

มิถุนวิทยาของท่อลม หลอดเลือด และกล้ามเนื้อลายของ
ผีเสื้อหนอนคูนธรรมดา *Catopsilia pomona* (Fabricius, 1758)
Histological Structures of Trachea, Blood Vessel and
Skeletal Muscle in the *Catopsilia pomona* (Fabricius, 1758)

ศิลปชัย เสนารัตน์* และเจษฎ์ เกษตรระทัต

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

ปิยากร บุญยั้ง

ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ตำบลคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

วรรณีย์ จิระอังกรสกุล

ภาควิชาพยาธิชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

Sinlapachai Senarat* and Jes Kettratad

Department of Marine science, Faculty of Science, Chulalongkorn University,

Wangmai, Pathumwan, Bangkok 10330

Pisit Poolprasert

Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University,

Plai Chumpol, Muang, Phitsanulok 65000

Piyakorn Boonyoung

Department of Anatomy, Faculty of Science, Price of Songkla University,

Kho Hong, Hat Yai, Songkhla 90110

Wanee Jiraungkoorskul

Department of Pathobiology, Faculty of Science, Mahidol University,

Thung Phaya Thai, Ratchathewi, Bangkok 10300

บทคัดย่อ

โครงสร้างทางมิถุนวิทยาของท่อลม หลอดเลือด และกล้ามเนื้อลายของผีเสื้อหนอนคูนธรรมดา *Catopsilia pomona* (Fabricius, 1758) ยังไม่มีรายงานการวิจัยจวบจนปัจจุบัน ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงได้ศึกษาโครงสร้างทางมิถุนวิทยาของอวัยวะดังกล่าว โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมดจากบริเวณพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกมาผ่านกระบวนการทางมิถุนวิทยา ผลการศึกษาพบว่าท่อลม (trachea) มักพบบริเวณใกล้กับระบบท่อหมุนร่างกายที่มีการจัดเรียงของโครงสร้างของเนื้อเยื่อชั้นเดียว คือ ชั้นเยื่อบุผิว (epithelial layer) ที่ประกอบด้วยเซลล์เยื่อบุผิวที่จัดเรียงต่อกันสำหรับหลอดเลือดพบว่าผนังของอวัยวะส่วนนี้มีการจัดเรียงชั้นเดียว ประกอบด้วยเซลล์รูปแบนบางชั้นเดียว (simple squamous epithelium) เรียงต่อกันเช่นกัน นอกจากนี้พบเซลล์เม็ดเลือด (hemocyte) กระจายอยู่ทั้งภายในหลอดเลือดและเนื้อเยื่อ กล้ามเนื้อลายของผีเสื้อหนอนคูนประกอบด้วยมัดกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ (muscle bundle) เกิดจากการรวมกันของเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber) จำนวนมาก

คำสำคัญ : มิถุนวิทยา; ท่อลม; หลอดเลือด; กล้ามเนื้อลาย; ผีเสื้อหนอนคูนธรรมดา

Abstract

Histological structures of trachea, blood vessel and skeletal muscle in *Catopsilia pomona* (Fabricius, 1758) have never been reported in Thailand. Therefore, this structure of these organs in mention above was investigated using histological analysis. All *C. pomona* were collected from Phitsanulok province and they were exclusively processed by standard histological technique. Structure of trachea in this species was specially found near integumentary system and histologically consisted of only one layer: Epithelial layer with containing several epithelial cells. Blood vessel was also composed of one layer which was considered as simple squamous epithelium. In addition, several hemocytes were found in the blood vessels and tissue. Another structure, skeletal muscle with consisting of muscle bundle were present. Each bundle was composed of various muscle fibers.

Keywords: histology; trachea; blood vessel; skeletal muscle; *Catopsilia pomona*

1. บทนำ

ผีเสื้อหนอนคูนธรรมดา *Catopsilia pomona* (Fabricius, 1758) จัดเป็นผีเสื้อชนิดที่สามารถพบได้ตลอดทั้งปีและทั่วทุกภาคของประเทศไทย อีกทั้งยังจัดเป็นแมลงศัตรูพืชทางการเกษตรที่สำคัญตัวหนึ่ง โดยเฉพาะในระยะตัวหนอนที่มักเข้าทำลายพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น ราชพฤกษ์หรือคูน (*Cassia*

fistula) ชี้เหล็ก (*C. siamea*) ชี้เหล็กเลือด (*C. assiatimoriensis*) และชุมเห็ดเทศ (*C. alata*) [1-3] ซึ่งเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้อาจนำไปสู่การลดลงของประชากรต้นไม้มงคลที่กล่าวมาในอนาคตได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวความรู้พื้นฐานทางด้านชีววิทยาจึงเป็นเรื่องที่ต้องการอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เพื่อใช้และอธิบายระยะเวลาหรือช่วงการพัฒนาแก้ปัญหา จากการทบทวน

เอกสารอ้างอิงพบว่าความรู้ด้านชีววิทยาพื้นฐาน นิเวศวิทยา มีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งการศึกษาด้านมิถุนวิทยาในระบบต่าง ๆ มีการศึกษาไว้ เช่น ระบบสืบพันธุ์ [4] ระบบประสาท [5] ระบบต่อมไร้ท่อร่างกาย [6] และระบบทางเดินอาหารส่วนกลางและถ่าย [7] แต่อย่างไรก็ตาม มิถุนวิทยาของการหายใจ หลอดเลือด และกล้ามเนื้อลาย กลับไม่ปรากฏข้อมูลจนถึงปัจจุบัน ทั้งที่อวัยวะเหล่านี้มีความจำเป็นต้องทราบถึงโครงสร้าง เนื่องจากมีความสำคัญและเกี่ยวข้องโดยตรงกับระบบหายใจ การแลกเปลี่ยนก๊าซ หรือการเคลื่อนไหว ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาเพื่ออธิบายโครงสร้างระดับมิถุนวิทยาของทอลม หลอดเลือด และกล้ามเนื้อลายของผีเสื้อหนอนคูนธรรมดา *C. pomona* (Fabricius, 1758) บริเวณพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกของประเทศไทย

2. อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

สุ่มเก็บตัวอย่างผีเสื้อหนอนคูนในพื้นที่เขตจังหวัดพิษณุโลก ครอบคลุมอำเภอเมืองและวังทอง เน้นพื้นที่ป่าธรรมชาติ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 หลังจากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดมาสลับด้วยวิธีแช่น้ำแข็ง (rapidly cooling shock) และแช่ในสารรักษาสภาพเนื้อเยื่อในน้ำยาเดวิดสัน (Davidson's fixative) ประมาณ 48 ชั่วโมง เพื่อใช้ในการศึกษาทางด้านมิถุนวิทยา โดยตัวอย่างทั้งหมดมาผ่านกระบวนการเตรียมสไลด์ถาวรตามวิธีมาตรฐาน (paraffin method) ของ Humuson [8] ตัดบางในแนวตามยาว (longitudinal section) และตามขวาง (cross section) ด้วยความหนา 6-7 ไมโครเมตร และย้อมด้วยสี hematoxylin และ eosin [8,9] และทำสไลด์นำสไลด์ทั้งหมดมาวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการ และการจัดเรียงของทอลม หลอดเลือด และกล้ามเนื้อลายภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 โครงสร้างมิถุนวิทยาของทอลม

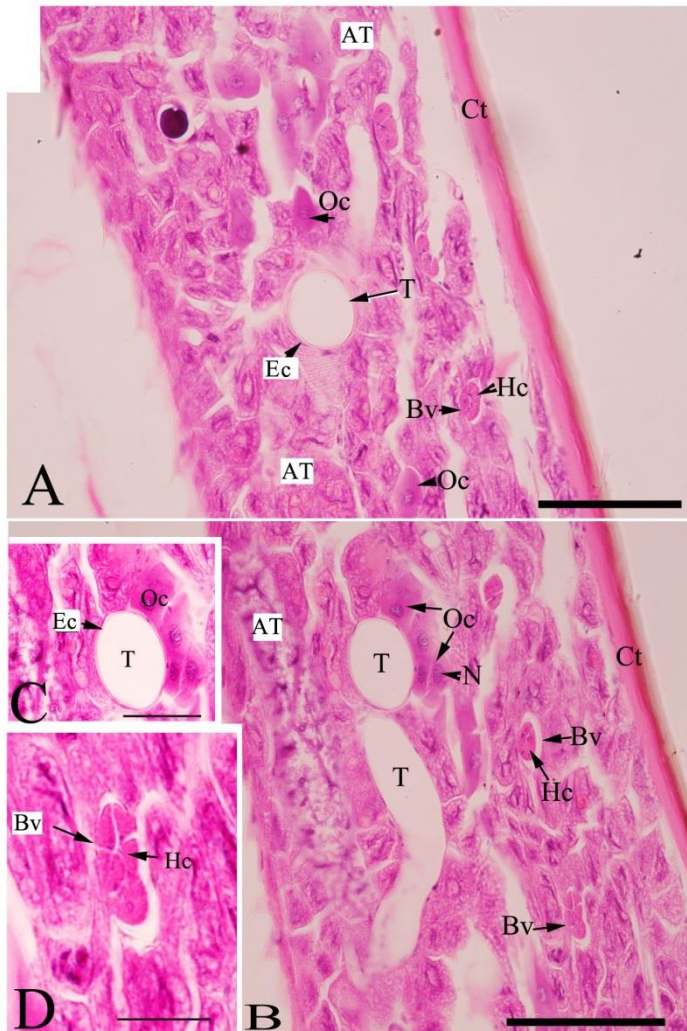
ระบบหายใจของแมลงโดยทั่วไปประกอบด้วยท่ออากาศซึ่งมีช่องเปิดต่อกับภายนอกที่บริเวณรูหายใจ ระบบท่ออากาศจะแทรกตัวอยู่ทั่วไปในร่างกาย และตามอวัยวะที่เป็นรยางค์ของแมลง [10] และเมื่อใช้เทคนิคทางมิถุนวิทยาซึ่งพิสูจน์ให้เห็นชัดเจนว่าจำนวนและตำแหน่งของรูหายใจของแมลงเป็นแบบสมมาตรหรือระบบโฮโลนิวส์ติก (holopneustic respiratory system) ซึ่งลักษณะเช่นนี้สามารถพบได้ในแมลงตัวเต็มวัยเกือบทุกอันดับ เป็นระบบที่มีรูหายใจ 10 คู่ โดยมี 2 คู่ อยู่ที่อก และ 8 คู่ อยู่ที่ส่วนท้อง [11,12] ผีเสื้อของทอลมประกอบด้วยเนื้อเยื่อเยื่อผิวรูปร่างแบนบางเรียงตัวชั้นเดียว (simple squamous epithelium) (รูปที่ 1A-D) ดังนั้นด้วยลักษณะโครงสร้างจุลกายวิภาคของทอลม จึงเหมาะสมที่เป็นอวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างตัวแมลงกับอากาศภายนอก (gas exchange) [10,13]

3.2 โครงสร้างมิถุนวิทยาของหลอดเลือด

ระบบหมุนเวียนเลือดของแมลงจัดเป็นระบบเลือดแบบเปิด (open circulatory system) ที่ประกอบด้วยหลอดเลือดมากมายที่มักแทรกตัวอยู่ระหว่างกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อไขมัน หรือเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน โดยโครงสร้างทางมิถุนวิทยาของหลอดเลือดพบว่าผนังของอวัยวะส่วนนี้มีการจัดเรียงชั้นเดียว ประกอบด้วยเซลล์รูปร่างแบนบางชั้นเดียว (simple squamous epithelium) เรียงต่อกัน นอกจากนี้พบเลือดของแมลงหรือฮีโมลิมพ์ (hemolymph) ซึ่งเป็นของเหลวประกอบด้วยน้ำเลือด (plasma) และส่วนที่เป็นเซลล์เม็ดเลือดเรียกว่าฮีโมไซต์ (hemocyte) ซึ่งแมลงจะไม่มีเม็ดเลือดแดง ดังนั้นเลือดแมลงจึงไม่มีสี [14] โดยฮีโมลิมพ์นี้ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการดักจับสิ่งแปลกปลอม (phagocytosis) เก็บสะสมและกระจายสารอาหาร

[10,14] โดยทั่วไปฮีโมไซต์มีรูปร่างของเซลล์หลากหลายรูปแบบ เช่น โปรฮีโมไซต์ (prohemocyte) พลาสมาโทไซต์ (plasmatocyte) อะดิโพฮีโมไซต์ (adipohemocyte) และอีโนไซต์ (oenocyte) [14] โดยที่โครงสร้างมิถุนาวิทยาของอีโนไซต์มักมีการกระจายอยู่รวมกันเป็นกลุ่มสองถึงสามเซลล์ มักพบแทรกอยู่ในบริเวณท่อลม ช่องลำตัว และเนื้อเยื่อไขมัน (fat body)

แต่ละเซลล์มีขนาดใหญ่ ประมาณ 1-2 ไมโครเมตร นิวเคลียสรูปร่างกลมรีติดสีน้ำเงินอยู่ตรงกลางเซลล์ ไฮโทพลาสซึมติดสีชมพูเข้ม (รูปที่ 1A-D) หน้าที่ของเซลล์ชนิดนี้ยังไม่ทราบแน่ชัด แต่คาดว่ามีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชั้นคิวติเคิล (cuticle) และการสร้างฮีโมโกลบิน (hemoglobin) [10]

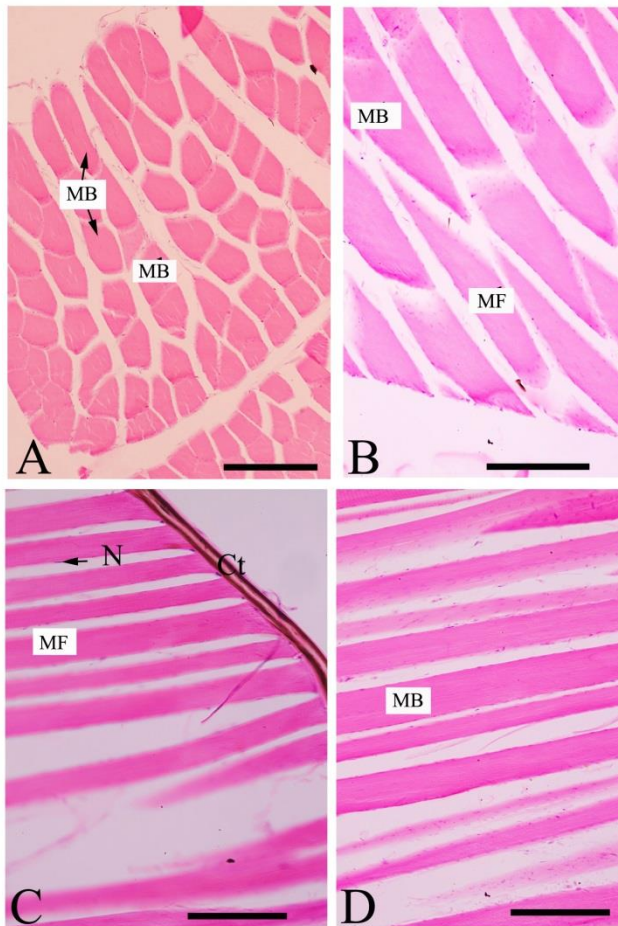


รูปที่ 1 โครงสร้างในระดับมิถุนาวิทยาของท่อลมและหลอดเลือด : (A-B) ภาพตัดตามยาวของท่อ (T) และหลอดเลือด (Bv) ของผีเสื้อหนอนคูนเพศผู้ บริเวณใกล้กับคิวติเคิล (Ct) และ (C-D) ภาพตัดขวางของอีโนไซต์ หลอดเลือดและฮีโมไซต์ (H&E) (AT = adipose tissue, Ec = epithelial cell, Hc = hemocytes, N = nucleus, Oc = oenocytes) (scale bar = 60 μ m)

3.3 โครงสร้างมิมูซิววิทยาของกล้ามเนื้อลาย

กล้ามเนื้อลายเป็นกล้ามเนื้อชนิดหนึ่งที่สามารถพบได้ทั่วไปในลำตัวของแมลง [15] เช่นเดียวกับโครงสร้างมิมูซิววิทยาของผีเสื้อหนอนคูนที่ประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber) และรวมกันเป็นมัดกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ (muscle bundle) เมื่อพิจารณาจากกล้ามเนื้อตามยาวพบว่าแต่ละเส้นใยกล้ามเนื้อมีการจัดเรียงและประกอบด้วยเซลล์รูปทรงกระบอกยาวจำนวนมาก แต่ละเซลล์พบไซโทพลาสซึมติดสีกรดอย่างชัดเจน ส่วนนิวเคลียสติดสีต่างพบได้

ชัดเจนอยู่บริเวณริมของเซลล์ (รูปที่ 2A-D) ในการศึกษครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างมัดกล้ามเนื้อลายที่ยึดเกาะติดอยู่กับบริเวณชั้นคิวติเคิล โดยมีส่วนของโทโนไฟบริล (tonofibrillae) เป็นตัวยึดให้กล้ามเนื้อรอดติดอยู่กับบริเวณนี้ (muscle attachment) หากพิจารณาจากกล้ามเนื้อตามขวางก็พบเส้นใยกล้ามเนื้อรวมกัน นิวเคลียสอยู่ขอบเซลล์ คล้ายคลึงกับการศึกษาโครงสร้างจุลกายวิภาคของด้วงน้ำมันดำแถบขาว *Epicauta waterhousei* [15] และแมลงป่นใย *Oligotoma saundersii* [16]



รูปที่ 2 โครงสร้างระดับมิมูซิววิทยาของกล้ามเนื้อลายและมัดกล้ามเนื้อ (MB) : (A) ภาพตัดตามขวาง (B) ภาพตัดตามเฉียง (C-D) ภาพตัดตามยาวของใยกล้ามเนื้อ (MF) (H&E) (Ct = cuticle, N = nucleus) (scale bar = 60 μ m)

4. สรุปและเสนอแนะ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาทางด้านมิมูขวิทยาของท่ออากาศและรูหายใจของระบบทางเดินหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือดโดยเฉพาะรูปแบบของฮีโมไซด์และกล้ามเนื้อลายของผีเสื้อหนอนคูน ซึ่งจัดเป็นรายงานแรกของประเทศไทย นอกจากจะทำให้เข้าใจถึงชีววิทยาของเนื้อเยื่อพื้นฐาน ยังนำไปสู่การอธิบายได้ในเชิงเปรียบเทียบกับจุลพยาธิวิทยา (histopathology) หรือสรีรวิทยาของผีเสื้อชนิดนี้ในอนาคตต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร. อุ่น ลีวานิช และคุณแสงอรุณ วังสุข ที่แนะนำและให้ความรู้ที่มีคุณค่าเกี่ยวกับผีเสื้อชนิดนี้ หน่วยวิจัยสัตว์น้ำ ภาควิชาพยาธิชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ช่วยอนุเคราะห์อุปกรณ์สำหรับการเตรียมและวิเคราะห์ตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุทัศน์ สุบินประเสริฐ, 2552, อิทธิพลของสภาพภูมิอากาศและสีของดอกต้นทางนกยูงไทย *Caesalpinia polcherrima* (Leguminosae) ต่อการบินของผีเสื้อหนอนคูน *Catopsilia* spp. (Pieridae), ว.วิจัยรามคำแหง 12: 58-6.
- [2] Fabricius, J.C., 1775, Systema entomologiae, sistens insectorum classes, ordines, genera, species adiectis synonymis, locis, descriptionibus, observationibus, Flensburgi, Lipsiae, (Kort), 1-832.
- [3] Ek-Amnuay, P., 2006, Butterflies of Thailand, 2nd Ed., Baan Lae Suan-Amarin Printing and Publishing Co., Bangkok.

- [4] ปิยนุช ทองจิ้น, แสงเดือน กลิ่นรอด, พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ, วชิพร เย็นฉ่ำ, ศิลปชัย เสนารัตน์ และนราธิป จันทรสวัสดิ์, 2557, จุลกายวิภาคและมิมูขเคมีของระบบสืบพันธุ์ผีเสื้อหนอนคูนธรรมดา *Catopsilia pomona* (Fabricius, 1758), ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 22: 23-33.
- [5] ศุภลักษณ์ สุ่มแซม, ศิลปชัย เสนารัตน์ และพิสิษฐ์ พูลประเสริฐ, 2557, โครงสร้างและการจำแนกเซลล์ประสาทในระบบประสาทของผีเสื้อหนอนคูนธรรมดา *Catopsilia pomona* (Fabricius, 1758), น. 221, ใน บทคัดย่อการประชุมวิชาการอนุกรมวิธานและซิสเทมาติกส์ในประเทศไทย ครั้งที่ 4, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- [6] ศิลปชัย เสนารัตน์, เจษฎ์ เกษตรระทัต, พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ, วชิพร เย็นฉ่ำ และวรรณีย์ จิรอังกูรสกุล, 2557, จุลกายวิภาคที่แตกต่างของระบบท่อหุ้มร่างกายบริเวณส่วนนอกของผีเสื้อหนอนคูนธรรมดา *Catopsilia pomona* (Fabricius, 1758), ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 16(3): 16-20.
- [7] Poolprasert, P., Mongkolchaichana, E., Senarat, S., Kettratad, J., Yenchum, W., and Angsirijinda, W., 2014, Light microscopic observations of the mesentero-proctodeal regions in *Catopsilia pomona* (Fabricius, 1758) (Lepidoptera: Pieridae), Suranaree J. Sci. Technol. (Accepted date: June 25, 2014)
- [8] Humason, G.L., 1979, Animal Tissue Techniques, 4th Ed, Freeman, San Francisco, 661 p.

- [9] Bancroft, J.D. and Gamble, M., 2002, Theory and Practice of Histological Techniques, 5th Ed., Churchill Livingstone, London, 800 p.
- [10] Gullan, P.J. and Cranston, P.S., 2004, The Insects: An Outline of Entomology, 3rd Ed., Wiley-Blackwell, USA., 528 p.
- [11] Lacombe, D., 1971, Anatomy and histology of *Embolyntha batesi* MacLachlan, 1877 (Embiidina), *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 69: 331-96.
- [12] Johnson, N.F. and Triplehorn, C.A., 2004, Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects, 7th Ed., Cengage Learning, Boston, Massachusetts, 888 p.
- [13] Borror, D.J., Triplehorn, C.A. and Johnson, N.F., 1989, An Introduction to the Study of Insects, 6th Ed., Saunders College Publishing, New York, 875 p.
- [14] Klowden, M.J., 2007, Physiological Systems in Insects, 2nd Ed., Elsevier/Academic Press, San Diego, California, 688 p.
- [15] กาญจนาลังการวงศ์, ศิลปชัย เสนารัตน์, นราธิป จันทรสวัสดิ์, ปิยากร บุญยัง และฟิลิซซ์ พูลประเสริฐ, 2556, จุลกายวิภาคและจุลกายวิภาคเคมีบางระบบของด้วงน้ำมัน *Epicauta waterhousei* (Haag-Rutenberg, 1880) เพศเมียส่วนท้าย, ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 15: 43-52.
- [16] ฟิลิซซ์ พูลประเสริฐ และศิลปชัย เสนารัตน์, 2557, โครงสร้างเชิงระบบของแมลงป่นใย *Oligotoma saundersii* (Embioptera: Oligotomidae) ในประเทศไทย, สักทอง ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1: 35-46.