, New York.
- Royal Irrigation Department. 2018. **Record of Flood Event Influencing by Tropical Storm Sonca, July 24-31, 2017**. Available Source: <http://www.thaiwater.net/current/2017/SONCAjuly2017/body.html>, October 10, 2019.
- Sakai, S., Nakaya, M., Sampei, Y., Dettman, D.L. and Takayasu, K. 2013. Hydrogen sulfide and organic carbon at the sediment - water interface in coastal brackish Lake Nakaumi, SW Japan. **Environmental Earth Sciences** 68(7): 1999-2006.
- Sangpradub, N., Inmuong, Y., Hanjavanit, C. and Inmuong, U. 1998. **Research Report no A Correlation Study between Freshwater Benthic Macroinvertebrate Fauna and Environmental Quality Factors in Nam Pong Basin Thailand Part III**. Thailand Research Fund.
- Sangpradub, N. and Boonsoong, B. 2006. **Identification of Freshwater Invertebrates of the Mekong River and its Tributaries**. Vientiane: Mekong River Commission, Lao PDR.
- Scrimgeour, G.J. and Winterbourn, M.J. 1989. Effects of floods on epilithon and benthic macroinvertebrate populations in an unstable New Zealand river. **Hydrobiologia** 171(1): 33-44.
- Soontornprasit, K. 2012. Use of aquatic insects as bioindicators of water quality in Kwan Phayao, Phayao Province. **Journal of Community Development Research** 5(1): 15-24. (in Thai)
- Sukthanapirat, R., Suttibak, S. and Jaikaew, P. 2017. Assessment of Nong Han Lake, Sakon Nakhon, Thailand by using Water Quality Index. **GMSARN International Journal** 11: 123-128.
- Supakosol, J. and Boonrawd, K. 2020. Hydrologic evaluation and effects of climate change on the Nong Han Lake Basin, northeastern Thailand. **Journal of Water and Climate Change** 11(4): 992-1000.
- Suteemeechaikul, S., Vibulsook, S. and Sricharoendham, B. 2000. **Fisheries**

- activities and catch of Nong Han swamp, Sakon Nakhon Province.** Technical paper no. 18/2000, Department of Fisheries, Bangkok. (in Thai)
- Thammakhantha, S., Choncham, A. and Saen-arsa, A. 2013. **Species composition, abundance and distribution of benthic fauna in the Sirikit Dam.** Technical paper no. 22/2013, Department of Fisheries, Bangkok. (in Thai)
- Uengjareansukarn, W and Gunbua, V. 2017. Plankton community structure in Nong Han, Sakon Nakhon Province. **Burapha Science Journal** 22(Special edition): 309-322. (in Thai)
- Usinger, L. 1963. **Aquatic Insect of California.** University of California Press. Bekerley and Los Angeles.
- van der Meer, T.V., de Baat, M.L., Verdonshot, P.F.M. and Kraak, M.H.S. 2017. Benthic invertebrate bioturbation activity determines species specific sensitivity to sediment contamination. **Frontiers in Environmental Science** 5(83): 1-5. doi: 10.3389/fenvs.2017.00083.
- Walker, I.R. 2001. Midges: Chironomidae and Related Diptera, pp. 43-66. *In* Smol, J.P., Birks, H.J.B. and Last, W.M. eds. **Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. Developments in Paleoenvironmental Research vol 4.** Springer, Dordrecht.
- Wallace, J.B. and Webster, J.R. 1996. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. **Annual Review of Entomology** 41: 115-139.