โครงสร้างเชิงระบบของแมลงปั่นใย *Oligotoma saundersii* (Embioptera: Oligotomidae) ในประเทศไทย

Structural Systems of *Oligotoma saundersii* (Embioptera: Oligotomidae) in Thailand

พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ*

Pisit Poolprasert

ศิลปชัย เสนารัตน์**

Sinlapachai Senarat

บทคัดย่อ

ข้อมูลทางด้านจุลกายวิภาคของแมลงปันใยยังไม่มีรายงานที่ปรากฏชัดเจนในประเทศไทย ทั้งที่ข้อมูลที่ได้ทำให้เข้าใจถึงพื้นฐานทางชีววิทยาได้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงโครงสร้างพื้นฐานทางด้านจุลกายวิภาคของระบบต่างๆ ภายในลำตัวของแมลงปั่นใยชนิด *Oligotoma saundersii* (Westwood, 1837) ทำการเก็บตัวอย่างแมลงชนิดนี้จากบริเวณพื้นที่ที่อาศัยอยู่ของมนุษย์โดยครอบคลุมจังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และตาก มาผ่านกระบวนการมาตรฐานทางด้านจุลกายวิภาคและวิเคราะห์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ผลการศึกษาพบว่าระบบห่อหุ้มร่างกายมักแนบชิดอยู่กับกล้ามเนื้อลาย ซึ่งเป็นชนิดกล้ามเนื้อที่พบมากที่สุดในระบบกล้ามเนื้อ ในบางครั้งอาจพบหลอดเลือดที่ภายในท่อบรรจุด้วยเม็ดเลือดเป็นจำนวนมาก ระบบประสาทของแมลงปันใยประกอบด้วยสมองและหลายปมประสาท เช่นเดียวกับแมลงทั่วไป เมื่อพิจารณาโครงสร้างจุลกายวิภาคของระบบนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ คอร์เทกซ์ชั้นนอกและเมดัลลาชั้นใน ส่วนระบบทางเดินอาหารสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ทางเดินอาหารส่วนต้น กลางและท้าย ระหว่างทางเดินอาหารส่วนกลางและท้ายมักถูกแยกโดยท่อมัลพิเกียนจำนวนมาก ซึ่งท่อชนิดนี้จัดอยู่ในระบบขับถ่ายนั้นเอง นอกจากนี้ในการศึกษาครั้งนี้สามารถพบได้ทั้งสองเพศที่มีโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์ที่แตกต่างกันกล่าวคือ ในเพศเมียประกอบด้วยรังไข่ 2 ข้าง แต่ละข้างประกอบด้วย 5 โอลวาริโอล และแต่ละโอวาริโอลบรรจุด้วยเซลล์ไข่ระยะต่างๆ ได้แก่ ระยะโอโอโกเนียม พรีไวเทลโลเจนิก ไวเทลโลเจนิกตอนต้น ไวเทลโลเจนิกตอนปลายและไข่สุก ส่วนเพศผู้ประกอบด้วยอัณฑะ 2 ข้าง ภายในอัณฑะแต่ละข้างประกอบด้วยท่อย่อยเป็นจำนวนมาก และท่อเหล่านี้ถูกบรรจุด้วยระยะ สเปอร์มาติดและสเปอร์มาโตซัว เท่านั้น

คำสำคัญ : แมลงปั่นใย / ระบบอวัยวะ / วิทยาเนื้อเยื่อ / ประเทศไทย

*อาจารย์ประจำสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

**นักศึกษาหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ABSTRACT

The basic histological structure of webspinner is rarely observed until now in Thailand. Despite acquiring this information, it is crucial for biological foundations. Therefore, the aim of this research was to investigate the basic histology of organ systems in webspinner, *Oligotoma saundersii* (Westwood, 1837). All specimens were gathered from human exploited area covering Phitsanulok, Sukhothai and Tak provinces. Then, they were processed by standard histological technique and analyses under a light microscope (LM). The results from this study revealed that integument system covered around their body. Beneath this system was skeleton muscle, which is considered the largest area of muscular system. Some area of muscular system was inserted by blood vessel containing several haemolymphs. Nervous system of webspinner, like all other insects, is composed of frontal and several ganglia. The histological architecture of this system is constituted by two layers (outer cortex and inner medulla). Whereas digestive system is distinctly classified into three parts; fore, mid and hind guts. Between mid and hind guts are separated by malpighian tubules with lining as simple cuboidal epithelium that is considered as excretory system. In this study, reproductive system of this insect was observed in both sexes which consisted of the differential structure and cell types. In female, it composed of two paired ovaries and each ovary contained five ovarioles. Each ovariole carried different oogenic stages including ogonium, previtellogenic, early vitellogenic, late vitellogenic and mature stages. Whereas two paired structure of testes were observed in male. Within testis contained the several subtestis tubes where spermatids and spermatozoa were seen.

Keywords : Histology / Organism / Webspinner / Thailand

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แมลงปั่นใยมีชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า Webspinner จัดอยู่ในอันดับ Embioptera ที่มีการกระจายตัวทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น อีกทั้งยังสามารถพบได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย (Ross, 2000 และ พิสิษฐ์ และจริยา, 2551) จัดเป็นแมลงขนาดเล็กถึงปานกลางขนาดประมาณ 0.5-2 เซนติเมตร โดยที่เพศเมียมีรูปร่างเหมือนตัวอ่อนเสมอจึงไม่มีปีก ส่วนเพศผู้อาจมีทั้งมีปีกและไม่มีปีก สามารถผลิตเส้นใยได้จากต่อมผลิตเส้นใยที่ตั้งอยู่บริเวณขาคู่หน้า เรียกว่า ทาไซ (Tarsi) นอกจากนี้ด้วยลักษณะที่โคนขาหลังใหญ่และแข็งแรง ช่วยให้แมลงนี้สามารถวิ่งถอยหลังได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเมื่อเกิดการรบกวนจากศัตรูมักแกล้งตายเพื่อหลีกเลี่ยงศัตรู (พิสิษฐ์ และจริยา, 2551) แมลงปั่นใยมีนิสัยชอบที่ชื้น และมักอาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่มภายในอุโมงค์เส้นใยบริเวณรอยแตกในดิน เปลือกไม้ และหิน (Ross, 2000) จึงสามารถพบได้ทั้งในป่าธรรมชาติตลอดจนพื้นที่ชุมชนต่างๆ สวนสาธารณะ ไร่ร้างและป่าทดแทน เป็นต้น (Ross, 2000) ในระบบนิเวศแมลงปั่นใยจัดเป็นแมลงที่กิน

และย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ (Scavenger) โดยกินใบไม้แห้ง มอสส์ ไลเคนส์ และเปลือกไม้เป็นอาหาร เป็นผลส่วนหนึ่งที่ทำให้ธาตุอาหารเกิดการหมุนเวียนในระบบนิเวศน์ (Ross, 2000 and Pooplasert, 2012)

ด้วยเหตุที่กล่าวข้างต้นแมลงปั่นใยจึงได้รับความสนใจและศึกษาไว้หลายฉบับ ทั้งนี้งานวิจัยดังกล่าวล้วนแต่อธิบายในเชิงลักษณะสัณฐานวิทยาและอนุกรมวิธานทั้งสิ้น (Ross, 2007, Poolprasert and Edgerly, 2011, Poolprasert et al., 2011a, b; Poolprasert, 2012 and Poolprasert, 2014) ตรงกันข้ามกับการศึกษาในเชิงเนื้อเยื่อและองค์ประกอบของเซลล์ในแมลงปั่นใยซึ่งยังไม่มีรายงานที่ชัดเจนจวบจนถึงปัจจุบัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและหาคำตอบถึงโครงสร้างพื้นฐานทางด้านจุลกายวิภาคของระบบต่างๆ ภายในลำตัวของแมลงปั่นใยชนิด *Oligotoma saundersii* โดยใช้เทคนิคทางด้านจุลกายวิภาค

วิธีดำเนินการวิจัย

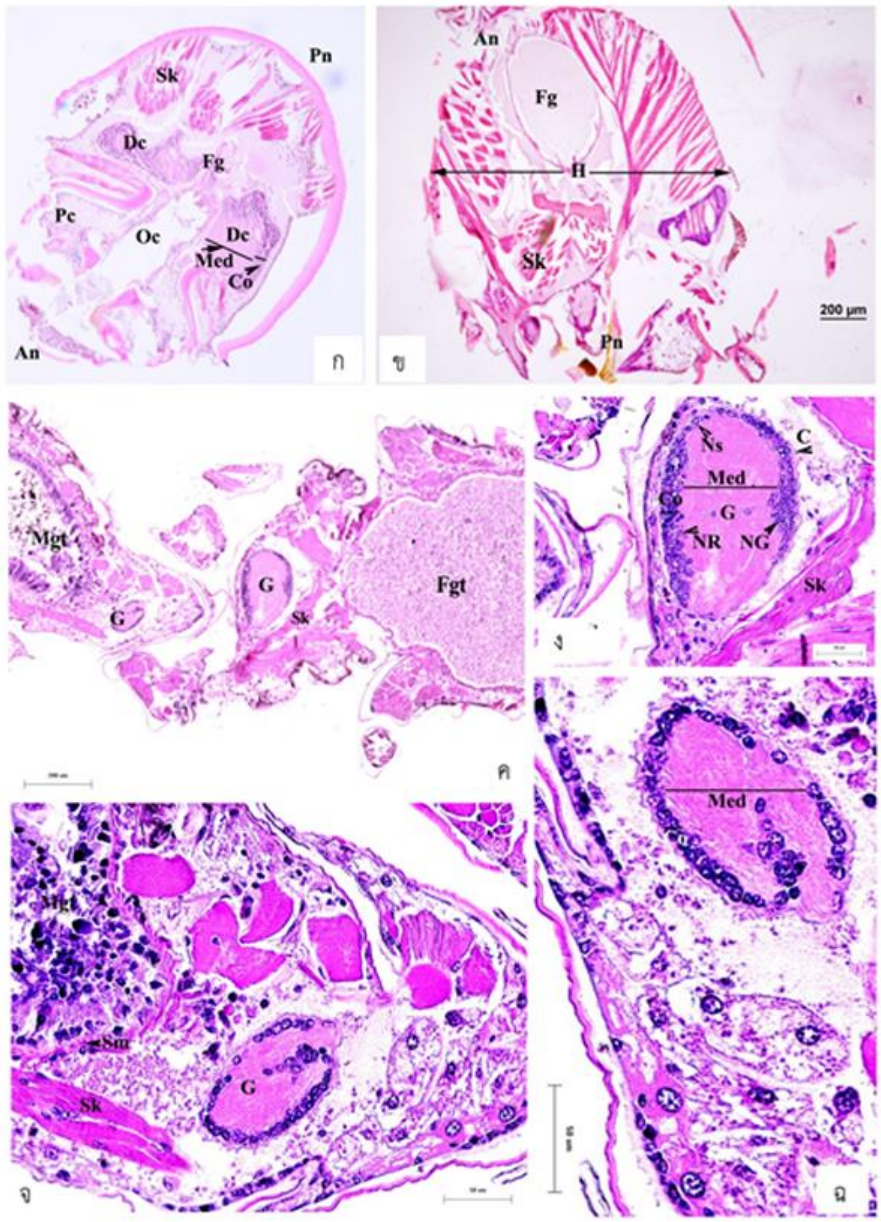
สุ่มเก็บตัวอย่างแมลงปั่นใยชนิด *Oligotoma saundersii* ในระยะตัวเต็มวัย ความยาวประมาณ 2 เซนติเมตร (n = 10) บริเวณพื้นที่ที่อยู่อาศัยของมนุษย์โดยคลอบคลุมจังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และตาก ในช่วงเดือนตุลาคม 2555 ถึง กันยายน 2556 หลังจากนั้นทำการสลบด้วย แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำตัวอย่างมาเก็บรักษาสภาพเนื้อเยื่อในน้ำยาเดวิสัน (Davidson's Fixative) ประมาณ 36 ชั่วโมง แล้วนำมาผ่านการเตรียมเนื้อเยื่อ (Tissue Processing) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการเอาน้ำออกจากเนื้อเยื่อ (Dehydration) ด้วย แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ แอลกอฮอล์ 90 เปอร์เซ็นต์ แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ และ n-butanol ตามลำดับ แล้วนำไปผ่านขั้นตอนการแทรกผ่านเนื้อเยื่อ (Infiltration) ลงในพาราฟิน แว็กซ์ (Paraffin Wax) โดยใช้ ไซลีน (Xylene) เป็นตัวกลาง ตามวิธีมาตรฐานของ Humason (1979) นำบล็อกชิ้นเนื้อ (Paraffin Blocks) ของเนื้อเยื่อไปตัด (Section) ด้วยเครื่องตัดชิ้นเนื้อ (Rotary Microtome) ที่ความหนาประมาณ 6-8 ไมโครเมตร แล้วนำส่วนที่ตัดทั้งหมดที่ได้ติดบนสไลด์ นำไปย้อมสีฮีมาทอกซีลิน (Hematoxylin) และอีโอซิน (Eosin) (Humason, 1979) ตรวจสอบโครงสร้างจุลกายวิภาคของระบบต่างๆ ภายในลำตัวแมลง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light Microscope: LM) ถ่ายภาพและวิเคราะห์ผล

ผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการนำตัวอย่างแมลงปั่นใยที่ถูกวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคทางด้านวิทยาเนื้อเยื่อ สามารถพบระบบต่างๆ ได้ถึง 7 ระบบ ได้แก่ ระบบห่อหุ้มร่างกาย ระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ ระบบไหลเวียนเลือด ระบบขับถ่าย ระบบทางเดินอาหาร และระบบสืบพันธุ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ระบบห่อหุ้มร่างกาย (Integumentary System) ประกอบด้วยชั้นของคิวติเคิล (Cuticle, C) ที่ปกคลุมโครงสร้างภายนอกตัวของแมลงปั่นใยทั้งหมด (ภาพที่ 2)

2. ระบบประสาท (Nervous System) ประกอบด้วยสมอง (Brain หรือ Frontal Ganglion) และปมประสาท (Ganglia) ที่มีขนาดแตกต่างกันไป จะสังเกตเริ่มเห็นตั้งแต่บริเวณส่วนหัวและกระจายขนานไปกับลำตัว โดยที่สมองเป็นปมประสาทที่มีขนาดใหญ่ที่สุด สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนย่อย คือ สมองส่วนแรก (Protocerebrum) สมองส่วนกลาง (Deutocerebrum) และสมองส่วนท้าย (Tritocerebrum) ในขณะที่ปมประสาทของแมลงปันใยสามารถพบได้ถึง 7 ปมย่อย แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางด้านจุลกายวิภาค พบว่า ปมประสาทมีลักษณะคล้ายกันทั้งด้านโครงสร้างจุลกายวิภาค (Histological Characteristics) และองค์ประกอบของเซลล์ (Composition of Their Cell Types) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 โครงสร้างจุลกายวิภาคของปมประสาท **ก-ข**) สมอง (Brain) **ค-ฉ**) ปมประสาท (Ganglias) (Ad = adipose tissue; An = anterior part; C = cuticle; Co = outer cortex; Dc = deutocerebrum; Fg = frontal ganglia; Fgt = foregut; G = ganglia; H = head; Med = inner medulla; Mgt = midgut; NG = neuroglia; Nr = neuron; Ns = neurosecretory cell; Oc = oral cavity; Pc = protocerebrum; Pn = posterior part; Sk = skeleton muscle; Sm = smooth muscle)

โดยโครงสร้างพื้นฐานจุลกายวิภาคของแต่ละปมประสาทสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) ปมประสาทส่วนใน (Inner Medulla) ที่ประกอบด้วยเส้นในประสาท (Nerve Fibers) และ นิวโรเกลีย (Neuroglia) และ 2) ปมประสาทส่วนนอก (Outer Cortex) ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิดที่ประกอบด้วยเซลล์ 3 ชนิด คือ เซลล์นิวโรซีครีทอรี (Neurosecretory cell, Ns), นิวรอน (Neuron, Nr) และ นิวโรเกลีย (Neuroglia, Ng) โดยแต่ละเซลล์มีรายละเอียดดังนี้

เซลล์นิวโรซีครีทอรี (Ns) เป็นเซลล์ขนาดใหญ่ที่สุด (ประมาณ 20 ไมโครเมตร) นิวเคลียสรูปร่างกลม ติดสีชมพูจาง ภายในบรรจุนิวคลีโอลัสหนึ่งอัน ส่วนไซโตพลาสซึมติดสีน้ำเงินเข้มที่บรรจุซีครีทอรี แกรนูล (Secretory Granules) อย่างชัดเจน

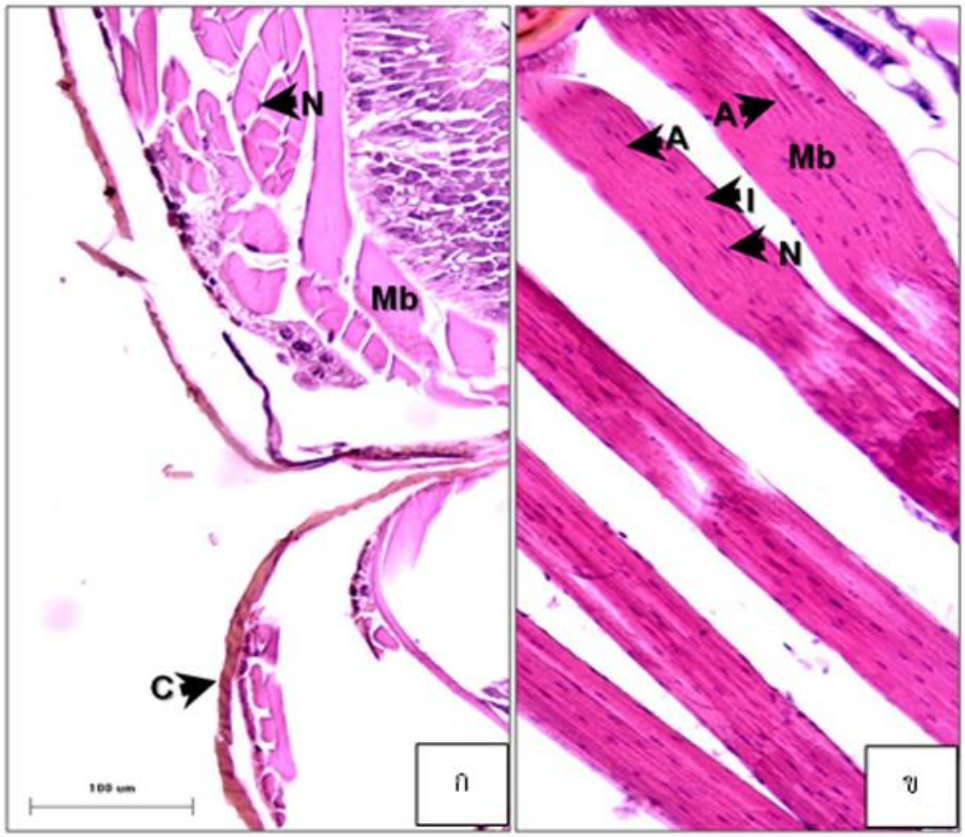
นิวโรเกลีย (NG) เป็นเซลล์ขนาดที่เล็กกว่าเซลล์นิวโรซีครีทอรีและนิวรอน นิวเคลียสกลมติดสีชมพูจาง ภายในบรรจุนิวคลีโอลัสขนาดเล็ก หลายอัน ล้อมรอบด้วยไซโตพลาสซึมติดสีน้ำเงินอ่อน

นิวรอน (NR) เป็นเซลล์ขนาดเล็กที่สุด ประกอบด้วยนิวเคลียสกลม ล้อมรอบด้วยไซโตพลาสซึม

3. ระบบกล้ามเนื้อ (Muscular System)

ระบบกล้ามเนื้อจะประกอบด้วยกล้ามเนื้อ 2 ชนิด คือ กล้ามเนื้อลาย (Skeleton Muscle) และกล้ามเนื้อเรียบ (Smooth Muscle) (ภาพที่ 1 และ 2) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

กล้ามเนื้อลายเป็นกล้ามเนื้อชนิดที่พบส่วนใหญ่ภายในลำตัวของแมลงปั่นใย ซึ่งเมื่อตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง พบว่าประกอบด้วย ไมโอฟิลาเมนท์ (Myofilament) มากมายและรวมกันกลายเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle Fibers) และเมื่อเส้นใยกล้ามเนื้อรวมกันก็จะกลายเป็นกล้ามเนื้อกลุ่มใหญ่ (Muscle Bundle) เมื่อตัดกล้ามเนื้อตามยาว (Longitudinal Sections) พบว่ากล้ามเนื้อลายประกอบด้วยไมโอไฟบริล (Myofibrils) จำนวนมาก แต่ละไมโอฟิลาเมนท์ จะเห็นการเรียงตัวอย่างที่เป็นระเบียบของไมโอฟิลาเมนท์จะปรากฏเป็นแถบๆ โดยแถบสีเข้ม คือ A-band ซึ่งเป็นส่วนของเส้นใยไมโอซิน (Myosin Filament) และแถบสีจางคือ I-band เป็นส่วนของเส้นใยแอ็คทิน (Actin Filament) ที่ยากต่อการแยกและไม่ค่อยชัดเจน แต่โครงสร้างดังกล่าวทำให้เห็นเป็นลาย (Striated) เมื่อตัดกล้ามเนื้อตามขวาง (Cross Sections) จะเห็นเส้นใยกล้ามเนื้ออยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ ส่วนนิวเคลียสเห็นเป็นรูปรียาวอยู่ที่ขอบเซลล์ (ภาพที่ 2) ส่วนกล้ามเนื้อเรียบพบได้น้อยมากและมักแยกจากกล้ามเนื้อลายค่อนข้างยาก แต่ส่วนใหญ่กล้ามเนื้อชนิดนี้จะพบผนังของอวัยวะภายในที่เป็นระบบท่อ อาทิเช่น พบกล้ามเนื้อเรียบแทรกอยู่บริเวณผนังทางเดินอาหาร



ภาพที่ 2 โครงสร้างจุลกายวิภาคของกล้ามเนื้อบริเวณลำตัว **ก)** แสดงเส้นใยกล้ามเนื้อมัดใหญ่ (Mb) และมีนิวเคลียส (N) รูปรียาวอยู่ที่ขอบ **ข)** แสดงนิวเคลียส (N) รูปรียาวอยู่ที่ขอบเห็นแถบสีทึบของ A-band (A) และแถบสีจาง I-band (I)

4. ระบบไหลเวียนเลือด (Circulatory System) ระบบนี้โดยทั่วไปในแมลงประกอบด้วยหัวใจ (Heart) เพอริคาร์เดียล ไซนัส (Pericardial Sinus) วิซเซอร์ซัล ไซนัส (Vicersal Sinus) เพอรินิวทรัล ไซนัส (Perineutral Sinus) เส้นเลือดด้านหลัง (Dorsal Vessel) และเม็ดเลือด (Haemolymph แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้พบได้เพียงเส้นเลือดด้านหลังและเซลล์เม็ดเลือดเท่านั้น ดังนั้นจึงจะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป โดยพบว่าเส้นเลือดประกอบด้วยชั้นเนื้อเยื่อบุผิวแบบแบนบางเรียงตัวชั้นเดียว (Simple Epithelial Tissue) และถูกห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันบางๆ ในขณะที่เซลล์เม็ดเลือด พบกระจายตัวภายในช่องว่างระหว่างลำตัว มีขนาดประมาณ 2-3 ไมโครเมตร ลักษณะนิวเคลียสใหญ่ เกือบเต็มเซลล์ ติดสีน้ำเงินและไซโตพลาสซึมน้อยติดสีน้ำเงินจางๆ (ภาพที่ 3ค)

5. ระบบขับถ่าย (Excretory System)

อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบขับถ่าย คือ ท่อมัลพิเกียน (Mulphigian Tubules) เป็นอวัยวะที่ปรากฏอยู่ระหว่างทางเดินอาหารส่วนกลางและท้าย ลักษณะโครงสร้างทางด้านมหกายวิภาค พบว่า ท่อนี้ส่วนฐานจะโป่งหรือเรียกว่า แอมพูลา (Ampulla) ซึ่งมีลักษณะเป็นกระเปาะ แต่ละกระเปาะประกอบด้วยท่อมัลพิเกียน 3 เส้น

และเมื่อศึกษาด้านจุลกายวิภาคพบว่า ท่อนี้บริเวณเซลล์บุผิวบุด้วยเซลล์รูปลูกบาศก์ชั้นเดียว (Simple Cuboidal Epithelium) วางอยู่บนเยื่อบุช่องท้อง (Peritoneal Membrane) (ภาพที่ 3ข, 4)

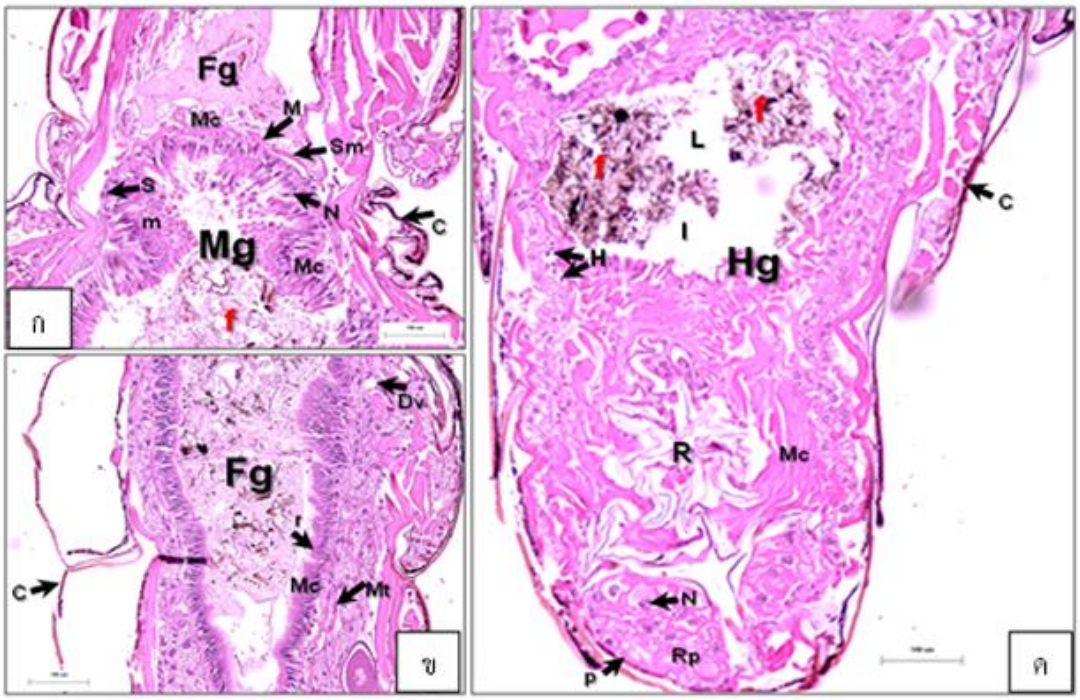
6. ระบบทางเดินอาหาร (Digestive System)

ทางเดินอาหาร (Digestive Tract) สามารถแบ่งออกเป็น ทางเดินอาหารส่วนต้น (For Gut) ส่วนกลาง (Mid Gut) และส่วนท้าย (Hind Gut) โดยพิจารณาจากโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์ โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียด ดังนี้

ทางเดินอาหารส่วนต้น ทางเดินอาหารส่วนนี้จะเริ่มตั้งแต่ ช่องปาก คอหอย หลอดอาหาร (Esophagus) โดยที่ กึ๋น (Proventriculus หรือ Gizzard) มีโครงสร้างชั้นมิวโคซา (Mucosa) ยื่นยาวเข้าไปในลูเมน (Lumen) มากและแตกแขนงเพียงเล็กน้อย เซลล์เยื่อบุจัดเป็นแบบแบนบาง เรียงเป็นชั้นเดียว (Simple Squamous Epithelium) ถัดลงไปเป็นชั้นซับมิวโคซา (Submucosa) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเป็นชั้นบางๆ ต่อจากนั้นเป็นชั้นมัสคิวลาริส (Muscularis) ประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบ เรียงตัวตามยาว แต่จะเห็นได้ค่อยข้างยาก ชั้นนอกสุดคือ ชั้นเยื่อเลื่อมหรือซีโรซา (Serosa) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเรียงเป็นชั้นบางๆ (ภาพที่ 3ก-ข)

ทางเดินอาหารส่วนกลาง มีองค์ประกอบของชั้นต่างๆเหมือนกับทางเดินอาหารส่วนต้น ยกเว้นชั้นมิวโคซายื่นยาวเข้าไปในลูเมน มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทางเดินอาหารส่วนอื่นๆ และเซลล์เยื่อบุจัดเป็นแบบทรงสูง เรียงชั้นเดียว (Simple Columnar Epithelium) ที่มีนิวเคลียสรูปรีอยู่ค่อนไปทางด้านฐานติดสีชมพูอ่อนและไซโตพลาสซึมติดสีน้ำเงินเข้ม บริเวณปลายของเซลล์แต่ละเซลล์จะมีการสร้างสารในกลุ่มโปรตีนที่เรียกว่า ราบ์โดเรียม (Rhabdorium) เนื่องจากติดสีอีโอซิน (ภาพที่ 3ก)

ทางเดินอาหารส่วนท้าย ทางเดินอาหารส่วนนี้มีการแบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อย คือ ไพลอรัส (Pylorus), ไอเลียม (Ileum) และเรคตัม (Rectum) โดยที่ไพลอรัสและไอเลียมมีโครงสร้างที่คล้ายกันคือ ชั้นมิวโคซา ยื่นยาวเข้าไปในลูเมนเล็กน้อย มากกว่าทางเดินอาหารส่วนต้น แต่น้อยกว่าทางเดินอาหารส่วนกลาง และแตกแขนงเพียงเล็กน้อย เซลล์เยื่อบุจัดเป็นแบบแบนบาง (Simple Squamous Epithelium) ถัดลงไปเป็นชั้นใต้เยื่อเมือก ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเห็นเป็นเพียงชั้นบางๆ ถัดจากนั้นเป็นชั้นมัสคิวลาริส ประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบที่สังเกตเห็นอย่างชัดเจน ชั้นนอกสุดคือเซอโรซา ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเรียงเป็นชั้นบางๆ ในขณะที่เรคตัม (Rectum) จะโครงสร้างที่คล้ายกัน เพียงแต่ชั้นมิวโคซาจะยื่นเข้าไปในลูเมนมากมาย นอกจากนี้ยังพบปุ่มเรคตัม (Rectal Papillae) 5-6 ปุ่ม ซึ่งมีลักษณะการเรียงตัวของเซลล์หลายชั้นที่รูปร่างไม่แน่นอน บริเวณผิวจะถูกปกคลุมด้วยชั้นคิวติเคิล (Cuticle) และวางอยู่บนชั้นของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อเรียบ (ภาพที่ 3ค)



ภาพที่ 3 โครงสร้างจุลกายวิภาคบริเวณทางเดินอาหาร ก) ทางเดินอาหารส่วนต้นและส่วนกลาง (ตามยาว) ข) ทางเดินอาหารส่วนต้น (ตามขวาง) ค) ทางเดินอาหารส่วนท้าย (ตามยาว) (C = cuticle; Dv = dorsal vessel; f = food; Fg = foregut; H = haemolymph; Hg = hind gut; I = ileum; L = lumen; M = muscularis; Mc = mucosa; Mg = mid gut; Mt = mulphigian tubule; P = peritoneal membrane; R = rectum; r = rhabdorium; Rp = rectal papillae)

7. ระบบสืบพันธุ์ (Reproductive System)

7.1 ลักษณะโครงสร้างเนื้อเยื่อรังไข่ของเพศเมีย

แมลงปั่นใยเพศเมียประกอบด้วยรังไข่ 2 ข้าง แต่ละข้างจะถูกยึดกับช่องท้องโดยมีเซนเทอรี (Mesentery) รังไข่ ประกอบด้วย 5 โอวาริโอล (Ovarioles) แต่ละโอวาริโอลบรรจุด้วยเซลล์ไข่ระยะต่างๆ บริเวณส่วนปลายของโอวาริโอลจะรวมกันจนกลายเป็นท่อนำไข่ด้านข้าง (Lateral Oviduct) ก่อนเปิดร่วมกันเป็นท่อนำไข่รวม (Oviduct) จากการย้อมสีเนื้อเยื่อรังไข่ด้วยสีฮีมาทอกซีลินและอีโอซินสามารถแสดงโครงสร้างของส่วนต่างๆ ดังนี้ (ภาพที่ 4)

บริเวณผนังของโอวาริโอลพบว่าถูกห่อหุ้มด้วยเยื่อหุ้มช่องท้อง (Peritoneal Membrane) ซึ่งประกอบเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่อาจมีกล้ามเนื้อเรียบเป็นจำนวนมากแทรกอยู่ด้วย ภายใต้รูปแบบการเจริญและพัฒนาของรังไข่ของแมลงปันใยเป็นแบบที่มีเซลล์พี่เลี้ยง (Nurse Cells หรือ Meroistic Ovariole) โดยแต่ละโอวาริโอลจะบรรจุด้วย โอโอโกเนีย (Oogonia) และโอโอไซต์ (Oocytes) ระยะต่างๆ (Oogenic Stage) ที่สามารถจัดแบ่งระยะการเจริญและพัฒนาของเซลล์ไข่ได้เป็น 7 ระยะ โดยพิจารณาจากองค์ประกอบของเซลล์ (Cell Content) ขนาด (Size) และการติดสี (Staining Properties) โดยแต่ละระยะจะเชื่อมกันด้วยก้านยึดเซลล์ไข่ (Follicular Stalk) ดังนี้

ระยะโอโอโกเนียม (Oogonium) เป็นเซลล์ลักษณะกลมรีขนาดประมาณ 10 ไมโครเมตร ขนาดเล็ก มีนิวเคลียสอยู่ตรงกลางกับขนาดประมาณ 5 ไมโครเมตร บริเวณไซโตพลาสซึมมีลักษณะบางติดสีชมพู มองไม่ชัดเจน โดยจะฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อไขมัน

ระยะพรีไวเทลโลเจนิก (Previtellogenic Stage) ในระยะนี้ ภายในบริเวณนิวเคลียสมีขนาดใหญ่ขึ้น ขนาดประมาณ 30-50 ไมโครเมตร จำนวนนิวคลีโอลัสจะเพิ่มขึ้นและจัดเรียงรอบๆ เยื่อหุ้มนิวเคลียสด้านใน ที่มีขนาดที่แตกต่างกัน ไซโตพลาสซึมที่มีปริมาณมากและติดสีม่วงเข้ม (Basophilic Cells) ในระยะนี้จะเห็นเซลล์ฟอลิเคิล (Follicular Cells) เป็นแบบแบนเรียงตัวชั้นเดียว เรียงตัวชั้นเดียว (Simple Squamous Epithelium) ประมาณ 1 ไมโครเมตร และถูกล้อมด้วยชั้น Tunica Albuginea แต่อาจจะไม่ชัดเจนมากนัก

ระยะไวเทลโลเจนิกตอนต้น (Early Vitellogenic Oocyte) เซลล์ไข่มีขนาดเพิ่มขึ้น ประมาณ 100-120 ไมโครเมตร ภายในไซโตพลาส ซึมมีโยล์ค เวสิเคิล (Yolk Vesicles) เป็นจำนวนมากและมีขนาดใหญ่ขึ้น รวมตัวอยู่รอบนอกของไซโตพลาสซึม ในระยะนี้จะเริ่มพบโยล์ค แกรนูล (Yolk Granules) ที่มีขนาดเล็ก โดยสังเกตได้จากการติดสีกรด และจะจัดเรียงในลักษณะเป็นวงแหวนภายในไซโตพลาสซึม ในระยะนี้จะสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของ Follicular Cells ยังคงเรียงกันเป็นชั้นเดียว เพียงแต่จะเปลี่ยนเยื่อบุแบบทรงกระบอกต่ำ (Low Columnar Epithelium) ขนาดประมาณ 5-6 ไมโครเมตร

ระยะไวเทลโลเจนิกตอนปลาย (Late Vitellogenic Oocyte) ขนาดประมาณ 120-150 ไมโครเมตร เป็นเซลล์ติดสีกรด (Acidophilic Cell) ในช่วงต้นของระยะนี้เซลล์ไข่พบนิวเคลียสขนาดเล็ก มีรูปร่างไม่แน่นอน อยู่ชิดด้านใดด้านหนึ่ง โดยมีการสะสมโยล์ค แกรนูล (Yolk Granules) มากขึ้น โดยปรากฏในไซโตพลาสซึมแล้วค่อยๆ กระจายจนเต็มไซโตพลาสซึม ในระยะนี้จะสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของเซลล์ฟอลิคูลา (Follicular Cells) กลายเป็นเยื่อบุผิวทรงกระบอกสูง (High Simple Columnar Epithelium) ขนาดประมาณ 15 ไมโครเมตร และจะสังเกตการณ์รวมตัวของโยล์ค แกรนูล (Yolk Granules) ในช่วงปลายก่อนเข้าสู่การพัฒนาขั้นสุดท้าย (Final Maturation**)**

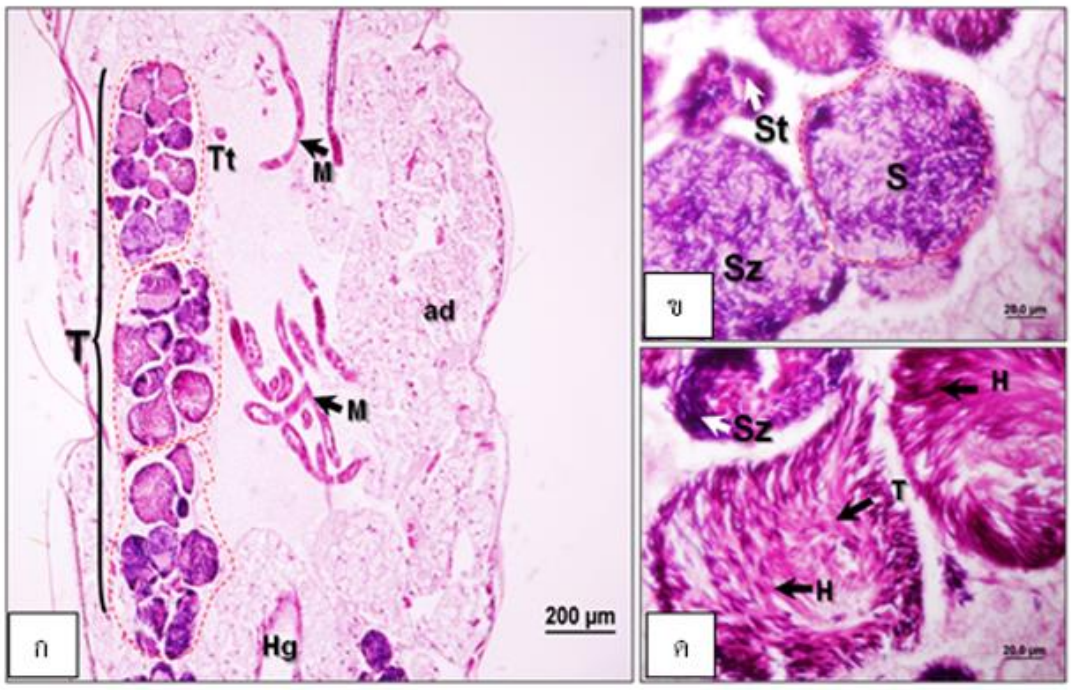
ระยะไข่สุก (Mature Stage) เซลล์ไข่ระยะนี้ ขนาดประมาณ 150 ไมโครเมตร อัดแน่นไปด้วยโยล์ค (Yolks) อยู่เต็มเซลล์ไข่ ไม่พบนิวเคลียส สำหรับเซลล์ฟอลิคูลา (Follicular Cell) จะเปลี่ยนกลับไปเป็นเยื่อบุผิวแบนบาง ชั้นเดียว (Simple Squamous Epithelium)

ภาพที่ 4 โครงสร้างและจุลกายวิภาคอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของเพศเมีย ประกอบด้วยเซลล์ไข่ระยะต่างๆ คือ ระยะ previtellogenic (P), Early vitellogenic (Ev) และ Late vitellogenic (Lv) (F = follicular cells; Mg = midgut; Mt = mulphigian tubules; N = nucleus; Nu = nucleolus)

7.2 ลักษณะโครงสร้างเนื้อเยื่ออัณฑะของเพศผู้

อัณฑะแมลงปันใยมี 1 คู่ ลักษณะยาว อยู่ด้านหลังของช่องท้อง แนบขนานติดอยู่กับทางเดินอาหารส่วนกลาง โดยมีเยื่อมีเซนทารีเป็นตัวยึดให้ติดอยู่ในช้องท้อง จากการย้อมสีเนื้อเยื่ออัณฑะด้วยสีฮีมาทอกซีลิและอีโอซินสามารถแสดงโครงสร้างของส่วนต่างๆ (ภาพที่ 5ก-ค) ดังนี้

อัณฑะ (Testis) ประกอบด้วยหลอดสร้างสร้างอสุจิ (Testis Tube) 5 ท่อ แต่ละท่อของหลอดสร้างอสุจิประกอบด้วยท่อย่อย (Subtestis Tubes) จำนวนมาก ก่อนที่เปิดออกไปยังท่อนำอสุจิ (Vasa Efferens) และรวมกันเปิดออกสู่ท่อรวมอสุจิ (Vas Deferense) หลอดสร้างอสุจิเป็นบริเวณที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยเซลล์สืบพันธุ์สามารถแบ่งได้เป็น 5 ระยะ คือ สเปอร์มาโทโกเนีย (Spermatogonia) สเปอร์มาโทไซต์ระยะแรก (Primary Spermatocyte), สเปอร์มาโทไซต์ระยะที่สอง (Secondary Spermatocyte) สเปอร์มาทิด (Spermatid) และสเปอร์มาโทซัว (Spermatozoa) ในการศึกษาครั้งนี้สามารถพบได้เพียงแค่ 2 ระยะ คือ สเปอร์มาทิดและสเปอร์มาโทซัว โดยเปอร์มาทิดเกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซีส (Meiosis) ของสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่สอง เซลล์ในระยะนี้มีลักษณะกลม เล็ก ติดสีเข้ม สเปอร์มาโทซัวเป็นเซลล์สืบพันธุ์ระยะโตเต็มที่ เซลล์ประกอบด้วยส่วนหัวลักษณะกลม ติดสีเบส (Basophilic) ให้สีน้ำเงินเข้ม (Basophilic) และส่วนหางที่เป็นเส้นเล็ก ยาว ติดสีกรด (Acidophilic) ให้ติดสีชมพู



ภาพที่ 5 โครงสร้างและจุลกายพยาธิอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้ **ก-ค)** อัณฑะ (testis; T), ท่อสร้างอสุจิ (testis tube; Tt) ท่อสร้างอสุจิย่อย (subtestis tubes; S) (ad = adipose tissue; H = head of spermatozoon; Hg = hind gut; M = mulphigian tubules; St = spermatids, Sz = spermatozoa; T = tail of spermatozoon)

จากการศึกษาโครงสร้างทางด้านจุลกายวิภาคของระบบต่างๆ ของแมลงปั่นใยชนิดนี้พบว่าคล้ายคลึงกับแมลงปั่นใยชนิด *Embolyntha batesi* MacLahlan, 1877 ที่ศึกษาโดย Barth and Lacombe (1955) and Lacombe (1971) โดยสามารถพบระบบต่างๆ ด้วยกัน โดยระบบที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ระบบห่อหุ้มร่างกาย ระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ ระบบไหลเวียนเลือด ระบบขับถ่าย ระบบทางเดินอาหาร และระบบสืบพันธุ์ ถึงแม้ไม่ต่างกันแต่ก็พบว่าการศึกษาในครั้งนี้ก็แสดงและอธิบายให้รายละเอียดต่างๆ ของระบบต่างๆ ที่ชัดเจนมากขึ้นกว่าในอดีต อีกทั้งยังถือเป็นรายงานครั้งแรกซึ่งยังไม่ปรากฏว่ามีการศึกษามาก่อนในประเทศไทย นอกจากนี้การศึกษาทางด้านเนื้อเยื่อวิทยาของระบบต่างๆ ของแมลงปั่นใยในครั้งนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสาหรับการศึกษาต่อในด้านอื่นๆ ต่อไป เช่น ซิสเทมาติกส์ หรือความสัมพันธ์ทางวัฒนาการของแมลงปั่นใยในระหว่างระดับชนิด สกุล และวงศ์ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาข้างต้น เรายังไม่อาจแสดงและสรุปได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ถึงข้อมูลของโครงสร้างของระบบต่างๆ ที่ชัดเจน เพราะขาดข้อมูลและรายละเอียดบางระบบไป อาจเนื่องด้วยความเชี่ยวชาญของผู้วิจัยและจำนวนตัวอย่างที่ไม่มากนัก จึงจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของโครงสร้างที่ขาดไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของทุนวิจัยของโครงการความหลากหลายทางชีวภาพ (ภายใต้โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา : 2793) ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทีมวิจัยปลา ภาควิชาพยาธิชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และห้องปฏิบัติการสาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ช่วยสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ในครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ และจริยา เล็กประยูร. (2551). แมลงปั่นใย. **วารสารวิทยาศาสตร์ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์**, **62**(3), 42-45.

Barth, R. & Lacombe, D. (1955). Estudos anatômicos e histológicos do ducto intestinal de *Embolyntha batesi* MacLachlan, 1877 (Embiidina)**, 53**(1), 67-86.

Humason, G.L. (1979). **Animal Tissue Techniques 4th ed**. San Francisco: Freeman.

Lacombe, D. (1971). Anatomy and histology of *Embolyntha batesi* Maclachlan, 1877 (Embiidina). **Instituto Oswaldo Cruz, 6**, 331-391.

Poolprasert, P. (2012). The Embiopteran Genus *Oligotoma* Westwood, 1837 (Embioptera: Oligotomidae), with Three New Recorded Species from Thailand. **Kasetsart Journal (Natural Science.)**, **46**(3), 408-417.

Poolprasert, P. (2014). Dachtylembia, a new genus in the family Teratembiidae (Embioptera) from Thailand. **Zootaxa**. 3779 (4), 456–462.

Poolprasert, P. & Egerly, J.S. (2011). A new species of *Eosembia* Ross (Embiodea: Oligotomidae) from Northern Thailand. **Journal of the Kansas Entomological Society, 84**, 12-21.

Poolprasert, P., Sitthicharoenchai, D., Butcher, B.A. & Lekprayoon, C. (2011a). *Aposthonia* Krauss, 1911 (Embioptera: Oligotomidae) from Thailand with description of a new species. **Zootaxa**. 2937, 37-38.

Poolprasert, P., Sitthicharoenchai, D., Lekprayoon, C. & Butcher, B.A. (2011b). Two remarkable new species of webspinners in the genus *Eosembia* Ross, 2007 (Embioptera: Oligotomidae) from Thailand. **Zootaxa**. 2967, 1-11.

Ross, E.S. (2000). EMBIA: Contributions to the biosystematics of the insect order Embiidina. Part 2: A review of the biology of Embiidina. **Occasional Papers of the California Academy of Sciences**, **149**, 1-36.

Ross, E.S. (2007). The Embiidina of Eastern Asia, Part I. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, **58**, 575-600.