

บทความวิจัย (Research Article)

ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Marilia sumatrana* (Insecta: Trichoptera) ในห้องปฏิบัติการ

เดช มานน์¹, แต่งอ่อน พรหมมี², สิทธิศักดิ์ ปิ่นมณฑลกุล¹, อาทิตยา วงศ์วุฒิ³, นิตติ เอี่ยมชื่น⁴ และ เกียรติกร สีตะพันธุ์^{3*}

Some optimal culture conditions for *Marilia sumatrana* (Insecta: Trichoptera) larvae in the laboratory

Dej Mann¹, Tang-on Prommi², Sitthisak Pinmongkholgul¹, Athitaya Wongwut³, Niti lamchuen⁴ and Kriengkrai Seetapan^{3*}

¹ Department of Biology, School of Science, University of Phayao, Phayao, 56000

² Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus, Nakhonpathom, 73140

³ Fisheries Technology and Innovation, School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao, 56000

⁴ Research Unit of Spatial Innovation Development, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

* Correspondence author: kook82@hotmail.com; kriengkrai.se@up.ac.th

Naresuan Phayao J. 2023;16(1): 100-110.

Received: 11 February 2022; Revised: 20 March 2022; Accepted: 5 September 2022

บทคัดย่อ

ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำมีการใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมทางน้ำเป็นอาหาร และทำเป็นเครื่องประดับจากปลอก แต่ยังมีขาดข้อมูลด้านการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำในระดับห้องปฏิบัติการ ดังนั้นจึงสนใจศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Marilia sumatrana* ในห้องปฏิบัติการ เก็บตัวอย่างตัวอ่อนแมลงที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร จากลำน้ำยวน อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา การศึกษานี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 การทดลอง (แต่ละการทดลองเลี้ยงนาน 4 สัปดาห์) ได้แก่ การทดลองที่ 1 ศึกษาการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ในสภาวะน้ำไหลและน้ำไม่ไหล ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดในห้องปฏิบัติการ พบว่า อัตรารอดของชุดการทดลองที่เลี้ยงในสภาวะน้ำไหลสูงกว่าชุดการทดลองที่เลี้ยงในน้ำไม่ไหลอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ร้อยละ 91.11 ± 2.12 และ 80.00 ± 2.85) สำหรับปลอกของตัวอ่อนแมลงที่เลี้ยงในสภาวะน้ำไหล และน้ำไม่ไหล มีความยาวสุดท้ายไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) (13.37 ± 0.73 และ 14.07 ± 0.66 มิลลิเมตร) และการทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของอาหารต่างชนิด (เศษซากใบไม้ อาหารลูกปลาดุกบดละเอียด และอาหารกึ่งบดละเอียด) ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอก

¹ สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

² ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

³ สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการประมง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

⁴ หน่วยวิจัยเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

น้ำชนิด *M. sumatrana* ในห้องปฏิบัติการ พบว่า ความยาวสุดท้ายปลอกของตัวอ่อนแมลงที่เลี้ยงด้วยอาหารลูกปลาตุ๋น บดละเอียด และอาหารกุ้งบดละเอียด (12.96 ± 0.42 และ 12.74 ± 0.56 มิลลิเมตร) มีความยาวมากกว่าตัวอ่อนแมลงที่เลี้ยงด้วยเศษซากใบไม้ (8.82 ± 0.25 มิลลิเมตร) อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนอัตราการรอดพบว่าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) สอดคล้องสรุปได้ว่า การเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ในห้องปฏิบัติการควรเลี้ยงในสภาวะน้ำไหล และเลี้ยงด้วยอาหารลูกปลาตุ๋นบดละเอียด ผลการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิดอื่น ๆ ต่อไปได้

คำสำคัญ : ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ, การเลี้ยง, ห้องปฏิบัติการ, อาหาร

Abstract

Caddisfly larvae have been used in many fields, such as environmental impact assessment, food preparation, and ornamentals from their cases. However, reported information on the culturing of caddisfly larvae in the laboratory is poorly understood. Therefore, it would be beneficial to study some optimal culture conditions of the *Marilia sumatrana* larvae in the laboratory. Samples of the larvae (smaller than 5 mm) were collected from Yuan Stream, Chiang Kham District, Phayao province. This study was divided into 2 experimental groups (each experimental rearing for 4 weeks). 1) The effects of the flowing and still water rearing systems on the growth and survival rate of *M. sumatrana* were examined in the laboratory. The results indicated that the survival rates of the flow water treatment were significantly ($p < 0.05$) higher than that of the still water treatment (91.11 ± 2.12 and 80.00 ± 2.85 %, respectively), whereas the final lengths of larvae cases reared in the flow water and still water were not significantly different ($p > 0.05$) (13.37 ± 0.73 and 14.07 ± 0.66 mm, respectively). 2) The effect of foods (leaf litter, catfish fry feed and shrimp feed) on the growth and survival rate of *M. sumatrana* was investigated in the laboratory. The results showed that the final lengths of the larvae cases from treatments fed by catfish fry feed and shrimp feed (12.96 ± 0.42 and 12.74 ± 0.56 mm, respectively) were significantly ($p < 0.05$) higher than those fed by leaf litter (8.82 ± 0.25 mm), but the survival rates of any treatment were not significantly different ($p > 0.05$). In conclusion, the culture conditions of the *M. sumatrana* larvae in the laboratory should be reared in flowing water and fed with catfish fry feed. Finally, the results of this study might be applied to other types of caddisfly larval culture design.

Keywords: Caddisfly larvae, Rearing, Laboratory, Feed

คำนำ

แมลงหนอนปลอกน้ำ (caddisflies) อยู่ในอันดับ (order) Trichoptera เป็นแมลงน้ำที่มีความหลากหลายของชนิด และมีการกระจายตัวค่อนข้างสูง เป็นองค์ประกอบสำคัญที่พบในระบบนิเวศแหล่งน้ำจืดเกือบทุกประเภท [1] เป็นองค์ประกอบสำคัญในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศลำธาร ทำหน้าที่ส่งผ่านพลังงาน และสารอาหารไปยังลำดับขั้นของการบริโภคต่าง ๆ โดยเป็นทั้งผู้ล่า และเหยื่อ โดยตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำจะพบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ มีการสร้างปลอกขึ้นมาจากเศษ

ทราย กรวด เปลือกหอย กิ่งไม้ ใบไม้ หรือเศษต่าง ๆ ที่มีขนาดเล็กในแหล่งน้ำ โดยจะเชื่อมวัสดุต่าง ๆ เหล่านี้ด้วยเส้นใย เพื่อให้เข้ากับแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร รวมถึงป้องกันตัวจากผู้ล่าของระบบนิเวศที่อาศัยอยู่ [2]

ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำสามารถแบ่งตามรูปแบบการสร้างปลอกได้ 3 อันดับย่อย (suborder) ได้แก่ 1) อันดับย่อย Annulipalpia (fixed-retreat makers) เป็นกลุ่มที่สร้างปลอกด้วยเส้นใยร่วมกับวัสดุอื่น ๆ โดยยึดติดไม่เคลื่อนที่ 2) อันดับย่อย Integripalpia (portable-case makers) เป็นกลุ่มที่สร้างปลอกด้วยวัสดุ

หลากหลายชนิดยึดติดกันด้วยเส้นใย ปลอกแบบนี้จะไม่ยึดติดกับที่ สามารถเคลื่อนที่ได้ (portable-case makers) และ 3) อันดับย่อย Spicipalpia (closed-cocoon makers) เป็นกลุ่มที่อยู่อาศัยแบบอิสระ และจะสร้างปลอกเมื่อเข้าสู่ระยะดักแด้ [3] เมื่อตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำพัฒนาถึงระยะตัวเต็มวัย พบว่าตัวเต็มวัยจะออกจากปลอกโดยการกัดปลอกบางส่วนให้เป็นช่องสำหรับคืบคลานขึ้นสู่ผิวน้ำ และจะทิ้งซากปลอกซึ่งยังคงหลงเหลืออยู่ในตะกอนดินใต้น้ำ หรือยังคงยึดติดกับวัตถุใต้น้ำ [4]

ปัจจุบันมีรายงานการนำตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำมาใช้ประโยชน์หลายด้าน ได้แก่ นำมาเป็นอาหารของมนุษย์ [5-6] นำเส้นใยของตัวอ่อนแมลงหนอนน้ำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ [7-8] นอกจากนี้ยังมีการนำมาทำเป็นเครื่องประดับ [9] แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำในห้องปฏิบัติการยังมีค่อนข้างน้อย ซึ่งถือเป็นงานพื้นฐานที่สำคัญต่องานต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาก่อนหน้านี้ ดังนั้นจึงสนใจศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Marilia sumatrana* ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* เป็นแมลงหนอนปลอกน้ำกลุ่มที่ปลอกไม่ยึดติดกับที่ สามารถเคลื่อนที่ได้ รวมถึงแมลงชนิดนี้มีรายงานการพบเป็นจำนวนมากบริเวณน้ำจืดและน้ำขุ่นพื้นที่ อำเภอยะยา จังหวัดยะลา [10] โดยมี

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยของการเลี้ยงในสภาวะน้ำไหลและน้ำไม่ไหล รวมถึงศึกษาชนิดอาหารที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ และต่อยอดการศึกษาในด้านอื่น ๆ ได้ต่อไปในอนาคต

วัสดุและวิธีการ

สัตว์ทดลอง

ขออนุญาตดำเนินการวิจัยจากคณะกรรมการจรรยาบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สถาบันนวัตกรรม และถ่ายทอดเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยพะเยา เลขที่รับรองโครงการ 62 01 04 003 เก็บรวบรวมตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* จากลำน้ำยวน ตำบลร่มเย็น อำเภอยะยา จังหวัดยะลา พิกัด 19.521540, 100.406946 (UTM) (รูปที่ 1) โดยวิธีการเตะส้ม (kick sampling) และดักช้อนด้วยกระชอนตาถี่ คัดแยกตัวอ่อนที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร นำมาพักในภาชนะพลาสติกขนาด 20 x 30 x 13 เซนติเมตร เต็มน้ำสูง 10 เซนติเมตร ให้อากาศผ่านหัวทรายด้วยเครื่องให้อากาศสำหรับเลี้ยงปลาสวยงาม



รูปที่ 1 จุดเก็บตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Marilia sumatrana* ลำน้ำยวน ตำบลร่มเย็น อำเภอยะยา จังหวัดยะลา

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ในห้องปฏิบัติการ แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

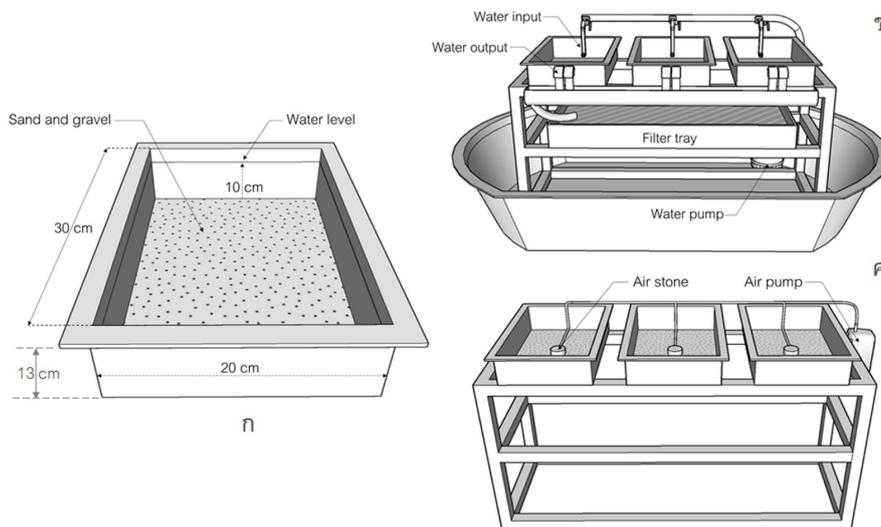
การทดลองที่ 1 ศึกษาการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ในสภาวะน้ำไหลและน้ำไม่ไหล ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดในห้องปฏิบัติการ

1.1 การวางแผนการทดลอง

การศึกษานี้วางแผนการทดลองแบบ Independent t-test แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง (treatments) คือ เลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำในสภาวะน้ำไหล และน้ำไม่ไหล แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ (replications) แต่ละซ้ำใช้ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำจำนวน 30 ตัว

1.2 สภาวะทดลอง

เลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำในภาตพลาสติกขนาด 20 x 30 x 13 เซนติเมตร เติมน้ำลึก 10 เซนติเมตร พื้นภาตปูด้วยทรายและกรวด (หนาประมาณ 1 เซนติเมตร) (รูปที่ 2 ก) การทดลองนี้ได้เลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำในสภาวะน้ำไหลและน้ำไม่ไหล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ ชุดการทดลองที่เลี้ยงในสภาวะน้ำไหล ทำการเลี้ยงในชุดเลี้ยงที่ออกแบบให้ทางน้ำเข้าและทางน้ำออกอยู่ตรงข้ามกันของภาตเลี้ยง และใช้ปั้มน้ำที่สามารถปั้มน้ำได้ไม่น้อยกว่า 2,700 ลิตรต่อชั่วโมง เป็นอุปกรณ์ช่วยให้น้ำไหลตลอดเวลาที่ทดลอง (รูปที่ 2 ข) และชุดการทดลองที่เลี้ยงในสภาวะน้ำไม่ไหล มีการให้อากาศผ่านหัวทรายที่ต่อกับเครื่องให้อากาศสำหรับเลี้ยงปลาสวยงาม โดยแต่ละภาตมี 1 จุด (รูปที่ 2 ค) ให้อาหารในแต่ละภาตเลี้ยงทุกวันด้วยอาหารปลาขนาดเล็กบดละเอียด (โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 32) ในปริมาณภาตละ 0.5 กรัม ทั้ง 2 ชุดการทดลอง วันละ 1 ครั้ง เวลา 09:00 น.



รูปที่ 2 ระบบสำหรับเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Marilia sumatrana*
 (ก) ภาตเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ
 (ข) ระบบเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำในสภาวะน้ำไหล
 (ค) ระบบเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำในสภาวะน้ำไม่ไหล

การทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของอาหารต่างชนิดที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ในห้องปฏิบัติการ

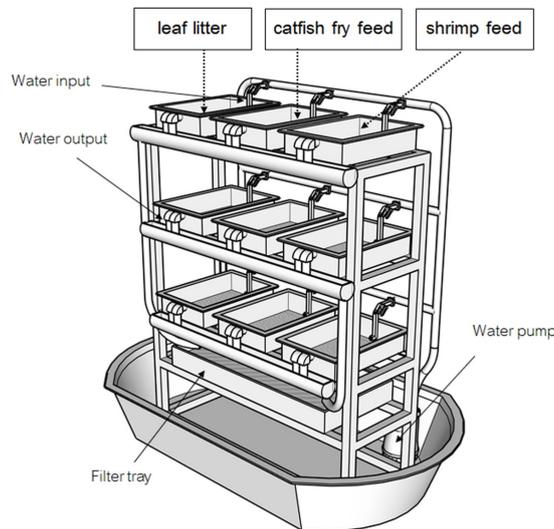
2.1 การวางแผนการทดลอง

การศึกษานี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Designs: CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง โดยเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำด้วยอาหารต่างกัน 3 ชนิด คือ เศษซากใบไม้จากแหล่งอาศัยตามธรรมชาติ (leaf litter: LL) อาหารปลาดุกขนาดเล็กบดละเอียด (catfish fry feed: CFF) และอาหารกุ้งบดละเอียด (shrimp fry feed: SF) แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ตัว

อ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำจำนวน 30 ตัว

2.2 สภาวะทดลอง

เลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำด้วยระบบน้ำไหลตลอดโดยใช้ระบบเลี้ยงตามการทดลองที่ 1 วางภาดเลี้ยงเป็น 3 ชั้น ชั้นละ 3 ภาด (รูปที่ 3) ให้อาหารตามแผนการทดลองที่วางไว้ โดยชุดการทดลองที่ให้เศษซากใบไม้จากแหล่งอาศัยตามธรรมชาติเป็นอาหารจะใส่เศษซากใบไม้ไว้ในภาดเลี้ยงปริมาณ 2 กรัม (เนื่องจากมีความชื้น) สำหรับชุดการทดลองที่ให้อาหารปลาดุกขนาดเล็กบดละเอียด และอาหารกุ้งบดละเอียด ให้ปริมาณภาดละ 0.5 กรัม วันละ 1 ครั้ง เวลา 09:00 น.



รูปที่ 3 ระบบเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Marilia sumatrana* ด้วยระบบน้ำไหล

การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

1. อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดทั้ง
- 2 การทดลองเก็บข้อมูลความยาวปลอกด้วยเวอร์เนีย-

คาลิปเปอร์แบบดิจิตอล (digital vernier calipers) และอัตราการรอดของตัวอ่อนทุกตัวทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ความยาวปลอกที่เพิ่มขึ้น (length gain: มิลลิเมตร/ตัว)

$$= \text{ความยาวของปลอกเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{ความยาวของปลอกเริ่มต้น}$$

1.2 อัตราการรอด (survival rate: เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำที่เหลือรอดชีวิต}}{\text{จำนวนตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำที่ปล่อยเมื่อเริ่มการทดลอง}} \times 100$$

2. คุณภาพน้ำตลอดการทดลองทั้ง 2 การทดลอง ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำในทุกภาคทดลองตั้งแต่เริ่มการทดลองและระหว่างการทดลองทุกสัปดาห์จนถึงสิ้นสุดการทดลอง ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ (water temperature) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen: DO) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid, TSS) ด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบหลายตัวแปร (Hanna รุ่น HI98194) โดยการทดลองที่ 1 วัดคุณภาพน้ำในทุก ๆ ภาคที่เลี้ยงตัวอ่อนแมลงหอนปลอกน้ำสำหรับการทดลองที่ 2 วัดคุณภาพน้ำเพียงจุดเดียว คือ ตรงถึงพักน้ำที่ผ่านระบบกรองแล้ว

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดลองที่ 1 นำข้อมูลที่ได้ในแต่ละพารามิเตอร์มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละชุดการทดลองโดยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS version 27

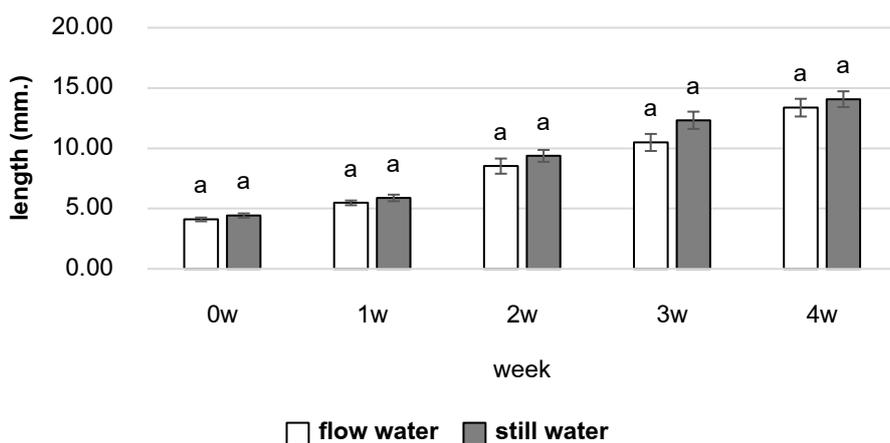
การทดลองที่ 2 นำข้อมูลที่ได้ในแต่ละพารามิเตอร์มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple

Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS version 27

ผลการศึกษา

การทดลองที่ 1 ศึกษาการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ในสภาวะน้ำไหลและน้ำไม่ไหล ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดในห้องปฏิบัติการ

การเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ในสภาวะน้ำไหล และน้ำไม่ไหลที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดในห้องปฏิบัติการระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ปลอกของตัวอ่อนแมลงหอนปลอกน้ำที่เลี้ยงในสภาวะน้ำไหล และน้ำไม่ไหลมีความยาวเพิ่มขึ้นในทุกสัปดาห์ตลอดการทดลอง แต่ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) (รูปที่ 4) โดยพบว่าค่าเฉลี่ยความยาวปลอกเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (final length) และค่าเฉลี่ยความยาวปลอกที่เพิ่มขึ้น (length gain) ของตัวอ่อนแมลงหอนปลอกน้ำที่เลี้ยงในสภาวะน้ำไม่ไหลมีค่าสูงกว่าที่เลี้ยงในสภาวะน้ำไหลเล็กน้อย ($p > 0.05$) สำหรับอัตราการรอดของแมลงหอนปลอกน้ำในการศึกษานี้ พบว่า ชุดการทดลองที่เลี้ยงในสภาวะน้ำไม่ไหลมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองที่เลี้ยงในสภาวะน้ำไม่ไหลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1)



รูปที่ 4 ความยาวปลอกของตัวอ่อนหอนปลอกน้ำชนิด *Marilia sumatrana* ที่เลี้ยงในสภาวะน้ำไหลและน้ำไม่ไหลตลอดการศึกษา

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตและอัตราการรอดของตัวอ่อนแมลงหอนปลอกน้ำชนิด *Marilia sumatrana* ที่เลี้ยงในสภาวะน้ำไหล และน้ำไม่ไหล

Indicator	Treatments		P-Value
	Flow water	Still water	
Initial length (mm)	4.10 ± 0.15 ^a	4.42 ± 0.18 ^a	0.36
Final length (mm)	13.37 ± 0.73 ^a	14.07 ± 0.66 ^a	0.42
Length gain (mm)	8.83 ± 1.13 ^a	9.27 ± 1.05 ^a	0.85
Survival rate (%)	91.11 ± 2.12 ^a	80.00 ± 2.85 ^b	0.04

หมายเหตุ (Mean ± SE)

^{a-b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการในทั้ง 2 ชุดการทดลอง พบว่า ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO)

ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS) และอุณหภูมิ (T) มีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 2)

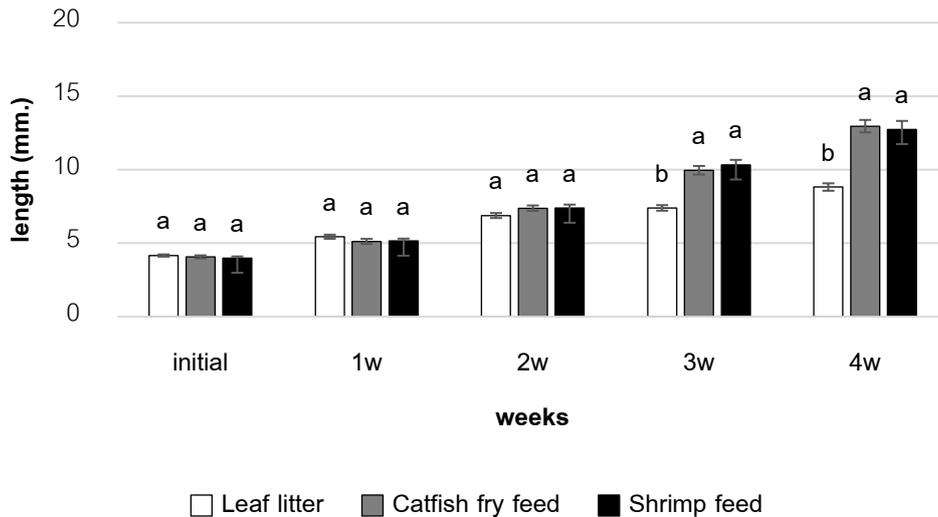
ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการ ตลอดจนการทดลองเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหอนปลอกน้ำชนิด *Marilia sumatrana* ในสภาวะน้ำไหลและน้ำไม่ไหล ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดในห้องปฏิบัติการ

Treatments	Parameters (min – max)				
	pH	DO (mg/l)	EC (µS/cm)	TDS (ppm)	T (°C)
Flow water	9.10 – 9.18	7.5 – 8.5	1115 - 1327	557 - 663	25.69 – 27.14
Still water	9.03 – 9.15	7.5 – 8.5	1158 - 1223	528 - 583	25.57 – 26.42

การทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของอาหารต่างชนิดที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของตัวอ่อนแมลงหอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ในห้องปฏิบัติการ

การศึกษาอิทธิพลของอาหารต่างชนิด (เศษซากใบไม้ อาหารลูกปลาดุกบดละเอียด และอาหารกึ่งบดละเอียด) ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของตัวอ่อนแมลงหอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ในห้องปฏิบัติการ ระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 1 – 2 ปลอกของตัวอ่อนแมลงหอนปลอกน้ำในทุกชุดการทดลองมีขนาดเพิ่มขึ้นตลอดการทดลองแต่ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) สำหรับสัปดาห์ที่ 3 และ 4 ของการเลี้ยง พบว่า ขนาดปลอกของตัวอ่อนแมลงหอนปลอกน้ำในชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาดุกบดละเอียด (9.96 ± 0.29 ,

12.96 ± 0.42 มิลลิเมตร) และชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารกึ่งบดละเอียด (10.33 ± 0.34 , 12.74 ± 0.58 มิลลิเมตร) มีค่าสูงกว่าชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยเศษซากใบไม้ (7.40 ± 0.12 , 8.82 ± 0.25 มิลลิเมตร) อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ให้ผลสอดคล้องกับค่าความยาวปลอกที่เพิ่มขึ้น พบว่า ตัวอ่อนแมลงหอนปลอกน้ำที่เลี้ยงด้วยอาหารลูกปลาดุกบดละเอียด (8.93 ± 0.69 มิลลิเมตร) และอาหารกึ่งบดละเอียด (8.73 ± 0.17 มิลลิเมตร) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยเศษซากใบไม้ (4.47 ± 0.28 มิลลิเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (รูปที่ 5 และ ตารางที่ 3) สำหรับอัตราการรอดของตัวอ่อนแมลงหอนปลอกน้ำจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ตัวอ่อนแมลงหอนปลอกน้ำที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) (ตารางที่ 3)



รูปที่ 5 ความยาวปลอกของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Marilia sumatrana* ที่เลี้ยงด้วย เศษซากใบไม้ (leaf litter) อาหารลูกปลาตุ๋นบดละเอียด (catfish fry feed) และอาหารกุ้งบดละเอียด (shrimp feed) ตลอดการศึกษา

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตและอัตราการรอดของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Marilia sumatrana* ที่เลี้ยงด้วย เศษซากใบไม้ (leaf litter) อาหารลูกปลาตุ๋นบดละเอียด (catfish fry feed) และอาหารกุ้งบดละเอียด (shrimp feed)

Indicator	Treatments			P-Value
	Leaf litter	Catfish fry feed	Shrimp feed	
Initial length (mm)	4.16 ± 0.77 ^a	4.07 ± 0.10 ^a	3.99 ± 0.11 ^a	0.44
Final length (mm)	8.82 ± 0.25 ^b	12.96 ± 0.42 ^a	12.74 ± 0.56 ^a	0.00
Length gain (mm)	4.47 ± 0.28 ^b	8.93 ± 0.69 ^a	8.73 ± 0.17 ^a	0.00
Survival rate (%)	91.67 ± 8.33 ^a	95.00 ± 2.89 ^a	91.67 ± 4.41 ^a	0.89

หมายเหตุ (Mean ± SE)

^{a-b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการในทั้ง 3 ชุดการทดลอง พบว่า พบว่ามีค่าอยู่ในช่วงดังนี้ ความเป็นกรดเป็นด่าง (7.47–7.78) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (8.55-8.74 mg/l) ค่าการนำไฟฟ้า (847-1248 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (424–624 ppm) และอุณหภูมิในน้ำ (19.40-22.33 °C)

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ในสภาวะน้ำไหลและน้ำไม่ไหลที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดในห้องปฏิบัติการ พบว่า เมื่อพิจารณาผลของอัตราการ

และอัตราการเจริญเติบโตร่วมกันแล้วแสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงในสภาวะน้ำไหลให้ผลดีกว่าการเลี้ยงในสภาวะน้ำนิ่ง ทั้งนี้ความเร็วของกระแสน้ำถือว่ามีผลต่อการแพร่กระจายตัวของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ การแพร่กระจายตัวของอาหารในธรรมชาติ และการดำรงชีวิตของแมลงหนอนปลอกน้ำ ซึ่งการไหลของกระแสจะสัมพันธ์กับปัจจัยด้านอาหาร และปริมาณออกซิเจนในน้ำ [11-13] ในส่วนของคุณภาพน้ำในสภาวะทดลอง ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และอุณหภูมิในน้ำ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับคุณภาพน้ำ ณ จุดเก็บตัวอย่างแมลงหนอนปลอกน้ำแต่ละชนิด ซึ่งค่าคุณภาพน้ำเหล่านี้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของตัวอ่อนแมลง

หนอนปลอกน้ำ [14] นอกจากนี้ยังพบว่า การเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำในสภาวะน้ำไหล เศษอาหารและขยะต่าง ๆ ที่เกิดจากกิจกรรมการกินอาหารของแมลงหนอนปลอกน้ำมีน้อยกว่าการเลี้ยงในสภาวะน้ำไม่ไหล ทั้งนี้หากเลี้ยงระยะยาวหรือเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำแบบหนาแน่น เศษอาหารและขยะต่าง ๆ เหล่านี้อาจจะส่งผลเสียต่อตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ รวมถึงอาจส่งผลกระทบต่อความสวยงามของปลอกที่แมลงหนอนปลอกน้ำสร้างขึ้นได้

สำหรับการศึกษาอิทธิพลของอาหารต่างชนิดที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ในห้องปฏิบัติการ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ชุดการทดลองที่เลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำด้วยอาหารลูกปลา ดุกบดละเอียด และอาหารกึ่งบดละเอียดมีค่าเฉลี่ยของความยาวปลอกเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และความยาวปลอกที่เพิ่มขึ้น มีค่าสูงกว่าชุดที่เลี้ยงด้วยเศษซากใบไม้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในส่วนของอัตราการรอดพบว่า อาหารทั้ง 3 ชนิดไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการรอดของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ($p > 0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาชนิดอาหารที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Odontoceridae พบว่า อัตราการเจริญเติบโตในชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาดุกเล็กบดละเอียด มีค่าการเจริญเติบโตสูงสุด และสูงกว่าชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยไรแดงสดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) [15] สาเหตุที่อาหารปลาดุกบดละเอียด และอาหารกึ่งบดละเอียด ส่งผลดีต่ออัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ เนื่องจากอาหารทั้ง 2 ประเภทมีปริมาณโปรตีนที่สูงกว่าเศษซากใบไม้ จากข้อมูลที่ระบุจากอาหารที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า อาหารปลาดุกบดละเอียดมีปริมาณโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 35 และอาหารกึ่งบดละเอียดมีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 36 แต่เศษซากใบไม้ส่วนใหญ่จะพบรายงานปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 3.45 – 21.00

ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช [16] ในส่วนของปริมาณไขมันในอาหารปลาดุกบดละเอียด และอาหารกึ่งบดละเอียดมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับเศษซากใบไม้ที่มีรายงานว่าปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 3.36 – 4.13 [17] นอกจากนี้อาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการศึกษามีกลิ่นที่ดึงดูดให้ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำเข้ามากินอาหารได้ดี รวมถึงอาจมีคุณค่าทางสารอาหารอื่น ๆ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ นอกจากนี้ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิดนี้ยังมีพฤติกรรมคืบคลานตามพื้นท้องน้ำเพื่อหาอาหาร และชูดกินอาหาร จากนั้นจึงย่อยในกระเพาะอาหาร [18] จึงส่งผลให้อาหารดังกล่าวเหมาะสมสำหรับการนำมาเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำในห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ในห้องปฏิบัติการ แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 การทดลองย่อย คือ การศึกษาการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ในสภาวะน้ำไหล และน้ำไม่ไหล ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดในห้องปฏิบัติการ และการศึกษาอิทธิพลของอาหารต่างชนิดที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ในห้องปฏิบัติการ จึงสรุปได้ว่า การเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *M. sumatrana* ในห้องปฏิบัติการควรเลี้ยงในสภาวะน้ำไหล และควรใช้อาหารลูกปลาดุกบดละเอียดเป็นอาหารในการเลี้ยง ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิดอื่น ๆ ที่สร้างปลอกด้วยวัสดุ และปลอกสามารถเคลื่อนที่ได้ รวมถึงยังเป็นแนวทางในการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำเพื่อพัฒนาต่อยอดเป็นการผลิตเครื่องประดับ และเลี้ยงเพื่อเป็นสัตว์ทดลองในห้องปฏิบัติการได้ต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) สัญญาเลขที่ FDA-CO-2562-10029_TH และทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยพะเยา เลขที่สัญญา FF66-UoE013 จากกองทุนส่งเสริม ววน. ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ ขอขอบคุณสาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ และสาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรม การประมง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุอุปกรณ์ และครุภัณฑ์ต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาการทำงานวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงขอบคุณบุคลากรของกรมอุทยานแห่งชาติที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมตัวอย่างแมลง หนอนปลอกน้ำตลอดการทำงานวิจัยนี้เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- [1] Dudgeon D. Tropical Asian Stream: Zoobenthos, Ecology and Conservation. Hong Kong: Hong Kong University press; 1999. 167 p.
- [2] Mackay RJ and Wiggins GB. Ecological diversity in Trichoptera. Annu Rev Entomol. 1979; 24: 185-208.
- [3] Holzenthal RW, Blahnik RJ, Prather AL, Kjer KM. Order Trichoptera Kirby 1813 (Insecta), Caddisflies. Zootaxa. 2007; 1668: 639-698.
- [4] McCafferty WP. Aquatic Entomology: The Fishermen's and Ecologists' Illustrated Guide to Insects and Their Relatives., 1 st ed. Toronto: Jones and Bartlett Publishers Inc; 1981. 448 p.
- [5] Césard N, Komatsu S, Iwata A. Processing insect abundance: Trading and fishing of zizamushi in Central Japan (Nagano Prefecture, Honshu Island). J Ethnobiol Ethnomed. 2015; 11 (78). DOI: 10.1186/s13002-015-0066-7.
- [6] Williams DD, Williams SS. Aquatic insects and their potential to contribute to the diet of the globally expanding human population. Insects, 2017; 8(72). DOI: 10.3390/insects8030072.
- [7] Tszedel M, Zabolni A, Wojciechowska D, Michalak M, Krucinska I, Szustakiewicz K, et al. Research on possible medical use of silk produced by caddisfly larvae of *Hydropsyche angustipennis* (Trichoptera, Insecta). J Mech Behav Biomed Mater. 2015; 45: 142-153.
- [8] Kim HJ, Sun Y, Moon MJ. Fine structure of the silk spinning system in the caddisworm, *Hydatophylax nigrovittatus* (Trichoptera: Limnephilidae). Applied Microscopy. 2020; 50:16. DOI:10.1186/s42649-020-00036-5.
- [9] Resh VH, Rosenberg DM. Economic aspects of freshwater invertebrates. In: Thorp JH, Rogers DC, editors. Thorp and covich's freshwater invertebrates: Ecology and general biology. San Diego: Elsevier; 2015. p. 98-109.
- [10] Mann D, Prompiya S, Pinmongkholgul S, Seetapan K. Diversity of Trichoptera larvae in Ngim and Yuan Stream, Phayao Province and its utilization. Proceeding of the 10th Thai Forest Ecological Research Network Conference; 2021 feb 4-5; Maejo university Phrea campus, Phrea.
- [11] Hoffman AL, Olden JD, Monroe JB, Poff NL, Wellnitz T, Wiens JA. Current velocity and habitat patchiness shape stream herbivore movement. Oikos. 2006; 115: 358-368.
- [12] Verdonschot PFM, Lototskaya AAB, Dekkers DBM, Verdonschot, RCM. Mobility of lowland stream Trichoptera under experimental habitat and flow conditions. Limnologica. 2012; 42: 227-234.

- [13] Okano J, Kikuchi E. Effect of current velocity and case adaptations on the distribution of caddisfly larvae (Glossosoma, Trichoptera). *Limnology*. 2012; 13: 37-43.
- [14] Genkai-Kato M, Nozaki K, Mitsunashi H, Kohmatsu Y, Miyasaka H, Nakamura M, Push-up response of stonefly larvae in low-oxygen conditions. *Ecol Res*. 2000; 15: 175–179.
- [15] Seetapan K, Klahan R, Pimpang R, Phuchai W. Practical diet for rearing caddis worm in family Odontoceridae. *J Fish Tech Res*. 2010; 4(1): 111-115.
- [16] Ghaly AE, Alkokaik FN. Extraction of protein from common plant leaves for use as human food. *Am J Appl Sci*. 2010; 7 (3): 331-342.
- [17] Arias-Real R, Menéndez M, Abril M, Oliva F, Muñoz. Quality and quantity of leaf litter: Both are important for feeding preferences and growth of an aquatic shredder. *PLoS ONE*. 2018; 13(12): e0208272. DOI: 10.1371/journal.pone.0208272.
- [18] Wiggins GB. Larvae of The North American Caddisfly Genera (Trichoptera), 2nd ed. Toronto: The University of Toronto press; 1996. 457 p.