แมลงวันหัวเขียว

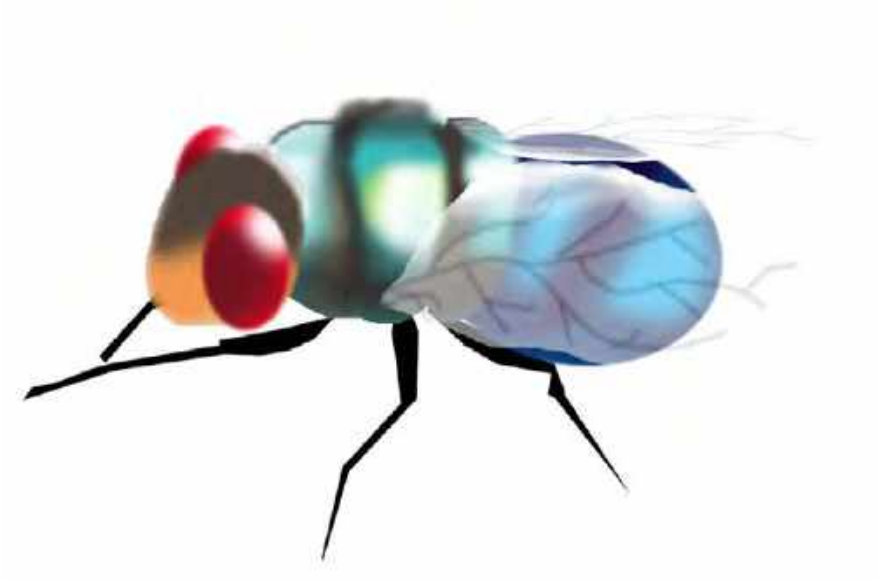
ที่มีความสำคัญในราชอาณาจักรไทย

ดม สุคนธสรรพ์
กาบแก้ว สุคนธสรรพ์

ได้รับรางวัลวิชาการดีเด่น ด้านสิ่งแวดล้อมและวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี
TTF AWARD ประจำปี 2554

แมลงวันหัวเขียว

ที่มีความสำคัญในราชอาณาจักรไทย



คม สุคนธสรรพ์
กาบแก้ว สุคนธสรรพ์

แมลงวันหัวเขียว

ที่มีความสำคัญในราชอาณาจักรไทย

พิมพ์ครั้งที่ 1 สิงหาคม 2553

สงวนลิขสิทธิ์

คม สุคนธสรรพ์

แมลงวันหัวเขียวที่มีความสำคัญในราชอาณาจักรไทย /
คม สุคนธสรรพ์, กาบแก้ว สุคนธสรรพ์. -- พิมพ์ครั้งที่ 1. -- เชียงใหม่ :
กู๊ด-พริ้นท์ พริ้นท์ติ้ง, 2553

ISBN – 978-974-672-523-1

[DNLM : 1. Diptera -- Thailand 2. Blow Fly QX 505]

รูปปกหน้า, รูปปกหลัง	แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ภาพโดย คม สุคนธสรรพ์
รูปปกใน	แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ภาพโดย ด.ญ. ณิชาภัทร สุคนธสรรพ์
อาร์ตกราฟิค	กาบแก้ว สุคนธสรรพ์
จัดพิมพ์	กู๊ด-พริ้นท์ พริ้นท์ติ้ง 4/6 ซอย 5 ถ. ช้างเผือก อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50200
ติดต่อ	รศ.ดร.นพ. คม สุคนธสรรพ์ โทรศัพท์ 053-945342-5

คำประกาศเกียรติคุณ รางวัล TTF AWARD
ด้านสิ่งแวดล้อมและวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ประจำปี 2554
หนังสือ “แมลงวันหัวเขียวที่มีความสำคัญในราชอาณาจักรไทย”

==========

กระผมรู้สึกเป็นเกียรติและมีความยินดีเป็นอย่างยิ่ง ที่โครงการรางวัล TTF AWARD มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้ขอให้ผมเขียนคำประกาศเกียรติคุณ ให้กับหนังสือ “แมลงวันหัวเขียวที่มีความสำคัญในราชอาณาจักรไทย” ที่ รองศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์ คมสุคนธสรรพ์ จากคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นผู้แต่งเรียบเรียงขึ้น จากการที่ได้อ่านหนังสือเล่มนี้อย่างละเอียด ทำให้ทราบว่าหนังสือเล่มนี้เป็นหนังสือทางกีฏวิทยาเล่มหนึ่งที่มีประโยชน์อย่างยิ่ง เหมาะสำหรับนิสิตนักศึกษาที่ศึกษาเกี่ยวกับแมลงทางการแพทย์และสัตวแพทย์ (กีฏวิทยาทางการแพทย์และสัตแพทย์) นอกจากนี้ยังเป็นหนังสือที่มีประโยชน์ เหมาะสำหรับนักกีฏวิทยาหรือผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับงานกีฏวิทยาที่ปฏิบัติหน้าที่ในหน่วยงานของรัฐ หน่วยงานเหล่านี้รวมไปถึงกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม

นอกจากหนังสือ “แมลงวันหัวเขียวที่มีความสำคัญในราชอาณาจักไทย” เล่มนี้ ได้บรรจุรายละเอียดในหลายๆ ด้านของแมลงวันหัวเขียวอาทิ ความหลากหลายทางชนิด ชีววิทยา

สัณฐานวิทยา โทษและประโยชน์ของแมลงวันหัวเขียว การนำแมลงวันหัวเขียวไปประยุกต์ใช้

ในการงานนิติเวชกีฏวิทยาแล้ว ยังคงเป็นเป็นหนังสือต้นแบบที่ รองศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์ คม สุคนธสรรพ์ได้รวบรวมสารความรู้ของแมลงวันหัวเขียวตั้งแต่พื้นฐานจนถึงการนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง เป็นการจัดการผสมผสานองค์ความรู้ที่ได้จากห้องทดลองและภาคสนามให้เป็นหนึ่งเดียวอย่างน่าอัศจรรย์ยิ่ง ผมในฐานะเป็นนักกีฏวิทยาคนหนึ่ง ขอชื่นชมกับผลงานชิ้นสำคัญนี้ ที่ รองศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์ คม สุคนธสรรพ์ ได้รวบรวมเรื่องราวอันน่าสนใจของแมลงวันหัวเขียวที่สำคัญในราชอาณาจักรไทย ซึ่งถือว่าเป็นแมลงที่สำคัญทางการแพทย์กลุ่มหนึ่งที่พวกเราทุกคนควรให้ความสำคัญและเข้าใจในรายละเอียดอย่างแท้จริง

ขอขอบพระคุณโครงการรางวัล TTF AWARD อีกครั้ง ที่ให้โอกาสกระผมได้เขียนคำประกาศเกียรติคุณในผลงานชิ้นนี้ ซึ่งถือได้ว่าเป็นผลงานชิ้นเอกชิ้นหนึ่งที่มีประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาการศึกษาทางด้านกีฏวิทยาทางการแพทย์และสัตวแพทย์ของประเทศไทยเป็นผลงานที่ให้สาระน่ารู้อันจะนำไปสู่การบริหารจัดการแมลงวันหัวเขียวให้ถูกต้อง เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

ศาสตราจารย์ ดร. ธีรภาพ เจริญวิริยะภาพ

มูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย
(Toyota Thailand Foundation-TTF)

ก่อตั้งขึ้นในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2535 ในโอกาสที่บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด ดำเนินงานมาครบรอบ 30 ปีด้วยเงินทุนจดทะเบียนเริ่มแรก 30 ล้านบาท ซึ่งมูลนิธิฯ ได้นำเงินดอกผลมาดำเนินกิจกรรมภายใต้วัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการศึกษาพัฒนาคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งกิจกรรมสาธารณประโยชน์ด้านอื่นๆ โดยร่วมมือกับผู้ทรงคุณวุฒิ จากหน่วยราชการ องค์กรพัฒนาเอกชนและองค์กรสาธารณกุศลต่างๆ

ในปัจจุบันมูลนิธิฯ มีทุนจดทะเบียนทั้งสิ้น 400 ล้านบาท ด้วยนโยบายการพัฒนาอย่างยั่งยืน มูลนิธิฯ จึงได้มุ่งเน้นในการช่วยเหลือสังคมอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมูลนิธิฯ ต้องการพัฒนาเยาวชนทั้งในด้านการศึกษา คุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม ให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น และเติบโตเป็นบุคลากรที่มีคุณภาพเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศของเราให้เจริญก้าวหน้าต่อไป

รายนามคณะกรรมการมูลนิธิฯ

ประธานมูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย พลตำรวจเอกเภา สารสิน
รองประธานมูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย มร. เคียวอิจิ ทานาดะ
กรรมการ

ดร. เสนาะ	อูนากูล	
ดร. พิสิฎฐ	ภัคเกษม	
ดร. เจตน์	สุจริตกุล	
ดร. ชาญวิทย์	เกษตรศิริ	
ศ.นพ. ภิรมย์	กมลรัตนกุล	อธิการบดีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศ.ดร. สมคิด	เลิศไพฑูรย์	อธิการบดีมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คุณธนกร	ศรีจอมขวัญ	ประธานชมรมผู้แทนจำหน่ายโตโยต้า
คุณมาโนช	ลี้โกมลชัย	ประธานชมรมความร่วมมือโตโยต้า
คุณประมนต์	สุธีวงศ์	
คุณนินนาท	ไชยธีรภิญโญ	
คุณวิเชียร	เอมประเสริฐสุข	รองกรรมการผู้จัดการใหญ่
คุณสุทธิ	จันทร์วิเมลือง	ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการใหญ่
คุณวุฒิกร	สุริยะฉันทนานนท์	กรรมการและเลขานุการ
มร. โคเฮ	นาคาโอะ	เหรัญญิก

รายนามคณะกรรมการบริหาร

คุณประมนต์	สุธีวงศ์	ประธานคณะกรรมการ บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด
คุณนินนาท	ไชยธีรภิญโญ	รองประธานคณะกรรมการ
คุณวิเชียร	เอมประเสริฐสุข	รองกรรมการผู้จัดการใหญ่
คุณศุภรัตน์	ศิริสุวรรณางกูร	ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการใหญ่อาวุโส
มร. โคเฮ	นาคาโอะ	เหรัญญิก
นายสุทธิ	จันทร์วิเมลือง	ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการใหญ่
คุณวิบูลชัย	ณ ระนอง	- ประธานกิตติมศักดิ์ชมรมผู้แทนจำหน่าย โตโยต้า - ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์ คณะกรรมการบริหาร มูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย
คุณจิตติมา	คงจำเนียร	- ผู้อำนวยการสำนักงานวางแผนส่งเสริมสังคม และสำนักเลขานุการมูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย - เลขานุการคณะกรรมการบริหารมูลนิธิ โตโยต้าประเทศไทย

กิจกรรมของมูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย

ด้านการศึกษา

1. โครงการมอบทุนการศึกษาแก่บุตรหลานเจ้าหน้าที่ มูลนิธิป้องกันและปราบปรามยาเสพติด
2. โครงการพ่อแม่อุปถัมภ์ มูลนิธิหมอเสม พริ้งพวงแก้ว
3. โครงการเยาวชนไทยวันพรุ่งนี้และการมอบทุนการศึกษาเด็กยากจนในภาคเหนือ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
4. โครงการมอบทุนการศึกษาแก่เด็กขาดแคลนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
5. โครงการมอบทุนการศึกษาแก่เด็กขาดแคลนในภาคใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
6. โครงการมอบทุนการศึกษาแก่เด็กขาดแคลนในภาคตะวันออกมหาวิทยาลัยบูรพา
7. โครงการมอบทุนการศึกษาแก่นักศึกษาพยาบาล คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
8. โครงการรางวัลมูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย (TTF AWARD)
9. โครงการมอบทุนเพื่อส่งเสริมการศึกษาประวัติศาสตร์ ศิลปวัฒนธรรมและความรู้เกี่ยวกับประเทศเพื่อนบ้านมูลนิธิโครงการตำราสังคมศาสตร์และมนุษย์ศาสตร์

ด้านคุณภาพชีวิต

1. การสนับสนุนการจัดสร้างอาคารเรียนโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน กองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน
2. โครงการอาหารกลางวัน “หนูรักผักสีเขียว” คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และการจัดพิมพ์หนังสือโภชนาการที่ดี
3. โครงการสานสายใยเด็กไทยรักสุขภาพ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
4. โครงการบ้านตะวันใหม่ มูลนิธิป้องกันและปราบปรามยาเสพติด
5. โครงการผ่าตัดแก้ไขอาการปากแหว่งเพดานโหว่ในเด็กพิการสำนักงานบรรเทาทุกข์และประชานามัยพิทักษ์
6. โครงการพัฒนาการปลูกไม้ดอกไม้ประดับในโครงการไม้ดอกเมืองหนาวตามพระราชดำริและโครงการคำพ่อสอน มูลนิธิพระดาบส

ด้านสิ่งแวดล้อ ม

1. โครงการต้นน้ำต้นชีวิตสมาคมปกาเกอะญอเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม

รางวัล

ปีพ.ศ. 2552 รางวัลนักทรัพยากรมนุษย์ดีเด่นแห่งประเทศไทย

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยสถาบันทรัพยากรมนุษย์ ได้จัดตั้งรางวัลให้นักทรัพยากรมนุษย์ดีเด่นแห่งประเทศไทย (Thailand Top 100 HR Award) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อร่วมยกย่องและเชิดชูเกียรติผู้ทำคุณประโยชน์แก่สังคมไทย รวมถึงองค์กรต่างชาติ ในด้านทรัพยากรมนุษย์ให้กับประเทศไทย และเพื่อตระหนักถึงคุณค่าของบุคคลเหล่านั้น ที่ได้อุทิศตนในการพัฒนาทุ่มเท ความรู้ความสามารถและประสบการณ์ เพื่อสร้างสรรค์และพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของประเทศไทย

คำนำ

ราชอาณาจักรไทยเป็นประเทศในภูมิภาคเขตร้อน ที่มีโรคปรสิตและแมลงที่มีความสำคัญทางการแพทย์หลายชนิด ปัจจุบันราชอาณาจักรไทยมีการจัดการทางด้านสาธารณสุขดีขึ้น ทำให้โรคที่เกิดจากปรสิตลดลง อย่างไรก็ตามโรคเหล่านี้ยังไม่หมดไปจากราชอาณาจักร ในทางตรงกันข้าม แมลงที่มีความสำคัญทางการแพทย์นอกจากไม่ได้ลดจำนวนลงไป แต่กลับมีจำนวนมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก สภาวะสิ่งแวดล้อมของประเทศเขตร้อนเหมาะสมกับการขยายพันธุ์ของแมลงเหล่านี้ ประกอบกับสภาวะโลกร้อนที่เพิ่มโอกาสการแพร่กระจายพันธุ์ของแมลงให้มากขึ้น ทำให้โรคติดต่อที่นำโดยแมลงเหล่านี้มีการระบาดสูงขึ้น

แมลงวันจัดว่าเป็นแมลงที่มีความสำคัญทางการแพทย์ ที่มีความใกล้ชิดกับมนุษย์มาก เนื่องจากอยู่อาศัยในแหล่งเดียวกับมนุษย์ ตัวเต็มวัยแมลงวันกินอาหารตามกองขยะ สิ่งปฏิกูล รวมทั้งอาหารของมนุษย์ พฤติกรรมดังกล่าวสามารถแพร่กระจายเชื้อโรคต่างๆ มาสู่มนุษย์ได้ แม้ว่าในปัจจุบันแมลงวันไม่ได้แพร่กระจายเชื้อโรครุนแรงมากเท่ากับยุง ริ้นทราย หรือริ้นดำ แต่ในอนาคตยังไม่มีนักวิทยาศาสตร์ท่านใดสามารถยืนยันว่า แมลงวันจะไม่สร้างปัญหาไปมากกว่าเท่าที่เป็นอยู่ ประกอบกับมีนักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยทำการศึกษาเกี่ยวกับแมลงวันไว้น้อยมาก สิ่งเหล่านี้จุดประกายให้ผู้นิพนธ์สนใจศึกษาวิจัยเรื่องแมลงวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงวันหัวเขียว ซึ่งนอกจากสามารถก่อให้เกิดโทษต่อมนุษย์แล้ว ยังสามารถให้ทั้งคุณประโยชน์ในบางด้านแก่มนุษย์ได้ ผู้นิพนธ์หวังว่า การศึกษาวิจัยจะสามารถหาองค์ความรู้มาใช้ในการควบคุม และจำกัดจำนวนประชากรแมลงวัน รวมทั้งนำความรู้ด้านที่แมลงวันหัวเขียวเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตมาใช้ให้มากขึ้น

ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รับผิดชอบจัดการเรียนการสอน ทั้งระดับปริญญาตรีและบัณฑิตศึกษา ซึ่งต้องทำการสอนและวิจัยทั้งปรสิตในมนุษย์และแมลงที่มีความสำคัญทางการแพทย์ หนึ่งในหัวข้อที่มีการเรียนการสอนคือเรื่องแมลงวัน แต่ตำราสำหรับอ่านประกอบเรื่องแมลงวันมีน้อยมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งตำราภาษาไทย ผู้นิพนธ์จึงตั้งใจผลิตตำราเรื่องแมลงวันหัวเขียวขึ้น โดยการทบทวนวรรณกรรมจากงานวิจัยที่มีการตีพิมพ์เผยแพร่ ทั้งจากในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งสอดแทรกประสบการณ์จากการวิจัยของผู้นิพนธ์ ที่ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับแมลงวันมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 นำมาประมวลความรู้เชิงบรรยาย เปรียบเทียบ วิเคราะห์ และสังเคราะห์องค์ความรู้ จัดพิมพ์เป็นตำราภาษาไทยที่เสนอองค์ความรู้พื้นฐานที่จำเป็น ความรู้ในเชิงประยุกต์ รวมถึงวิธีการและเทคนิคต่างๆ ในงานวิจัยเกี่ยวกับแมลงวันที่ผู้นิพนธ์ได้เคยตีพิมพ์ ซึ่งสามารถที่จะนำไปเป็นแหล่งอ้างอิง และประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานทางการวิจัยหรือทางการแพทย์ได้ พร้อมเสนอแนวคิดด้านที่สามารถนำไปทำการวิจัยต่อในอนาคตได้ อย่างไรก็ตามตำราเล่มนี้ไม่ได้รวมงานวิจัยด้านอณูชีววิทยาและพันธุศาสตร์ของแมลงวัน เนื่องจากผู้นิพนธ์ไม่ได้ศึกษาวิจัยในหัวข้อเหล่านี้

ตำราเล่มนี้ ผู้นิพนธ์ใช้รูปประกอบจากภาพถ่ายจากงานวิจัยของผู้นิพนธ์และคณะ ทั้งหมดทุกรูป ดังนี้

- ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง
- ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
- ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน
- ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ
- ภาพถ่ายจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล

รูปประกอบนี้ บางรูปได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการแล้ว ผู้นิพนธ์ได้ขออนุญาตจากสำนักพิมพ์ และได้รับอนุญาตให้สามารถนำมาใช้ประกอบในตำราเล่มนี้ได้ ทั้งจากสำนักพิมพ์ Elsevier และ Entomological Society of America บางส่วนเป็นภาพจากการวิจัยที่ไม่ได้ตีพิมพ์ ทั้งจากห้องปฏิบัติการและจาก

ภาคสนาม บางส่วนเป็นภาพวาดจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งผู้นิพนธ์หวังว่า รูปประกอบเหล่านี้จะทำให้ผู้อ่านเข้าใจเนื้อหาของตำราได้ดียิ่งขึ้น

ศัพท์ทางวิชาการที่ใช้ในตำราเล่มนี้ อ้างอิงจากพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ส่วนศัพท์ภาษาอังกฤษบางคำที่ไม่ปรากฏในพจนานุกรม ผู้นิพนธ์ได้คงศัพท์เดิมไว้ เพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน ในรูปประกอบของตำราเล่มนี้ ผู้นิพนธ์ใช้ศัพท์บรรยายส่วนต่างๆ ด้วยภาษาอังกฤษเพื่อให้รูปทุกรูปสอดคล้องกัน ทั้งนี้เนื่องจากรูปบางส่วนได้รับการตีพิมพ์แล้ว และบรรยายในรูปเป็นภาษาอังกฤษ ส่วนรายชื่อประเทศ ผู้นิพนธ์ใช้ตามชื่อราชการจากประกาศสำนักนายกรัฐมนตรี และประกาศราชบัณฑิตยสถาน เรื่อง กำหนดชื่อประเทศ ดินแดน เขตการปกครอง และเมืองหลวง พ.ศ. 2544

ผู้นิพนธ์หวังว่าตำราเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจเรื่องแมลงวันหัวเขียว ทั้งจากนักศึกษา นักวิจัยด้านกีฏวิทยา บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับงานนิติเวชกีฏวิทยา และผู้ที่สนใจทั่วไป

รองศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์ คม สุคนธสรรพ์
รองศาสตราจารย์ ดร. กาบแก้ว สุคนธสรรพ์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้นิพนธ์รู้สึกสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณ ในการได้รับพระราชทาน ทุนส่งเสริมบัณฑิต มูลนิธิอานันทมหิดล แผนกแพทยศาสตร์

ขอกราบขอบพระคุณบุพการี ร.ท. สุภร สุคนธสรรพ์ และนางประนอม สุคนธสรรพ์, พ.ต.ท. อุดม ลิขิตวงศ์และนางแสนงาม ลิขิตวงศ์ และขอขอบคุณผู้มีส่วนร่วมให้การสนับสนุน ช่วยเหลือในการวิจัยและการเขียนตำราเล่มนี้ ได้แก่

1) แหล่งทุนสนับสนุนการวิจัย ดังนี้

- กองทุนพัฒนาคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
- โครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก (คปก.)
- ศูนย์นิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- กองทุนจุลวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ ศ.ดร.นพ. ณัฐ ภมรประวัติ

2) คณาจารย์ที่ให้วิชาความรู้ ดังนี้

- คณาจารย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- คณาจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- คณาจารย์ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล
- คณาจารย์ ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัย Texas A&M
- คณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน ทั้งทางวิชาการ และความรู้ด้านอื่น

3) คณะผู้ร่วมวิจัย

• คณะผู้ร่วมวิจัย ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (นายสมศักดิ์ เปียงใจ, อ.ดร. วรโชติ บุญศรีวงศ์, อ.ดร. นพวรรณ บุญชู, อ.ดร. ธารินี ไชยวงศ์, ดร. สิริสุดา สิริวัฒนารังษี, ทนพ. ดวงหทัย ศรีภักดี, อ. สรวิชญ์ อุปคุตม์, ทนพ. กิตติคุณ หมู่พยัคฆ์, น.ส. รัชฎาวรรณ เงินกลั่น, ทนพ. รุ่งกานต์ เมธานิติกร, ทนพ. ธันวดี คล่องแคล่ว นายนิเวศน์ ไชยสวัสดิ์ และนายสงบ สนิท)

• คณะผู้ร่วมวิจัย ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ศ.นพ. ไพฑูรย์ ณรงค์ชัย, รศ.ดร.นพ. พงษ์รักษ์ ศรีบัณฑิตมงคล, รศ.นพ. จาตุรงค์ กันชัย, รศ.พญ. กานดา วิชัยรัตน์, ศ.นพ. ธานินทร์ ภู่พัฒน์, อ.นพ. มาโนช โชคแจ่มใส, อ.นพ. วิระชัย สมัย, อ.นพ. สมศักดิ์ ว่องไวเวช, นายขันคำ ไชยวรรณ, นายฉลาด ศรีสุวรรณ)

• ผศ.ดร. อุไร ไชยศรี ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

• Prof. Jimmy K. Olson ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัย Texas A&M สหรัฐอเมริกา

• Dr. Hiromu Kurahashi จาก National Institute of Health ญี่ปุ่น

• Dr. Roy C. Vogtsberger ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัย Midwestern State สหรัฐอเมริกา

4) ศ.ดร. อำนวย ถิฐาพันธ์, ศ.นพ. วชิร คชการ, ศ.ดร. สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, ศ.นพ. ธีระ ทองสง, ศ.ดร.นพ. อภิวัฒน์ มุทิรางกูร, ศ.ดร. เวช ชูโชติ และ Dr. Hiromu Kurahashi สำหรับคำแนะนำที่เป็นประโยชน์สำหรับตำราเล่มนี้ และคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่จัดอบรมและสนับสนุนการเขียนตำราทางวิชาการ

5) ทนพ. กิตติคุณ หมู่พยัคฆ์, นายครรชิต ธำรงรัตนฤทธิ์, Mr. Arnold Ramirez และ ด.ญ. ณิชาภัทร สุคนธสรรพ์ สำหรับภาพวาดและภาพถ่ายที่มอบให้ผู้นิพนธ์

6) รศ.ดร. เบญจวรรณ ปิตาสวัสดิ์, ทนพ. กิตติคุณ หมู่พยัคฆ์, น.ส. รัชฎาวรรณ เงินกลั่นและ ทนพ. ธันวดี คล่องแคล่ว สำหรับพิสูจน์อักษร

7) คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ หน่วยงานต้นสังกัดของผู้นิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์ คม สุคนธสรรพ์
รองศาสตราจารย์ ดร. กาบแก้ว สุคนธสรรพ์

ผู้นิพนธ์

คม สุคนธสรรพ์

การศึกษา

- พ.บ. คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- D.T.M. & H. คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล
- วท.ม. คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล
- ปร.ด. คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

ปัจจุบัน

- รองศาสตราจารย์
  ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กาบแก้ว สุคนธสรรพ์

การศึกษา

- วท.บ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
  จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- วท.ม. คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล
- Ph.D. ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัย Texas A&M

ปัจจุบัน

- รองศาสตราจารย์
  ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คำอุทิศ

คุณความดี ที่พึงจะมีของตำราเล่มนี้ ขอมอบแด่

- ราชอาณาจักรไทย
- บุพการี
- ครู อาจารย์
- แหล่งทุนที่สนับสนุนงานวิจัย
- ทุกกรณีศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
- แมลงวันและทุกชีวิต ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

สารบัญ

คำนำ		**i**
กิตติกรรมประกาศ		**iv**
ผู้นิพนธ์		**vii**
คำอุทิศ		**viii**
1	**บทนำ** คม สุคนธสรรพ์	**1**
2	**อนุกรมวิธานและการกระจายทางภูมิศาสตร์ของแมลงวันหัวเขียวที่สำคัญในราชอาณาจักรไทย** กาบแก้ว สุคนธสรรพ์	**9**
3	**สัณฐานวิทยาภายนอก** กาบแก้ว สุคนธสรรพ์	**43**
4	**สัณฐานวิทยาภายในและสรีรวิทยา** คม สุคนธสรรพ์	**171**
5	**ชีววิทยา** คม สุคนธสรรพ์	**231**
6	**คุณประโยชน์และโทษ** คม สุคนธสรรพ์	**255**
7	**ความสำคัญของแมลงวันหัวเขียว ในงานนิติเวชกีฏวิทยา** กาบแก้ว สุคนธสรรพ์	**281**
8	**การควบคุมจำนวนประชากร** คม สุคนธสรรพ์	**339**
9	**งานวิจัยเกี่ยวกับแมลงวัน จากประสบการณ์ของผู้นิพนธ์และคณะ** คม สุคนธสรรพ์	**361**
บทส่งท้าย		**456**
ดรรชนี		**457**

1

บทนำ

คม สุคนธสรรพ์

ภาพโดย... คม สุคนธสรรพ์

บทนำ

บทนำ	3
สรุป	7
เอกสารอ้างอิง	7

หากมีใครพูดถึงแมลงวัน คงมีคนไทยน้อยคนที่ไม่รู้จัก แม้ว่าในแต่ละภูมิภาคของราชอาณาจักรไทย เรียกแมลงวันด้วยภาษาถิ่นที่แตกต่างกันไป คนไทยในภาคกลางและภาคใต้เรียกแมลงชนิดนี้ว่า “แมลงวัน” ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า “แมงวัน” ในขณะที่ในภาคเหนือตอนบนเรียกว่า “แมงงน แมงงุน หรือแมงโงน” แต่ทั้งหมดหมายถึง กลุ่มของแมลงที่ตัวเต็มวัยมีลำตัวอ้วน ปีกบางใส บินและเคลื่อนไหวได้เร็ว ชอบตอมอาหาร กองขยะและของเน่า แมลงวันกลุ่มหลักที่คนไทยรู้จักคือ แมลงวันบ้าน (house fly; *Musca domestica*) และแมลงวันหัวเขียว (blow fly หรือ metallic fly) คนไทยรู้จักแมลงวันมานานแค่ไหนไม่มีหลักฐานแน่ชัด อย่างไรก็ตาม มีคำโคลงสุภาษิตโบราณ กล่าวถึงแมลงวันไว้ว่า

ผลเดื่อเมื่อสุกไซร้ มีพรรณ
ภายนอกแดงดูฉัน ชาดป้าย
*ภายในย่อม**แมลงวัน** หนอนบ่อน*
ดุจดังคนใจร้าย นอกนั้น ดูงาม

คนไทยในภาคเหนือมีสุภาษิตหรือคำสอนที่เกี่ยวข้องกับแมลงวัน กล่าวว่า “*แมงโงนมักจิ๊นเน่า แมงเม่ามักต๋อมไฟ*” โดยแมลงวันหมายถึงคนชั่ว ที่ชอบของเสียของเน่า ส่วนแมลงเม่าหมายถึงคนโง่ นอกจากคนไทยจะมีสุภาษิตที่เกี่ยวกับแมลงวันแล้ว พบว่าประเทศอื่นมีสุภาษิตเกี่ยวกับแมลงวันด้วยเช่นกัน ในราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์ มีสุภาษิตที่กล่าวว่า “*น้ำหวานช้อนเดียว จับแมลงวันได้มากกว่าน้ำส้มสายชู 1 ถัง*” ในสหราชอาณาจักร มีสุภาษิตที่กล่าวว่า “*แมลงวันตอมม้าผอม*”[1] ในขณะที่สุภาษิตของสาธารณรัฐเลบานอนกล่าวว่า “*แมลงวันรู้ดีว่า ขนมปังเจ้าไหนอร่อย*”[2]

นักโบราณคดีค้นพบหลักฐานหลายชิ้นที่เกี่ยวข้องกับแมลงวัน เช่น ในอียิปต์โบราณมีการสร้างเครื่องรางรูปแมลงวัน ที่คาดว่าเริ่มมีการสร้างในตอนปลายของยุคก่อนราชวงศ์หรือเมื่อราว 3,500 ถึง 3,100 ปีก่อนคริสตกาล และมีการสร้างต่อมาเรื่อยๆ ในราชอาณาจักรสมัยกลาง ช่วงแรกเป็นเครื่องรางที่สร้างจากหิน ต่อมามีการสร้างจากวัสดุหลายอย่าง ได้แก่ เครื่องเคลือบดินเผาและทองคำ โดยรูปแมลงวันที่ทำจากทองคำบริสุทธิ์มีการสร้างในสมัยราชอาณาจักรใหม่ หรือประมาณ 1,550 ถึง 1,070 ปีก่อนคริสตกาล เพื่อมอบให้กับประชาชนที่มีส่วนร่วมในการขับไล่กษัตริย์ Hyksos ออกจากดินแดนอียิปต์ล่าง นอกจากนี้มีการค้นพบสร้อยคอรูปแมลงวันใน

สุสานของราชินีนักรบ Ahhotep I ต่อมามีการสร้างรูปแมลงวันทองคำบริสุทธิ์เพื่อเป็นเครื่องราชอิสริยาภรณ์สำหรับทหารที่มีความกล้าหาญในสนามรบ[3] อีกหลักฐานหนึ่งเกี่ยวกับแมลงวันที่พบในอียิปต์โบราณ คือการพบซากแมลงวันในยางสนที่รั่วออกมาจากมัมมี่และติดแห้งที่พื้นโลงศพ ซากแมลงดังกล่าวคือแมลงวันหัวเขียวในสกุล *Chrysomya* สันนิษฐานว่าเป็น *Chrysomya megacephala* หรือ *Chrysomya marginalis* ซึ่งตัวอ่อนแมลงวันดังกล่าว น่าจะเจริญจากการกินซากศพ ก่อนที่ซากศพจะกลายเป็นมัมมี่ที่สมบูรณ์[4] ในดินแดนแถบประเทศสาธารณรัฐอิรัก มีการพบแม่พิมพ์ลูกกลิ้ง (cylinder seal) อายุประมาณ 5,000 ปี หรือประมาณ 3,000 ปีก่อนคริสตกาล แม่พิมพ์ดังกล่าวเป็นของมนุษย์โบราณสมัยเมโสโปเตเมีย ทำจากหินใช้เพื่อทำให้เกิดรูปภาพโดยการกลิ้งไปบนดินเหนียว โดยนักโบราณคดีค้นพบภาพแกะสลักแมลงวันอยู่รวมกับแพะภูเขา (ibex) และเนื้อทราย (gazelle)[3]

อีกหลักฐานหนึ่งที่สำคัญคือ ตำราดินเหนียวเขียนด้วยอักษรรูปลิ่มชื่อ Harra-Hubulla ของชาว Assyrian สมัยกษัตริย์ Ashurbanipal ประมาณ 669 ถึง 626 ปีก่อนคริสตกาล ในตำรากล่าวถึงสัตว์ 396 ชนิด ในจำนวนนี้มีการระบุแมลงวันไว้ ได้แก่ green fly (สันนิษฐานว่า น่าจะหมายถึงแมลงวันหัวเขียว *Lucilia sericata* หรือ *Achoetandrus albiceps*) และ blue fly (สันนิษฐานว่า น่าจะหมายถึงแมลงวันหัวเขียวสกุล *Calliphora*)[3]

แมลงวันแต่ละชนิดมีขนาดลำตัวแตกต่างกัน บางชนิดมีขนาดเล็ก มีความยาวลำตัว 2 ถึง 3 มิลลิเมตร บางชนิดมีขนาดปานกลาง มีความยาวลำตัว 1.5 ถึง 2 เซนติเมตร แต่มีแมลงวันบางชนิดที่มีขนาดใหญ่ เช่น แมลงวันหัวบุบ (giant robber fly) ที่ลำตัวยาวได้ถึง 4.5 เซนติเมตร นักอนุกรมวิธานจัดแมลงวันอยู่ใน phylum Arthropoda หรือสัตว์ขาปล้อง phylum ดังกล่าวมีจำนวนและชนิดของสัตว์มากที่สุดในโลก ประมาณว่ามีมากกว่าร้อยละ 80 ของสัตว์ที่ทราบชนิดที่พบบนโลกจัดอยู่ใน phylum นี้[5] นอกจากแมลงวันแล้ว แมลงอื่นที่อยู่ใน phylum Arthropoda ที่มนุษย์รู้จักกันดี ได้แก่ ยุง ตะขาบ แมงป่อง แมงมุม เป็นต้น

แมลงวันอาศัยอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในเขตป่า ทั้งป่าเขตร้อนและป่าเขตอบอุ่น ในขณะที่แมลงวันบางชนิดที่อาศัยร่วมกับมนุษย์ แมลงวันที่อาศัยในเขตป่าอาจไม่มีผลกระทบต่อวิถีชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน แต่ถ้ามีการอพยพย้ายถิ่นของมนุษย์เข้าสู่ป่าซึ่งเป็นแหล่งอาศัยของแมลงวัน เช่น การถางป่าเพื่อทำเป็น

ที่อยู่อาศัยหรือแหล่งเกษตรกรรม หรือแม้แต่การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศของโลก ภาวะโลกร้อนขึ้น อาจทำให้ระบบนิเวศของแมลงวันเหล่านี้ถูกรบกวนและในอนาคตแมลงวันเหล่านี้อาจมีผลกระทบต่อวิถีชีวิตของมนุษย์มากขึ้น

ความสัมพันธ์ของแมลงวันกับมนุษย์ส่วนใหญ่เป็นไปในเชิงลบ กล่าวคือ มนุษย์มีความรู้สึกไม่ดีต่อแมลงวัน โดยแมลงวันเป็นสัญลักษณ์ของความสกปรก น่ารำคาญ ตัวเต็มวัยเป็นพาหะเชิงกล (mechanical carrier) นำพาเชื้อโรคมาสู่มนุษย์ ทั้งนี้เนื่องจากตัวเต็มวัยแมลงวันกินอาหารจากหลายแหล่ง ทั้งบริเวณสกปรก เช่น กองขยะ เศษใบไม้ ซากพืช ซากสัตว์ ทำให้เชื้อโรคติดตามตัวแมลงวัน เมื่อแมลงวันมาตอมอาหาร เชื้อโรคสามารถปนเปื้อนอาหารได้ ผู้ที่รับประทานอาหารดังกล่าวมีการติดเชื้อในทางเดินอาหาร เชื้อโรคที่มีรายงานว่าสามารถติดมากับแมลงวันได้ ได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย ไวรัส ไข่ของหนอนพยาธิ[6-8] นอกจากนี้ตัวอ่อนแมลงวันสามารถก่อให้เกิดโรคหนอนแมลงวัน (myiasis) ซึ่งเป็นสภาวะที่เนื้อเยื่อหรืออวัยวะของมนุษย์หรือสัตว์มีกระดูกสันหลังที่ยังมีชีวิตอยู่ ถูกบุกรุกด้วยตัวอ่อนแมลงวันเพื่อกินอาหาร เนื้อเยื่อ หรือกินของเหลว และอาจมีการทำลายเนื้อเยื่อของมนุษย์หรือสัตว์อย่างรุนแรง จนอาจทำให้เสียชีวิตได้[9] ตัวอ่อนแมลงวันที่มีรายงานว่าก่อให้เกิดโรคหนอนแมลงวันในราชอาณาจักรไทยมีหลายชนิด รวมถึงที่เกิดจากแมลงวันหัวเขียว (รายละเอียดกล่าวในบทที่ 6)

แม้แมลงวันจะก่อให้เกิดผลกระทบเชิงลบต่อมนุษย์หลายประการ แต่ในทางตรงกันข้าม แมลงวันมีประโยชน์ต่อวิถีชีวิตของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวสามารถช่วยในการผสมเกสรของพืช เช่น ดอกมะม่วง ซึ่งเป็นการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร[10] นอกจากนี้พบว่าตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวเป็นอาหารของมนุษย์ในบางพื้นที่[11] ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวกินซากพืชซากสัตว์ที่ตายแล้ว ซึ่งส่งผลเชิงบวกในระบบนิเวศ ทำให้มีการย่อยสลายสารในวัฏจักรของธรรมชาติดียิ่งขึ้น[12] ทางการแพทย์นั้นมีรายงานถึงคุณประโยชน์ของแมลงวัน เช่น การใช้ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวในการรักษาบาดแผลของผู้ป่วย (maggot therapy) ที่เป็นแผลเรื้อรังของโรคบางโรค[13] (รายละเอียดกล่าวในบทที่ 6) แมลงวันสามารถนำมาใช้เป็นสัตว์ทดลองทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากมีวัฏจักรชีวิต (life cycle) สั้น อัตราการแพร่พันธุ์ที่เร็วและเลี้ยงง่ายในห้องปฏิบัติการ[14] นอกจากนี้ความรู้เกี่ยวกับชีววิทยาของแมลงวันและระยะต่างๆ ของแมลงวันที่พบในศพหรือในสถาน

ที่เกิดเหตุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระยะไข่ ตัวอ่อนหรือดักแด้แมลงวันหัวเขียว สามารถใช้เป็นหลักฐานทางกีฏวิทยาที่ช่วยในการวินิจฉัยทางนิติเวชกีฏวิทยา (forensic medical entomology) ได้ โดยใช้ในการประมาณระยะเวลาหลังการตาย (postmortem interval) การวิเคราะห์หาสาเหตุการตายที่ผิดธรรมชาติ การตายเนื่องมาจากใช้ยาหรือสารพิษ หรือการเคลื่อนย้ายศพหลังการตาย ซึ่งข้อมูลที่ได้จากแมลงที่พบในศพร่วมกับการชันสูตรพลิกศพตามหลักนิติวิทยาศาสตร์ ทำให้การประมาณระยะเวลาหลังการตายแม่นยำมากยิ่งขึ้น ระยะต่างๆ ของแมลงวันที่พบในศพถือเป็นหลักฐานสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยา และในบางประเทศสามารถนำมาใช้ประกอบการพิจารณาคดีในชั้นศาลได้[15-17] สำหรับในราชอาณาจักรไทยมีการศึกษาเรื่องแมลงวันที่พบในศพเช่นกัน[18-24] (รายละเอียดกล่าวในบทที่ 7)

แมลงวันส่วนใหญ่มีการกระจายตัวในภูมิภาคเขตร้อน ซึ่งมีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและการแพร่พันธุ์ ทำให้การควบคุมประชากรแมลงวันได้ผลไม่ดีนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่กำลังพัฒนา การกำจัดขยะและสิ่งปฏิกูล ซึ่งเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ที่สำคัญของแมลงวันอย่างถูกวิธีและเป็นระบบจะเป็นวิธีที่ให้ผลดีต่อการควบคุมจำนวนประชากรแมลงวันในระยะยาว ดังนั้นการศึกษาวิจัย เพื่อคิดค้นองค์ความรู้ที่จะสามารถนำแมลงวันมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ในอนาคตน่าจะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้แมลงวันที่อาศัยอยู่ร่วมกับมนุษย์มีคุณค่ามากขึ้น อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับแมลงวันมีน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในราชอาณาจักรไทย องค์ความรู้ในด้านต่างๆ ทางชีววิทยาของแมลงวัน เช่น สัณฐานวิทยา พฤติกรรม ชีวนิสัย นิเวศวิทยา ความสำคัญทางการแพทย์ และการควบคุมจำนวนประชากรให้อยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบเชิงลบต่อมนุษย์ จึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยความรู้ดังกล่าวจะเป็นองค์ความรู้พื้นฐานที่จะทำให้มนุษย์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้มากขึ้น ทั้งด้านการแพทย์และด้านเศรษฐกิจในอนาคต

ในราชอาณาจักรไทยมีแมลงวันหลายชนิดที่อาศัยอยู่ในแหล่งธรรมชาติ เช่น แมลงวันบ้าน แมลงวันหัวเขียว แมลงวันหลังลาย แมลงวันผลไม้ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ตำราเล่มนี้จะกล่าวเน้นเฉพาะแมลงวันหัวเขียวเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากแมลงวันหัวเขียวเป็นแมลงวันกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด ที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ทางการแพทย์และสาธารณสุข ทั้งด้านการนำโรคและทางด้านนิติเวชกีฏวิทยา

สรุป

หากวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับแมลงวัน จะเห็นว่าผู้คนในแถบตะวันออกกลางในอดีต มีความคิดเชิงบวกต่อแมลงวัน ผู้นิพนธ์คาดว่าอาจเป็นเพราะดินแดนดังกล่าวเป็นทะเลทรายมีซากพืชซากสัตว์ไม่มากนัก ทำให้ไม่เอื้อต่อการแพร่ขยายพันธุ์ของแมลงวัน ต่างไปจากผู้คนที่อาศัยในเอเชียใต้ เอเชียตะวันออกและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่มีความคุ้นเคยกับแมลงวันมาก แต่มักเป็นความคิดเชิงลบ อาจเนื่องมาจากภูมิประเทศของภูมิภาคนี้มีความชื้นสูง ฝนตกชุก มีซากพืชและสัตว์จำนวนมาก ทำให้เหมาะสมต่อการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวัน

แมลงวันที่มีความสำคัญทางการแพทย์ ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันหรือใกล้ชิดกับมนุษย์ แม้ว่าจะส่งผลกระทบเชิงลบต่อมนุษย์ แต่ในทางตรงข้ามแมลงวันก็มีประโยชน์ต่อมนุษย์ได้เช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] Mieder W. The prentice-hall encyclopedia of world proverbs. Eaglewood Cliffe, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.; 1986.

[2] Lunde P, Wintle J. A dictionary of arabic and islamic proverbs. Boston: Routledge and Kegan Paul; 1984.

[3] Greenberg B, Kunich JC. Entomology and the law. Flies as forensic indicators. UK: Cambridge University Press; 2002.

[4] Levinson H, Levinson A. Relics of ancient Egyptian flies and beetles in a priest's coffin from the XVIIIth Dynasty. Anz Schaedlingskunde 2003; 76: 1-5.

[5] Stork NE. Insect diversity: facts, fiction, and speculation. Biol J Linnean Soc 1988; 35: 321-337.

[6] Greenberg B. Flies and disease. vol. I. Ecology, classification and biotic associations. New Jersey: Princeton University Press; 1971.

[7] Monzon RB, Sanchez AR, Tadiaman BM, Najos OA, Valencia EG, de Rueda RR, Ventura JV. A comparison of the role of *Musca domestica* (Linnaeus) and *Chrysomya megacephala* (Fabricius) as mechanical vectors of helminthic parasites in a typical slum area of Metropolitan Manila. Southeast Asian J Trop Med Public Health 1991; 22: 222-228.

[8] Sukontason KL, Bunchoo M, Khantawa B, Piangjai S, Rongsriyam Y, Sukontason K. Comparison between *Musca domestica* and *Chrysomya megacephala* as carriers of bacteria in northern Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2007; 38: 38-44.

[9] Zumpt F. Myiasis in man and animals in the old world. London: Butterworths; 1965.

[10] Anderson DL, Sedgley M, Short JRT, Allwood AJ. Insect pollination of mango in northern Australia *Mangifera indica*, includes *Apis mellifera*. Aust J Agr Res 1982; 33: 541-548.

[11] Verves YG. A catalogue of Oriental Calliphoridae (Diptera). Int J Dipterol Res 2005; 16: 233-310.

[12] Putman RJ. The role of carrion-frequenting arthropods in the decay process. Ecol Entomol 1977; 3: 133-139.

[13] Sherman RA, Pechter EA. Maggot therapy: a review of the therapeutic applications of fly larvae in human medicine, especially for treating osteomyelitis. Med Vet Entomol 1988; 2: 225-230.

[14] Frings H. Rearing houseflies and blowflies on dog biscuit. Science 1948; 107: 629-630.

[15] Goff ML, Odom CB. Forensic entomology in the Hawaiian Islands. Three case studies. Am J Forensic Med Pathol 1987; 8: 45-50.

[16] Hall RD. Medicocriminal entomology. In: Catts EP, Haskell NH (eds.), Entomology and death: A procedural guide. Clemson, SC: Joyce's Print Shop; 1990: 1-8.

[17] Anderson GS. Wildlife forensic entomology: determining time of death in two illegally killed black bear cubs. J Forensic Sci 1999; 44: 856-859.

[18] Mankosol R. Estimation time of dead in putrefied body. Siriraj Hosp Gaz 1986; 38: 855-857.

[19] Fongsiripaibul V. Estimating time of death by fly's cycle. J Central Hosp 1987; 24: 1-10.

[20] Sukontason K, Sukontason K, Vichairat K, Piangjai S, Lertthamnongtham S, Vogtsberger RC, Olson JK. The first documented forensic entomology case in Thailand. J Med Entomol 2001; 38: 746-748.

[21] Sukontason KL, Sukontason K, Narongchai P, Lertthamnongtham S, Piangjai S, Olson JK. *Chrysomya rufifacies* (Macquart) as a forensically-important fly species in Thailand: a case report. J Vector Ecol 2001; 26: 162-164.

[22] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Chaiwong T, Boonchu N, Kurahashi H. Hairy maggot of *Chrysomya villeneuvi* (Diptera: Calliphoridae), a fly species of forensic importance. J Med Entomol 2003; 40: 983-984.

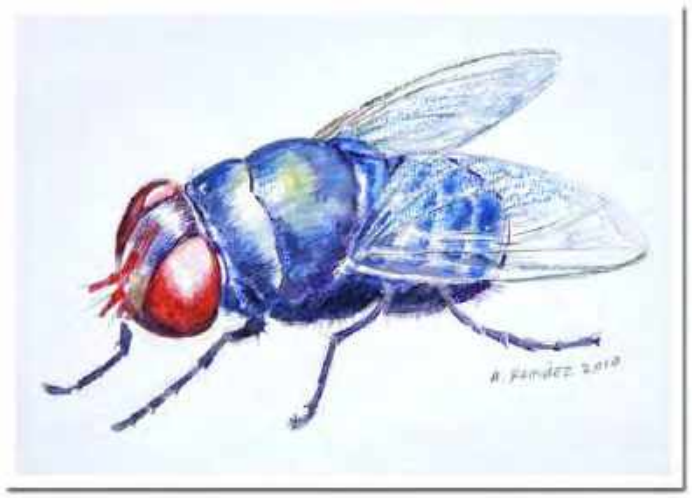
[23] Sukontason KL, Narongchai P, Sukontason K, Methanitikorn R, Piangjai S. Forensically important fly maggots in a floating corpse: the first case report in Thailand. J Med Assoc Thai 2005; 88: 1458-1461.

[24] Sukontason K, Narongchai P, Kanchai C, Vichairat K, Sribanditmongkol P, Bhoopat T, Kurahashi H, Chockjamsai M, Piangjai S, Bunchu N, Vongvivach S, Samai W, Chaiwong T, Methanitikorn R, Ngern-klun R, Sripakdee D, Boonsriwong W, Siriwattanarungsee S, Srimuangwong C, Hanterdsith B, Chaiwan K, Srisuwan C, Upakut S, Moopayak K, Vogtsberger RC, Olson JK, Sukontason KL. Forensic entomology cases in Thailand: a review of cases from 2000 to 2006. Parasitol Res 2007; 101: 1417-1423.

2

อนุกรมวิธานและการกระจายทางภูมิศาสตร์ของแมลงวันหัวเขียวที่สำคัญในราชอาณาจักรไทย

กาบแก้ว สุคนธสรรพ์



วาดโดย... Arnold Ramirez

อนุกรมวิธานและการกระจายทางภูมิศาสตร์ของแมลงวันหัวเขียวที่สำคัญในราชอาณาจักรไทย

อนุกรมวิธาน	11
แมลงวันหัวเขียวที่สำคัญในราชอาณาจักรไทย	19
การกระจายทางภูมิศาสตร์	20
การกระจายตัวของแมลงวันหัวเขียวที่สำคัญในราชอาณาจักรไทยและพื้นที่อื่นของโลก	21
สรุป	41
เอกสารอ้างอิง	41

อนุกรมวิธาน

กีฏวิทยา (entomology) เป็นศาสตร์สาขาหนึ่งของสัตววิทยา (zoology) เกี่ยวกับสัตว์ขาปล้อง (arthropod) กลุ่มของสัตว์ขาปล้องที่มีจำนวนมากและสำคัญในโลกคือแมลง (insect) ในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ระบุไว้ว่า *"แมลง" [มะแลง] คือสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เมื่อร่างกายเติบโตเต็มที่ ร่างกายแบ่งออกเป็น 3 ส่วนเห็นได้ชัดเจน ได้แก่ส่วนหัว ส่วนอกและส่วนท้อง มี 6 ขา เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังพวกเดียวที่มีปีก ซึ่งอาจมี 1 หรือ 2 คู่ แต่อาจพบที่ไม่มีปีกได้ "แมง" หมายถึงสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก ร่างกายในระยะตัวเต็มวัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหัวกับส่วนท้อง ตัวเต็มวัยมีขา 8 ขา ไม่มีหนวด ไม่มีปีก* ศัพท์ในภาษาไทย คำว่า "แมง" กับ "แมลง" มักใช้ปนกันอยู่ จนบางครั้งแทบแยกไม่ออกว่าสองคำนี้ต่างกันอย่างไร คนไทยอาจเรียก "แมลง" เป็น "แมง" ได้ แต่ไม่เรียกสัตว์ขาปล้องที่ตัวเต็มวัยมี 8 ขาว่า "แมลง"[1] อย่างไรก็ตามทั้งแมลงและแมงบางชนิดมีความสำคัญทางการแพทย์ซึ่งรวมถึงแมลงวัน การศึกษาสัตว์ขาปล้องที่มีความสำคัญทางการแพทย์ เรียกว่า กีฏวิทยาทางการแพทย์ (medical entomology)

ภาษาอังกฤษเรียกแมลงวันว่า "fly" มีรากศัพท์จากแถบตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปยุโรป คาดว่ามาจากพฤติกรรมการบินไม่หยุดของแมลงวันบ้าน ก่อนที่คนอังกฤษจะเรียกแมลงวันว่า "fly" เหมือนในปัจจุบัน คนอังกฤษโบราณเรียกแมลงวันว่า "fleoge" และเปลี่ยนมาเป็น "flie" ในยุคกลาง[2] ส่วนชนชาติอื่นในยุโรปตอนบนเรียกแมลงวันด้วยศัพท์ต่างจากคนอังกฤษไม่มาก เช่น ในภาษาเดนมาร์กเรียกว่า "flyve" ภาษาสวีเดนเรียกว่า "fluga" ภาษานอร์วีเจียนเรียกว่า "flue" หรือ "fluge" ภาษาดัตช์เรียกว่า "flue" ภาษาเยอรมันเรียกว่า "fliege"[2] ส่วนคนในยุโรปตอนใต้จะเรียกแมลงวันที่ต่างไป โดยที่คนฝรั่งเศสเรียกแมลงวันว่า "mouche" คนสเปนและโปรตุเกสเรียกว่า "mosca" ซึ่งคล้ายกับภาษาสันสกฤตที่เรียกแมลงวันว่า "maksika" (ออกเสียงเป็น มัก-สิ-กะ) ซึ่งเมื่ออ่านแบบทอดเสียงยาวจะกลายเป็น "mushka" และ "musca" ตามลำดับ โดยมีรากศัพท์มาจากคำว่า "muk" หมายถึงหน้าหรือปากในภาษาฮินดี ที่อาจเรียกตามพฤติกรรมการชอบตอมตาของแมลงวัน *Musca sorbens*[2]

แมลงวันหัวเขียว เป็นกลุ่มแมลงวันที่ภาษาอังกฤษเรียกว่า “blow fly หรือ metallic fly” เนื่องจากตัวเต็มวัยแมลงวันกลุ่มนี้มีสีมันวาว อาจมีสีเขียวหรือน้ำเงิน แล้วแต่ชนิดของแมลงวัน แต่ในความเป็นจริง มีแมลงวันหัวเขียวเพียงบางชนิดที่ลำตัวมันวาว ส่วนคำถามที่ว่า “*ทำไมภาษาไทยเรียกว่าแมลงวันหัวเขียว ทั้งที่ส่วนหัวของแมลงวันไม่เป็นสีเขียว*” ผู้นิพนธ์สันนิษฐานว่า น่าจะเกิดจากการกลายเสียง ซึ่งในอดีตคนไทยอาจเรียกว่า “แมลงวันตัวเขียว” แล้วกลายมาเป็น “แมลงวันหัวเขียว”

แมลงวันถูกนักอนุกรมวิธานจัดกลุ่ม (classification) ตามลักษณะโครงสร้างร่างกาย และมีการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name) สำหรับสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด (species) ผู้คิดค้นระบบชื่อดังกล่าวคือ Carolus Linnaeus (พ.ศ. 2260 ถึง 2321) นักธรรมชาติวิทยาชาวสวีเดน ชื่อวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 2 ส่วน เรียกว่า binomial system ใช้ภาษาละตินเป็นหลัก ส่วนแรกเป็นชื่อสกุล (genus) เขียนขึ้นต้นด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ ส่วนที่สองเป็นชื่อชนิด (species) เขียนด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็ก ทั้งชื่อสกุลและชื่อชนิด ต้องเขียนด้วยตัวเอนหรือขีดเส้นใต้ หากใช้การขีดเส้นใต้ ต้องขีดเส้นใต้ชื่อสกุลและชื่อชนิดแยกกัน เช่น แมลงวันหัวเขียว ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Chrysomya megacephala* หรือ Chrysomya megacephala หมายความว่าแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้อยู่ในสกุล *Chrysomya* และมีชื่อชนิดคือ *megacephala*[3]

การเขียนชื่อผู้ตั้งชื่อและปีไว้ตามหลังชื่อวิทยาศาสตร์ มีหลักการเขียนคือ ชื่อวิทยาศาสตร์ที่ตามด้วยนามสกุลของนักวิทยาศาสตร์ผู้ค้นพบ เครื่องหมายจุลภาค และปี ค.ศ. เป็นการใช้ชื่อนั้นตั้งแต่แรก ตัวอย่างเช่น *Chrysomya chani* Kurahashi, 1979 หมายถึงชื่อคนที่พบชนิดนี้ครั้งแรกคือ Kurahashi ในปี ค.ศ. 1979 และได้รับการยอมรับโดยไม่มีการเปลี่ยนชื่อจนถึงปัจจุบัน ถ้ามีชื่อนามสกุล เครื่องหมายจุลภาคและปี ค.ศ. ในวงเล็บ หมายถึงมีการเปลี่ยนชื่อจากชื่อที่เคยตั้งไว้ครั้งแรก ตัวอย่างเช่น *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) หมายถึงแมลงวันชนิดนี้ในปัจจุบันมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Chrysomya megacephala* เป็นชื่อที่ตั้งใหม่โดย Fabricius แต่ในความเป็นจริง มีคนพบแมลงวันชนิดนี้และตั้งชื่อมาก่อน คือเคยตั้งว่า *Musca megacephala* ในปี ค.ศ. 1794

แมลงวันหัวเขียว ถูกจัดเรียงลำดับตามหลักอนุกรมวิธาน[4] ดังนี้

อาณาจักร (kingdom)	Animalia
phylum	Arthropoda
ชั้น (class)	Hexapoda (Insecta)
อันดับ (order)	Diptera
อันดับย่อย (suborder)	Brachycera
infraorder	Muscomorpha (เดิมคือ Cyclorrhapha)[4;5]
ส่วน (section)	Schizophora
ส่วนย่อย (subsection)	Calyptratae
superfamily	Oestroidea
วงศ์ (family)	Calliphoridae[6]

Arthropoda มีรากศัพท์มาจากคำว่า “arthros” หมายถึงข้อต่อ (joint) และคำว่า “poda” หมายถึงเท้า (foot) สัตว์ขาปล้องแตกต่างจากสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอื่นๆ โดยที่สัตว์ขาปล้องมีลักษณะเด่นดังนี้[7]

- ลำตัวและรยางค์ทั้งด้านซ้ายและขวาสมมาตรกัน (bilateral symmetry)
- ลำตัวมีโครงร่างแข็งภายนอก (exoskeleton) ประกอบด้วยไคทิน (chitin)
- ลำตัวภายนอกเป็นปล้อง และช่วงเป็นระยะเอ็มบริโอ (embryo) มีรยางค์ 1 คู่ต่อ 1 ปล้อง
- มีการดัดแปลงรูปร่างของรยางค์ เป็นอวัยวะช่วยในการกินอาหาร (feeding)
- ช่องว่างภายในลำตัว (hemocoel) มีลักษณะเป็นโพรงที่มีโลหิต (hemolymph) บรรจุอยู่
- มีเส้นประสาท (nerve cord) อยู่ด้านท้อง (ventral) และสมองด้านหลัง (dorsal) ของลำตัว

สัตว์ขาปล้องเป็นกลุ่มของสัตว์ที่พบมากที่สุดในโลก ประมาณกันว่า มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 80 ของสัตว์ทั้งหมดบนโลก[8] สัตว์ขาปล้องในชั้น Hexapoda มีลักษณะสำคัญคือ ตัวเต็มวัยมีร่างกายประกอบด้วยส่วนต่างๆ 3 ส่วนคือ ส่วนหัว (head) ส่วนอก (thorax) และส่วนท้อง (abdomen) สัตว์ขาปล้องในชั้นนี้มีหนวด 1 คู่ ปากมีการเปลี่ยนรูปร่างไปเพื่อเป็นปากสำหรับการเคี้ยวหรือเพื่อการดูด ส่วนอก

แบ่งเป็น 3 ส่วนย่อย โดยมีปีก 2 คู่และขา 3 คู่ เป็นรยางค์ที่ยื่นออกจากอก ส่วนท้องแบ่งเป็นปล้องย่อย ปล้องที่ 1 มักหดตัวเล็กลง ส่วนปล้องที่ 8, 9, 10 และอาจรวมปล้องที่ 11 เปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นอวัยวะสืบพันธุ์[9]

สัตว์ขาปล้องในอันดับ Diptera เป็นกลุ่มสัตว์ขาปล้องที่มี 2 ปีก (1 คู่) โดยคำว่า “Diptera” มีรากศัพท์มาจากคำสองคำประกอบกัน คือคำว่า “di” หมายถึงสอง และคำว่า “pteron” หมายถึงปีก ลักษณะของสิ่งมีชีวิตในอันดับ Diptera นี้ มีปีก 1 คู่ติดอยู่กับอกซึ่งปีกเห็นได้ชัดเจน ส่วนปีกคู่ที่ 2 เปลี่ยนรูปร่างเป็นอวัยวะที่ใช้ในการทรงตัวขณะบิน เรียกว่า halter ส่วนปากของตัวเต็มวัยมีการเปลี่ยนรูปร่างเป็นอวัยวะที่ใช้สำหรับซับดูด วัฏจักรชีวิตของสิ่งมีชีวิตอันดับนี้ มีการเปลี่ยนสัณฐานแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis หรือ holometabolous) ประกอบด้วย 4 ระยะคือ ไข่ (egg) ตัวอ่อนหรือตัวหนอน (larva หรือ maggot) ดักแด้ (pupa) และตัวเต็มวัย (adult) สามารถพบสัตว์ขาปล้องในอันดับนี้มากกว่า 100,000 ชนิดบนโลก ที่มีความสำคัญทางการแพทย์ได้แก่ ยุง แมลงวัน เป็นต้น[8]

แมลงวันหัวเขียวเป็นสัตว์ขาปล้องที่จัดอยู่ใน infraorder Muscomorpha หรือชื่อเดิมคือ Cyclorrhapha[4;5] ลักษณะของ infraorder Muscomorpha คือตัวเต็มวัยมีหนวดสั้น ประกอบด้วย 3 ปล้อง ปล้องที่ 3 มีขนเรียกว่า arista ยื่นออกมา ลำตัวแมลงวันปกคลุมด้วยขนแข็ง นักอนุกรมวิธานใช้การกระจายของขนแข็งที่ปกคลุมลำตัวเป็นกุญแจสำคัญในการระบุชนิด (species identification) ของแมลงวัน ระยะตัวอ่อนของสิ่งมีชีวิตใน infraorder Muscomorpha มี head capsule ขนาดเล็ก ส่วนในระยะดักแด้มีการเจริญอยู่ภายในโครงร่างแข็งภายนอก[10]

แมลงวันหัวเขียวมีการกระจายอยู่เกือบทุกทวีปทั่วโลก ยกเว้นทวีปแอนตาร์กติกา ถูกจำแนกออกเป็น 133 สกุล ประกอบด้วย 1,450 ชนิด[11] รองศาสตราจารย์วัฒนศักดิ์ ตุมราศวินและคณะ[12] ได้ทำการสำรวจแมลงวันในราชอาณาจักรไทยและรายงานไว้ในปี พ.ศ. 2522 โดยพบแมลงวันหัวเขียวทั้งหมด 42 ชนิด ต่อมา Yuriy G. Verves ได้รวบรวมรายงานการพบแมลงวันหัวเขียวในซีกโลกตะวันออก พบว่ามีแมลงวันหัวเขียวที่พบในราชอาณาจักรไทย 70 ชนิด[11] อย่างไรก็ตามยังมีแมลงวันหัวเขียวอีก 6 ชนิดที่ไม่ได้มีในรายงานดังกล่าว แต่ได้รับการยืนยันจาก Dr. Hiromu Kurahashi ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแมลงวันหัวเขียวในทวีปเอเชียว่า มีการค้นพบในราชอาณาจักรไทย ทำให้ในปัจจุบันมีแมลงวันหัวเขียวที่พบในราชอาณาจักรไทย 76

ชนิด โดยจัดอยู่ใน 7 วงศ์ย่อย (subfamily) คือวงศ์ย่อย AMENIINAE 5 ชนิด, วงศ์ย่อย BENGALIINAE 12 ชนิด, วงศ์ย่อย CALLIPHORINAE 22 ชนิด, วงศ์ย่อย CHRYSOMYINAE 9 ชนิด, วงศ์ย่อย PHUMOSIINAE 3 ชนิด, วงศ์ย่อย POLLENIINAE 3 ชนิด และวงศ์ย่อย RHINIINAE 22 ชนิด

แมลงวันหัวเขียวที่พบในราชอาณาจักรไทย จำแนกตามวงศ์ย่อยได้ดังนี้

วงศ์ย่อย AMENIINAE

เผ่า (tribe) Ameniini

สกุล *Silbomyia*

Silbomyia asiatica

เผ่า Catapicephalini

สกุล *Catapicephala*

Catapicephala kurahashii

Catapicephala micans

Catapicephala michikoae

Catapicephala sinica

วงศ์ย่อย BENGALIINAE

สกุล *Bengalia*

Bengalia asymmetria

Bengalia bezzii

Bengalia chiangmaiensis

Bengalia emarginat

Bengalia jejuna

Bengalia labiata

Bengalia pseudovaricolor

Bengalia siamensis

Bengalia torosa

Bengalia varicolor

Bengalia xanthopyga

สกุล *Verticia*

Verticia fasciventris

วงศ์ย่อย CALLIPHORINAE

เผ่า Calliphorini

สกุล *Calliphora*

Calliphora pattoni

Calliphora vicina

Calliphora vomitoria

สกุล *Onesia*

Onesia parafacialis

สกุล *Polleniopsis*

Polleniopsis pilosa

สกุล *Tainanina*

Tainanina pilisquama

Tainanina sarcophagoides

สกุล *Tricycleopsis*

Tricycleopsis paradoxa

เผ่า Luciliini (Dr. Hiromu Kurahashi ให้เป็นวงศ์ย่อย)

สกุล *Hemipyrellia*

*Hemipyrellia ligurriens**

Hemipyrellia pulchra

Hemipyrellia tagaliana

สกุล *Hypopygiopsis*

Hypopygiopsis fumipennis

Hypopygiopsis infumata

Hypopygiopsis tumrasvini

สกุล *Lucilia*

สกุลย่อย (subgenus) *Lucilia*

*Lucilia cuprina**

Lucilia porphyrina

Lucilia sinensis

Lucilia papuensis

เผ่า Melanomyini

สกุล *Melinda*

Melinda nigripalpis

Melinda nuortevae

Melinda parafacialis

Melinda scutellata

วงศ์ย่อย CHRYSOMYINAE

เผ่า Chrysomyini

สกุล *Ceylonomyia*

*Ceylonomyia nigripes**

(ชื่อเดิมคือ *Chrysomya nigripes*)

สกุล *Achoetandrus*

*Achoetandrus rufifacies**

(ชื่อเดิมคือ *Chrysomya rufifacies*)

*Achoetandrus villeneuvi**

(ชื่อเดิมคือ *Chrysomya villeneuvi*)

สกุล *Chrysomya*

*Chrysomya bezziana**

*Chrysomya chani**

Chrysomya defixa

*Chrysomya megacephala**

Chrysomya pinguis

Chrysomya thanomthini

วงศ์ย่อย PHUMOSIINAE

สกุล *Caiusa*

Caiusa indica

(Dr. Hiromu Kurahashi ให้เป็น *Phumosia indica*)

Caiusa testacea

(Dr. Hiromu Kurahashi ให้เป็น *Phumosia testacea*)

สกุล *Phumosia*

Phumosia promittens

วงศ์ย่อย POLLENIINAE

สกุล *Dexopollenia*

Dexopollenia fangensis

Dexopollenia yuphae

สกุล *Pollenia*

Pollenia chotei

วงศ์ย่อย RHINIINAE

เผ่า Cosmiini

สกุล *Borbororhinia*

Borbororhinia bivittata

Borbororhinia laojanae

สกุล *Sumatria*

Sumatria chiekoae

สกุล *Cosmina*

Cosmina biplumosa

Cosmina limbipennis

Cosmina nipae

Cosmina pinangiana

Cosmina thailandica

Cosmina vanidae

สกุล *Isomyia*

Isomyia cupreoviridis

Isomyia dotata

Isomyia facialis

Isomyia lugubri

Isomyia viridaurea

เผ่า Rhiniini

สกุล *Idiella*

Idiella divisa

Idiella euidielloides

Idiella mandarina

	Idiella sternalis
สกุล	*Rhinia*
	Rhinia apicalis
สกุล	*Stomorhina*
	Stomorhina discolor
	Stomorhina siamensis
	Stomorhina xanthogaster

หมายเหตุ

• ชนิดของแมลงวันที่แสดงโดยสีแดง เป็นชนิดที่มีรายงานในราชอาณาจักรไทยในปี พ.ศ. 2522 โดย รองศาสตราจารย์วัฒนศักดิ์ ตุมราศวินและคณะ[12]

• ชนิดของแมลงวันที่แสดงโดยสีน้ำเงิน เป็นชนิดที่มีรายงานเพิ่มเติมในราชอาณาจักรไทยในปี พ.ศ. 2548 โดย Yuriy G. Verves[11]

• ชนิดของแมลงวันที่แสดงด้วย * เป็นชนิดที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยาในราชอาณาจักรไทย

แมลงวันหัวเขียวที่สำคัญในราชอาณาจักรไทย

การสำรวจแมลงวันที่มีความสำคัญทางการแพทย์ ทั้งในเขตชุมชนและที่ระดับความสูงต่างๆ ของดอยอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าแมลงวันบ้านเป็นชนิดที่พบได้มากที่สุดในเขตชุมชน (ร้อยละ 81.9 ถึง 85.7) รองลงมาคือแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* (ร้อยละ 9.1 ถึง 15.6) *Achoetandrus rufifacies* และ *Lucilia cuprina* ตามลำดับ ถ้ารวมแมลงวันทั้งสี่ชนิดแล้ว รวมเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 95 ของจำนวนแมลงวันที่สำรวจพบ[13-15] ส่วนการสำรวจแมลงวันตามป่าละเมาะของจังหวัดเชียงใหม่ โดยผู้นิพนธ์และคณะ พบแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มากที่สุด (ร้อยละ 74.6 ถึง 78.0) รองลงมาคือ *Achoetandrus rufifacies* (ร้อยละ 16.8 ถึง 19.6)[16;17] ส่วนแมลงวันชนิดอื่นพบน้อยมาก คือน้อยกว่าร้อยละ 1 ของแมลงวันที่สำรวจพบทั้งหมด

ส่วนแมลงวันที่พบระหว่างปี พ.ศ. 2550 ถึง 2553 ตามป่าละเมาะและป่าที่ระดับความสูง 350 ถึง 2,444 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปางและลำพูน โดยใช้เครื่องในหมูเน่า 1 วันเป็นเหยื่อล่อ เพื่อศึกษาแมลงวันที่อาจเกี่ยวข้องทางนิติเวชกีฏวิทยา พบแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มากที่สุด (ร้อยละ 38) นอกจากนี้ยังพบ *Chrysomya pinguis, Chrysomya chani, Chrysomya thanomthini, Achoetandrus rufifacies, Achoetandrus villeneuvi, Ceylonomyia nigripes, Lucilia cuprina, Lucilia papuensis, Lucilia porphyrina, Hemipyrellia ligurriens, Hemipyrellia pulchra, Hypopygiopsis infumata* และ *Hypopygiopsis tumrasvini*[18]

การกระจายทางภูมิศาสตร์

นักสัตววิทยาได้แบ่งโลกเป็น 6 เขตภูมิศาสตร์สัตว์ (zoogeographical regions บางครั้งอาจเรียก “realms”) ไว้ตั้งแต่กลางคริสต์ศตวรรษที่ 19 โดยยึดตามประวัติและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตในแหล่งต่างๆ แต่ไม่รวมทวีปแอนตาร์กติกา[19] ต่อมาองค์การกองทุนสัตว์ป่าโลกสากล (World Wildlife Fund) ได้ปรับเปลี่ยนเขตภูมิศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ออกเป็น 8 เขต (ecoregion)[20] ดังนี้

- Afrotropic ประกอบด้วยประเทศในทวีปแอฟริกาใต้ ถึงกลางทะเลทราย Sahara
- Antarctic ประกอบด้วยพื้นที่ในทวีปแอนตาร์กติกา
- Australasia ประกอบด้วยทวีปออสเตรเลีย ปาปัวนิวกินี และเกาะบริเวณใกล้เคียง
- Palearctic ประกอบด้วยทวีปยุโรป ทวีปแอฟริกาเหนือ ทวีปเอเชียในตอนเหนือของภูเขาหิมาลัย ตอนกลางของสาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐไอซ์แลนด์และญี่ปุ่น
- Indo-Malay ประกอบด้วยหลายประเทศในแถบเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รัฐอิสลามอัฟกานิสถาน สาธารณรัฐอิสลามปากีสถาน
- Nearctic ประกอบด้วยประเทศในทวีปอเมริกาเหนือ
- Neotropic ประกอบด้วยประเทศในทวีปอเมริกาใต้และหมู่เกาะแคริบเบียน

• Oceania ประกอบด้วยสหพันธรัฐไมโครนีเซีย หมู่เกาะในภูมิภาคเมลานีเซียและโปลินีเซีย

การกระจายตัวของแมลงวันหัวเขียวที่สำคัญในราชอาณาจักรไทย และพื้นที่อื่นของโลก

❖ แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala*[11]

การกระจายตัวของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เป็นดังนี้

• เขต Afrotropic พบทั่วไป

• เขต Australasia พบทั่วไป

• เขต Palearctic พบในหมู่เกาะคะเนรี ราชอาณาจักรสเปน สหพันธรัฐรัสเซีย ราชอาณาจักรซาอุดีอาระเบีย สาธารณรัฐอาหรับอียิปต์ สาธารณรัฐอิสลามอิหร่าน ญี่ปุ่น (เกาะริวกิว) สาธารณรัฐเกาหลี สาธารณรัฐประชาชนจีน (เขตปกครองตนเองทิเบต)

• เขต Indo-Malay พบใน เนการาบรูไนดารุสซาลาม มาเลเซีย (รัฐกลันตัน ซาบาห์ ซาราวัก ปะหัง เประ สลังงอร์) ราชอาณาจักรกัมพูชา รัฐอิสลามอัฟกานิสถาน ราชอาณาจักรเนปาล สหภาพพม่า สาธารณรัฐอินเดีย สาธารณรัฐประชาชนจีน (มณฑลทางใต้ เขตบริหารพิเศษฮ่องกง) สาธารณรัฐประชาชนบังกลาเทศ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ (เกาะปาละวัน ลูซอน ซามาร์ เซบู เนกรอส มินดาเนา เลเต ปาเน)[21] สาธารณรัฐสังคมนิยมประชาธิปไตยศรีลังกา สาธารณรัฐสิงคโปร์ สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม สาธารณรัฐอินโดนีเซีย (เกาะชวา กาลิมันตัน สุมาตรา และสุลาเวสี) สาธารณรัฐอิสลามปากีสถาน ราชอาณาจักรไทย

• เขต Nearctic พบที่สหรัฐเม็กซิโก สหรัฐอเมริกา (มลรัฐทางภาคใต้ดังต่อไปนี้ แคลิฟอร์เนีย จอร์เจีย เทกซัส นิวเม็กซิโก ฟลอริดา แอละแบมา)

• เขต Neotropic พบที่สาธารณรัฐอาร์เจนตินา สหพันธ์สาธารณรัฐบราซิล สาธารณรัฐโคลัมเบีย สาธารณรัฐคอสตาริกา สาธารณรัฐเอกวาดอร์ สาธารณรัฐฮอนดูรัส สาธารณรัฐนิการากัว สาธารณรัฐปารากวัย สาธารณรัฐเปรู สาธารณรัฐเวเนซูเอลา เครือรัฐเปอร์โตริโก

มีรายงานจากมาเลเซียว่าสามารถจับแมลงวันชนิดนี้ได้ที่ป่าบนภูเขา Bering chang ในรัฐปะหังที่ความสูง 2,110 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล[6] ส่วนในราชอาณาจักรไทยมีการกระจายทั่วทุกเขต ในปี พ.ศ. 2519 รองศาสตราจารย์วัฒนศักดิ์ ตุมราศวินและคณะ[15] สำรวจพบแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ทั้งในเขตเมืองและพื้นที่ป่าของภาคเหนือ จนถึงระดับความสูง 1,700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล แต่พบมากในเขตเมืองจนถึงระดับความสูง 500 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ในปี พ.ศ. 2522 รองศาสตราจารย์วัฒนศักดิ์ ตุมราศวินและคณะ[12] ได้สรุปชนิดของแมลงวันที่สำรวจพบในพื้นที่ต่างๆ ของราชอาณาจักรไทย โดยอ้างถึงการสำรวจพบแมลงวันชนิดนี้จำนวน 1 ตัว บริเวณจุดสูงสุดของยอดดอยอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ความสูง 2,667 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล โดย Dr. Rokuro Kano ในปี พ.ศ. 2518 ส่วนการสำรวจของผู้นิพนธ์และคณะ ระหว่างปี พ.ศ. 2550 ถึง 2553 พบแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ทั้งในเขตเมืองและในบริเวณป่าของจังหวัดเชียงใหม่[17] นอกจากนี้ยังพบในความสูงระดับต่างๆ ของดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ จนถึงระดับความสูง 1,700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล รวมทั้งดอยสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่, ดอยนางแก้ว อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ และดอยขุนตาล อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง[18] ซึ่งข้อมูลดังกล่าววิเคราะห์ได้ว่า แมลงวันหัวเขียวชนิดนี้มีความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพอากาศเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำได้ดี สอดคล้องกับการกระจายตัวของ *Chrysomya megacephala* ไปยังภูมิภาคอื่นของโลกที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าในภูมิภาคเขตร้อน เช่น สหรัฐอเมริกา ที่มีรายงานว่าพบแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2527[22] และมีรายงานว่าพบในทวีปยุโรป ที่ราชอาณาจักรสเปน ในปี พ.ศ. 2544[23] ยังไม่มีผู้ระบุว่าสาเหตุใดจึงมีการพบแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ในทวีปยุโรปและอเมริกาในช่วงเวลา 30 ปีที่ผ่านมา แต่ผู้นิพนธ์ตั้งข้อสังเกตว่า โลกในปัจจุบันมีการติดต่อขนส่งระหว่างประเทศมากขึ้น ประกอบกับการเกิดสภาวะโลกร้อนที่อุณหภูมิของประเทศในเขตอบอุ่นสูงขึ้น ทำให้เหมาะสมต่อการแพร่พันธุ์ของแมลงวัน จากการสังเกตได้ว่าบริเวณที่พบแมลงวัน มักเป็นเขตที่ชิดกับเขตร้อน นอกจากนี้การพบแมลงวัน *Chrysomya megacephala* อาจเป็นตัวบ่งชี้ (indicator) ถึงการเป็นเขตชุมชนในบริเวณนั้นได้ (Dr. Hiromu Kurahashi, ข้อมูลติดต่อส่วนตัว)

การสำรวจแมลงวันโดยผู้นิพนธ์และคณะ ในพื้นที่ต่างๆ ของภาคเหนือและภาคกลางของราชอาณาจักรไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 ถึง 2553 พบแมลงวันหัวเขียว

Chrysomya megacephala แพร่กระจายอยู่ที่ระดับความสูงต่างๆ ซึ่งตัวอย่างแสดงข้อมูลเป็นมาตรฐานสากล ดังนี้

Specimens examined. – THAILAND: 1♂, Chiang Mai, Doi Saket, Ban Pang Daeng, 508 m, 25.vii.2007, K.L. Sukontason; 2♂, Chiang Mai, Doi Saket, Ban Pang Daeng, 508 m, 25.vii.2007, T. Chaiwong; 2♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 1,142 m, 25.vii.2007, N. Bunchu; 3♂ 5♀, Lampang, Hang Chat, Doi Khun Tan, 523 m, 28.vii.2007, K.L. Sukontason; 1♂, Lampang, Hang Chat, Doi Khun Tan, 523 m, 28.vii.2007, S. Upakut; 3♂, Chiang Mai, Muang, Huay Tung Tao, 354 m, 3.xii.2007, K. Moophayak; 2♂, Chiang Rai, Mae Chan, Pa Tueng, 449 m, 4.xii.2007, K.L. Sukontason; 3♂ 2♀, Chiang Rai, Mae Chan, Pa Tueng, Huai Ma Hin Fon waterfall, 500 m, 5.xii.2007, K.L. Sukontason; 2♂ 3♀, Chiang Rai, Mae Suay, 457 m, 6.xii.2007, K. Moophayak; 2♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 817 m, 7.xii.2007, R. Ngoen-klan; 3♂, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 905 m, 7.xii.2007, K. Moophayak; 1♂ 5♀, Chon Buri, Muang, 15.i.2009, K. Moophayak; 125♂ 551♀, Chiang Mai, Hang Dong, Ban Pong moo 3, 498 m, 20.v.2009, R. Ngoen-klan; 12♂ 34♀, Chiang Mai, Mae Rim, San Pong, Ban Nhong Arbchang, 310 m, 23.v.2009, R. Ngoen-klan; 10♂ 26♀, Chiang Mai, Mae Rim, Pong Yeang, 746 m, 3.vii.2009, R. Ngoen-klan; 10♂ 96♀, Chiang Mai, Mae Rim, Saluang, 353 m, 15.viii.2009, R. Ngoen-klan; 3♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 1,142 m, 14.xi.2009, K.L. Sukontason; 6♂ 40♀, Chiang Mai, Muang, Mae Hia, Doi Kham temple, 356 m, 25.xi.2009, R. Ngoen-klan; 12♂ 58♀, Chiang Mai, Muang, Fa Ham, 309 m, 7.xii.2009, R. Ngoen-klan; 2♂ 3♀, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Inthanon, 415 m, 11.xii.2009, T. Klongklaew; 9♂ 58♀, Chiang Mai, Muang, Nong Hoi, 311 m, 22.xii.2009, R. Ngoen-klan; 9♂ 21♀, Chiang Mai, Mae Rim, Mae Raem, Tardmok waterfall, 508 m, 6.i.2010, R. Ngoen-klan; 51♂ 62♀, Chiang Mai, Muang, Suthep, 349 m, 8.i.2010, R. Ngoen-klan; 2♂ 86♀, Chiang Mai, Muang, Changpuek, Nong Ho, 385 m, 1.ii.2010, R. Ngoen-klan.

❖ แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis*[6]

การกระจายตัวของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* เป็นดังนี้

• เขต Palearctic พบในญี่ปุ่น (เกาะริวกิว) สาธารณรัฐเกาหลี สาธารณรัฐประชาชนจีน (เขตปกครองตนเองทิเบต)

• เขต Indo-Malay พบในสาธารณรัฐประชาชนบังกลาเทศ เนการาบรูไนดารุสซาลาม ตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน (มณฑลฝูเจี้ยน กวางตุ้ง กวางซี กุ้ยโจว หูหนาน เจียงซี หยุนหนาน เจ้อเจียง เกาะไหหลำ เขตบริหารพิเศษฮ่องกง) สาธารณรัฐอินเดีย (รัฐอัสสัม หิมาจัลประเทศ เกรละ ทมิฬนาฑู เบงกอลตะวันตก) สาธารณรัฐอินโดนีเซีย (เกาะชวา บาหลี กาลิมันตัน สุมาตรา) สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว มาเลเซีย (รัฐซาบาห์ กลันตัน ปะหัง เประ) สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ (เกาะปาละวัน) ราชอาณาจักรเนปาล สาธารณรัฐอิสลามปากีสถาน (ชายแดนทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือและตอนเหนือ) สาธารณรัฐสังคมนิยมประชาธิปไตยศรีลังกา ไต้หวัน ราชอาณาจักรไทย

สำหรับราชอาณาจักรไทย ผู้นิพนธ์และคณะสำรวจพบแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* ในพื้นที่ต่างๆ ของภาคเหนือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 ถึง 2553 ดังนี้

Specimens examined. – THAILAND: 1♂, Chiang Mai, Doi Saket, Ban Pang Aunt, 907 m, 8.iii.2007, N. Bunchu; 4♂ 4♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 1,142 m, 25-26.vii.2007, T. Chaiwong; 1♂ 1♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 1,142 m, 25-26.vii.2007, N. Bunchu; 2♂ 2♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 1,016 m, 26.vii.2007, K.L. Sukontason; 2♂ 2♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 1,142 m, 25-26.vii.2007, K.L. Sukontason; 1♂ 2♀, Chiang Rai, Mae Chan, Pa Tueng, Huai Ma Hin Fon waterfall, 500 m, 5.xii.2007, K.L. Sukontason; 1♂, Chiang Rai, Mae Chan, Pa Tueng, Huai Ma Hin Fon waterfall, 500 m, 5.xii.2007, S. Upakut; 2♂ 3♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 955 m, 5.iii.2008, K. Moophayak; 3♂ 5♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 1,142 m, 6.iii.2008, K. Moophayak; 2♂ 4♀, Chiang Mai, Hang Dong, Ban Pong moo 3, 498 m, 20.v.2009, R. Ngoen-klan; 8♂ 25♀, Chiang Mai, Mae Rim, Mae Raem, Tardmok waterfall, 508 m, 21.v.2009, R. Ngoen-klan; 19♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 1,138 m, 11.vi.2009, R. Ngoen-klan; 3♂ 8♀, Chiang Mai, Mae Rim, Pong Yeang, 746 m, 21.vii.2009, R. Ngoen-klan; 2♂ 3♀, Chiang Mai, Chom

Thong, Doi Inthanon, 415 m, 11.xi.2009, K. Moophayak; 1♀, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Inthanon, 2,149 m, 11.xi.2009, K. Moophayak; 1♀, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Inthanon, 1,494 m, 11.xi.2009, K. Moophayak; 1♂ 2♀, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Inthanon, 2,444 m, 12.xi.2009, K. Moophayak; 1♂ 1♀, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Inthanon, 1,104 m, 13.xi.2009, K. Moophayak; 6♂ 1♀, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Inthanon, 1,142 m, 14.xi.2009, K. Moophayak.

❖ แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya chani*[11]

แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya chani* พบกระจายในเขต Indo-Malay เป็นหลัก ได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนบังกลาเทศ ตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน (มณฑลกวางตุ้ง เกาะไหหลำ) สาธารณรัฐอินเดีย (รัฐอัสสัม หิมาจัลประเทศ เกรละ ทมิฬนาฑู เบงกอลตะวันตก) สาธารณรัฐอินโดนีเซีย (เกาะกาลิมันตัน) มาเลเซีย (รัฐซาบาห์ ปะหัง เประ สลังงอร์) สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ (เกาะปาละวัน ลูซอน ซามาร์ มินดาเนา)[21] ราชอาณาจักรเนปาล สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม สาธารณรัฐสิงคโปร์ สาธารณรัฐสังคมนิยมประชาธิปไตยศรีลังกา ไต้หวัน ราชอาณาจักรไทย

การสำรวจในมาเลเซียพบ *Chrysomya chani* ที่ระดับความสูง 60 ถึง 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล[6] สำหรับราชอาณาจักรไทย รองศาสตราจารย์วัฒนศักดิ์ ตุมราศวินและคณะ[12] ทำการสำรวจในปี พ.ศ. 2519 พบ *Chrysomya chani* ในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศ รวมถึงที่ระดับความสูง 1,400 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล การสำรวจปี พ.ศ. 2550 ถึง 2553 ของผู้นิพนธ์และคณะ พบแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ที่ระดับความสูง 335 ถึง 1,142 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ดังนี้

Specimens examined. – THAILAND: 2♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 972 m, 7.iii.2007, N. Bunchu; 2♂ 1♀, Chiang Mai, Doi Saket, Nam Mae Kuang, 551 m, 7.iii.2007, K. Moophayak; 1♂ 1♀, Chiang Mai, Hang Dong, Huay Mae Kanin, 552 m, 13.iii.2007, N. Bunchu; 1♂ 2♀, Chiang Mai, Doi Saket, Ban Pang Aunt, 907 m, 8.iii.2007, N. Bunchu; 1♂ 1♀, Chiang Mai, Muang, Huay Tung Tao, 335 m, 24.vii.2007, N. Bunchu; 1♂ 1♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 817 m, 27.vii.2007, K. Moophayak; 4♀, Lampang, Hang Chat, Doi Khun Tan, 523 m, 28.vii.2007, T. Chaiwong; 2♂ 3♀, Chiang Rai, Mae Chan, Pa Tueng, Huai Ma Hin

Fon waterfall, 500 m, 5.xii.2007, K.L. Sukontason; 2♂ 3♀, Chiang Rai, Mae Chan, Pa Tueng, Huai Ma Hin Fon waterfall, 500 m, 5.xii.2007, T. Chaiwong; 2♂ 8♀, Lampang, Hang Chat, Doi Khun Tan, 523 m, 8.xii.2007, K.L. Sukontason; 1♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 866 m, 5.iii.2008, K. Moophayak; 1♂ 5♀, Lampang, Hang Chat, Doi Khun Tan, 523 m, 7.iii.2008, K. Moophayak; 1♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 931 m, 5.iii.2008, K. Moophayak; 2♀, Chiang Mai, Muang, Suthep, 349 m, 19.v.2009, R. Ngoen-klan; 1♂ 1♀, Chiang Mai, Hang Dong, Ban Pong moo 4, 363 m, 20.v.2009, R. Ngoen-klan; 12♂ 25♀, Chiang Mai, Hang Dong, Ban Pong moo 3, 498 m, 20.v.2009, R. Ngoen-klan; 4♀, Chiang Mai, Muang, Mae Hia, Doi Kham temple, 356 m, , 26.vi.2009, R. Ngoen-klan; 1♂ 2♀, Chiang Mai, Mae Rim, Pong Yeang, 746 m, 21.vii.2009, R. Ngoen-klan; 4♂, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 918 m, 13.xi.2009, K. Moophayak; 2♂ 2♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 1,142 m, 14.xi.2009, K. Moophayak; 1♂ 1♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 1,075 m, 7.xii.2009, T. Chaiwong.

❖ แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya bezziana*[11]

แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya bezziana* มีการกระจายตัว ดังต่อไปนี้

• เขต Afrotropic พบทั่วไป

• เขต Australasia พบในเครือรัฐออสเตรเลีย ปาปัวนิวกินี

• เขต Palearctic พบในสาธารณรัฐอิสลามอิหร่าน รัฐบาห์เรน ราชอาณาจักรซาอุดีอาระเบีย รัฐคูเวต สาธารณรัฐอิรัก รัฐกาตาร์ สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์

• เขต Indo-Malay พบในสาธารณรัฐประชาชนบังกลาเทศ เนการาบรูไนดารุสซาลาม ราชอาณาจักรกัมพูชา ตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน (มณฑลฝูเจี้ยน กวางตุ้ง กวางซี เกาะไหหลำ หยุนหนาน) สาธารณรัฐอินเดีย สาธารณรัฐอินโดนีเซีย สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว มาเลเซีย (รัฐซาบาห์ ซาราวัก ปะหัง) ราชอาณาจักรไทย สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ (เกาะปาละวัน)[21]

การสำรวจในมาเลเซียพบที่ความสูง 60 ถึง 894 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล[6] รองศาสตราจารย์วัฒนศักดิ์ ตุมราศวินและคณะ[12] สำรวจในราชอาณาจักรไทย ในปี พ.ศ. 2519 พบ *Chrysomya bezziana* บริเวณพื้นที่ต่างๆ รวมทั้งที่ความสูง 2,300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลที่ดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่

❖ แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya thanomthini*[11]

แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya thanomthini* กระจายตัวในเขต Indo-Malay เป็นหลัก ได้แก่ เนการาบรูไนดารุสซาลาม สาธารณรัฐประชาชนจีน (มณฑลหยุนหนาน) สาธารณรัฐอินโดนีเซีย (เกาะกาลิมันตัน ชวา บาหลี) มาเลเซีย (รัฐซาบาห์ ซาราวัก) ราชอาณาจักรเนปาล สหภาพพม่า ราชอาณาจักรไทย

สำหรับราชอาณาจักรไทย ผู้นิพนธ์และคณะสำรวจพบแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya thanomthini* ตามพื้นที่ต่างๆ ของภาคเหนือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 ถึง 2553 แพร่กระจายอยู่ที่ระดับความสูงต่างๆ ดังนี้

Specimens examined. – THAILAND: 2♂ 2♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 972 m, 8.iii.2007, N. Bunchu; 1♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 1,016 m, 25.vii.2007, T. Chaiwong; 1♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 1,016 m, 6.xii.2007, S. Upakut; 1♂, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 1,075 m, 7.xii.2007, S. Upakut; 1♂ 3♀, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Inthanon, 2,149 m, 11.xi.2009, K. Moophayak; 1♀, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Inthanon, 2,444 m, 12.xi.2009, K. Moophayak; 1♂, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Inthanon, 444 m, 12.xi.2009, K. Moophayak.

❖ แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies*[11]

แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* มีการกระจายตัวในเขตร้อนชื้นทั่วโลก ดังต่อไปนี้

• เขต Australasia พบในเครือรัฐออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ ปาปัวนิวกินี เฟรนช์โปลินีเซีย รัฐเอกราชซามัว (ทางตะวันตก) สาธารณรัฐฟิจิ สาธารณรัฐวานูอาตู สาธารณรัฐหมู่เกาะมาร์แชลล์ สหพันธรัฐไมโครนีเซีย สาธารณรัฐปาเลา

• เขต Palearctic พบในสาธารณรัฐประชาชนจีน (ทางตอนเหนือได้แก่ มณฑลอานฮุย เหอหนาน เจียงซู เทศบาลนครเซี่ยงไฮ้) สาธารณรัฐอิสลามอิหร่าน สาธารณรัฐคาซัคสถาน สาธารณรัฐเกาหลี ญี่ปุ่น

• เขต Indo-Malay พบในสาธารณรัฐประชาชนบังกลาเทศ ราชอาณาจักรภูฏาน เนการาบรูไนดารุสซาลาม ราชอาณาจักรกัมพูชา สาธารณรัฐประชาชนจีน (มณฑลฝูเจี้ยน กวางตุ้ง กวางซี ไหหลำ เจียงซี หยุนหนาน เจ้อเจียง) สาธารณรัฐอินเดีย (รัฐอานธรประเทศ อรุณาจัลประเทศ อัสสัม พิหาร กัว หิมาจัลประเทศ

กรณาฏกะ เกรละ มัธยประเทศ มหาราษฏระ มณีปุระ เมฆาลัย นาคาแลนด์ โอริสสา ปัญจาบ ทมิฬนาฑู ตริปุระ อุตตรประเทศ เบงกอลตะวันตก ดินแดนสหภาพพอนดิเชอร์รี) สาธารณรัฐอินโดนีเซีย (เกาะอมันบา บาหลี ชวา กาลิมันตัน สุลาเวสี สุมาตรา) มาเลเซีย (รัฐซาบาห์ ซาราวัก ปะหัง เประ สลังงอร์) ราชอาณาจักรเนปาล สหภาพพม่า สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สาธารณรัฐอิสลามปากีสถาน สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ (เกาะปาละวัน ลูซอน ซามาร์ มินดาเนา เลเต)[21] สาธารณรัฐสิงคโปร์ สาธารณรัฐสังคมนิยมประชาธิปไตยศรีลังกา สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม ไต้หวัน ราชอาณาจักรไทย

• เขต Nearctic พบที่หมู่เกาะบริติชเวอร์จิน สหรัฐเม็กซิโก สหรัฐอเมริกา (มลรัฐแคลิฟอร์เนีย แอละแบมา แอริโซนา อาร์คันซอ จอร์เจีย เทกซัส เทนเนสซี โคโลราโด ฟลอริดา เนแบรสกา ลุยเซียนา)

• เขต Neotropic พบที่สาธารณรัฐอาร์เจนตินา สาธารณรัฐโคลัมเบีย สาธารณรัฐคอสตาริกา สาธารณรัฐนิการากัว เครือรัฐเปอร์โตริโก

การสำรวจในมาเลเซียพบที่ระดับความสูง 894 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล[6] ส่วนการสำรวจแมลงวันโดยผู้นิพนธ์และคณะ บริเวณพื้นที่ต่างๆ ของภาคเหนือและภาคกลางของราชอาณาจักรไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 ถึง 2553 พบแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* แพร่กระจายอยู่ที่ระดับความสูงต่างๆ ดังนี้

Specimens examined. – THAILAND: 1♀, Chiang Mai, Doi Saket, Ban Pang Aunt, 907 m, 8.iii.2007, N. Bunchu; 1♀, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Inthanon, 924 m, 12.iii.2007, N. Bunchu; 1♂ 2♀, Chiang Mai, Sa Moeng - Hang Dong Rd, 390 m, 13.iii.2007, N. Bunchu; 1♂ 1♀, Chiang Mai, Hang Dong, Huay Mae Kanin, 552 m, 13.iii.2007, N. Bunchu; 5♂ 2♀, Lampang, Hang Chat, Doi Khun Tan, 523 m, 7.vii.2007, K. Moophayak; 1♂ 3♀, Lampang, Hang Chat, Doi Khun Tan, 523 m, 8.vii.2007, K.L. Sukontason; 40♂ 25♀, Chiang Mai, Huay Tung Tao, Muang, 405 m, 5.iii.2008, K. Moophayak; 2♂ 2♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 866 m, 5.iii.2008, K. Moophayak; 4♀, Kanchanaburi, Ban U Long, Thong Pa Phoom, 16.i.2009, K. Moophayak; 1♂ 2♀, Chiang Mai, Muang, Chang Puek, 8.iii.2009, K. Moophayak; 3♂ 4♀, Chiang Mai, Hang Dong, Ban Pong, 1.iv.2009, K. Moophayak; 1♂ 1♀, Chiang Mai, Hang Dong, Nong kaeow, 552 m, 2.iv.2009, K. Moophayak; 1♂ 1♀, Chiang Mai, Hang Dong, Nam Phare, 326 m, 2.iv.2009,

K. Moophayak; 2♂ 2♀, Chiang Mai, Muang, Fah-ham, 309 m, 5.iv.2009, K. Moophayak; 3♀, Chiang Mai, Mae Rim, Saluang, 353 m, 6.iv.2009, K. Moophayak; 1♂, Chiang Mai, Mae Rim, San Pong, 6.iv.2009, K. Moophayak; 11♂ 78♀, Chiang Mai, Muang, Mae Hia, Doi Kham temple, 356 m, 18.v.2009, R. Ngoen-klan; 14♂ 51♀, Chiang Mai, Muang, Suthep, 349 m, 19.v.2009, R. Ngoen-klan; 14♂ 28 ♀, Chiang Mai, Hang Dong, Nam Phrae, 326 m, 9.vi.2009, R. Ngoen-klan; 3♂ 6♀, Chiang Mai, Mae Rim, Pong Yeang, 746 m, 3.vii.2009, R. Ngoen-klan; 31♂ 52♀, Chiang Mai, Mae Rim, San Pong, Ban Nhong Arbchang, 310 m, 25.vii.2009, R. Ngoen-klan; 4♀, Chiang Mai, Hang Dong, Ban Pong moo 4, 363 m, 13.viii.2009, R. Ngoen-klan; 4♂ 17♀, Chiang Mai, Muang, Nong Hoi, 311 m, 12.ix.2009, R. Ngoen-klan; 3♂ 9♀, Chiang Mai, Muang, Fa Ham, 309 m, 7.xi.2009, R. Ngoen-klan.

❖ แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus villeneuvi* [11]

แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus villeneuvi* มีการกระจายตัวในเขตร้อนของทวีปเอเชีย โดยเฉพาะเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณที่พบเป็นเขต Indo-Malay ได้แก่ เนการาบรูไนดารุสซาลาม มาเลเซีย (รัฐซาบาห์ ซาราวัก เประ ปะหัง สลังงอร์) ราชอาณาจักรเนปาล สหภาพพม่า สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สาธารณรัฐประชาชนจีนทางตอนใต้ (มณฑลหยุนหนาน ไหหลำ) ไต้หวัน สาธารณรัฐสังคมนิยมประชาธิปไตยศรีลังกา สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม สาธารณรัฐอินเดีย (รัฐกรณาฏกะ ทมิฬนาฑู) สาธารณรัฐอินโดนีเซีย (เกาะกาลิมันตัน บาหลี สุมาตรา) ราชอาณาจักรไทย สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ (เกาะปาละวัน)[21]

ในรัฐซาบาห์ของมาเลเซีย สามารถจับแมลงวันชนิดนี้ได้ที่ระดับความสูงต่างๆ จนถึง 1,700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล[6] สำหรับราชอาณาจักรไทย มีการสำรวจในภาคเหนือโดยรองศาสตราจารย์วัฒนศักดิ์ ตุมราศวินและคณะในปี พ.ศ. 2519[15] พบ *Achoetandrus villeneuvi* ที่ระดับความสูงต่างๆ ตั้งแต่ 500 ถึง 1,700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ส่วนใหญ่พบมากที่ระดับความสูง 800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ปี พ.ศ. 2522 รองศาสตราจารย์วัฒนศักดิ์ ตุมราศวินและคณะ[12] สรุปการสำรวจพบแมลงวันชนิดนี้ในพื้นที่ต่างๆ ของราชอาณาจักรไทย พบที่ทุกระดับความสูง จนถึง 1,685 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ของบริเวณดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนการสำรวจ

ของผู้นิพนธ์และคณะในปี พ.ศ. 2550 ถึง 2553 พบแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 310 เมตรจนถึง 1,587 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล[18] ดังนี้

Specimens examined. – THAILAND: 1♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 1,587 m, 4.iii.2007, K. Moophayak; 1♀, Chiang Mai, Doi Saket, Nam Mae Kuang, 551 m, 7.iii.2007, N. Bunchu; 1♂, Chiang Mai, Doi Saket, Ban Pang Aunt, 907 m, 8.iii.2007, K. Moophayak; 2♂, Chiang Rai, Mae Chan, Pa Tueng, Huai Ma Hin Fon waterfall, 500 m, 5.xii.2007, T. Chaiwong; 1♂ 1♀, Chiang Rai, Mae Suay, 461 m, 6.xii.2007, K.L. Sukontason; 1♂ 1♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 817 m, 7.xii.2007, T. Chaiwong; 3♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 1,075 m, 7.xii.2007, R. Ngoen-klan; 2♂ 1♀, Lampang, Hang Chat, Doi Khun Tan, 523 m, 8.xii.2007, S. Upakut; 2♂ 2♀, Lampang, Hang Chat, Doi Khun Tan, 523 m, 8.xii.2007, K.L. Sukontason; 2♂ 3♀, Chiang Mai, Muang, Huay Tung Tao, 405 m, 5.iii.2008, K. Moophayak; 1♀, Chiang Mai, Muang, Mae Hia, Doi Kham temple, 356 m, 18.v.2009, K. Moophayak; 1♂ 1♀, Chiang Mai, Muang, Mae Hia, Doi Kham temple, 356 m, 18.v.2009, R. Ngoen-klan; 2♂ 24♀, Chiang Mai, Hang Dong, Ban Pong moo 3, 498 m, 20.v.2009, R. Ngoen-klan; 24♂ 42♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 1,138 m, 25.v.2009, R. Ngoen-klan; 7♀, Chiang Mai, Hang Dong, Ban Pong moo 4, 363 m, 9.vi.2009, R. Ngoen-klan; 1♂ 15♀, Chiang Mai, Mae Rim, Huey Tueng Tao, 335 m, 16.viii.2009, R. Ngoen-klan; 1♂ 3♀, Chiang Mai, Mae Rim, San Pong, Ban Nhong Arbchang, 310 m, 21.vii.2009, R. Ngoen-klan; 1♂, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 918 m, 13.xi.2009, T. Klong-klaew.

❖ แมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes*[11]

แมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* มีการกระจายตัว ดังนี้

• เขต Australasia พบในเครือรัฐออสเตรเลีย สหพันธรัฐไมโครนีเซีย ปาปัวนิวกินี หมู่เกาะโซโลมอน สาธารณรัฐวานูอาตู

• เขต Palearctic พบในญี่ปุ่น (เกาะริวกิว)

• เขต Indo-Malay พบในสาธารณรัฐประชาชนจีนทางตอนใต้ (มณฑลหยุนหนาน ไหหลำ) สาธารณรัฐอินเดีย สาธารณรัฐอินโดนีเซีย (เกาะชวา) สาธารณรัฐ

ประชาธิปไตยประชาชนลาว มาเลเซีย (รัฐซาบาห์ เประ ปะหัง สลังงอร์) ราชอาณาจักรเนปาล สาธารณรัฐอิสลามปากีสถาน (ชายแดนทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ) สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ (เกาะปาละวัน ลูซอน ซามาร์ มินดาเนา)[21] สาธารณรัฐสังคมนิยมประชาธิปไตยศรีลังกา ไต้หวัน สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม ราชอาณาจักรไทย

การสำรวจในมาเลเซียพบ *Ceylonomyia nigripes* ที่ระดับความสูง 60 ถึง 1,600 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล[6] รองศาสตราจารย์วัฒนศักดิ์ ตุมราศวินและคณะทำการสำรวจแมลงวันในภาคเหนือของราชอาณาจักรไทย ในปี พ.ศ. 2519[15] พบ *Ceylonomyia nigripes* ที่ระดับความสูง 500 ถึง 1,700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล โดยพบมากที่สุดคือที่ระดับความสูง 800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ต่อมาในปี พ.ศ. 2522 รองศาสตราจารย์วัฒนศักดิ์ ตุมราศวินและคณะ[12] รายงานสรุปการสำรวจพบแมลงวันหัวเขียวในพื้นที่ต่างๆ ของราชอาณาจักรไทย รวมทั้งที่ระดับความสูง 1,351 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ที่บริเวณเขาเขียว จังหวัดนครราชสีมา เมื่อวิเคราะห์จากลักษณะการกระจายตัวทางภูมิศาสตร์ที่พบได้หลายประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แม้ยังไม่มีรายงานการพบแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้จากราชอาณาจักรกัมพูชา ผู้นิพนธ์สันนิษฐานว่า จากระดับความสูงและลักษณะภูมิประเทศที่คล้ายคลึงกัน แมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* น่าจะมีอยู่ในราชอาณาจักรกัมพูชาด้วยเช่นกัน

การสำรวจแมลงวันโดยผู้นิพนธ์และคณะ บริเวณพื้นที่ต่างๆ ของภาคเหนือและภาคกลางของราชอาณาจักรไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 ถึง 2553 พบแมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* แพร่กระจายอยู่ที่ระดับความสูงต่างๆ ดังนี้

Specimens examined. – THAILAND: 1♂ 2♀, Chiang Mai, Doi Saket, Ban Pang Daeng, 551 m, 7.iii.2007, K. Moophayak; 1♀, Chiang Mai, Doi Saket, Nam Mae Wan bridge, 442 m, 7.iii.2007, N. Bunchu; 1♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 972 m, 7.iii.2007, T. Chaiwong; 1♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 972 m, 8.iii.2007, N. Bunchu; 1♂, Chiang Rai, Muang, Khun Korn waterfall, 630 m, 5.xii.2007, T. Chaiwong; 2♂ 10♀, Lampang, Hang Chat, Doi Khun Tan, 523 m, 8.xii.2007, T. Chaiwong; 3♂ 1♀, Lampang, Hang Chat, Doi Khun Tan, 523 m, 8.xii.2007, K.L. Sukontason; 3♂ 4♀, Kanchanaburi, Thong Pa Phoom, Ban U Long, 16.i.2009, K. Moophayak; 2♂ 37♀, Chiang Mai, Hang Dong, Ban Pong moo 3, 498 m, 20.v.2009, R. Ngoen-klan; 1♀, Chiang Mai, Mae

Rim, Pong Yeang, 746 m, 21.v.2009, R. Ngoen-klan; 2♀, Chiang Mai, Muang, Changpuek, Nong Ho, 385 m, 26.v.2009, R. Ngoen-klan; 1♂ 2♀, Chiang Mai, Muang, Mae Hia, Doi Kham temple, 356 m, 8.vi.2009, R. Ngoen-klan; 2♂ 1♀, Chiang Mai, Hang Dong, Ban Pong moo 4, 363 m, 9.vi.2009, R. Ngoen-klan; 1♂ 1♀, Chiang Mai, Mae Rim, Huey Tueng Tao, 335 m, 10.vi.2009, R. Ngoen-klan; 1♀, Chiang Mai, Muang, Suthep, 349 m, 25.vi.2009, R. Ngoen-klan; 1♂ 2♀, Chiang Mai, Mae Rim, Mae Raem, Tardmok waterfall, 508 m, 3.vii.2009, R. Ngoen-klan.

❖ แมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina*[24]

แมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* มีการกระจายตัว ดังนี้

• เขต Afrotropic พบทั่วไป

• เขต Australasia พบในเครือรัฐออสเตรเลีย สาธารณรัฐฟิจิ สาธารณรัฐคิริบาส สาธารณรัฐหมู่เกาะมาร์แชลล์ นิวซีแลนด์ สาธารณรัฐปาเลา ปาปัวนิวกินี สาธารณรัฐวานูอาตู

• เขต Palearctic เช่น รัฐอิสลามอัฟกานิสถาน ราชอาณาจักรสเปน สหพันธรัฐรัสเซีย สาธารณรัฐอาหรับอียิปต์ สาธารณรัฐอิสลามอิหร่าน สาธารณรัฐอิรัก สาธารณรัฐเช็ก รัฐอิสราเอล สาธารณรัฐคาซัคสถาน ญี่ปุ่น สาธารณรัฐประชาชนจีน (เขตปกครองตนเองทิเบต) สาธารณรัฐเกาหลี ทางตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปยุโรป

• เขต Indo-Malay พบในเนการาบรูไนดารุสซาลาม สาธารณรัฐประชาชนบังกลาเทศ ราชอาณาจักรกัมพูชา สาธารณรัฐประชาชนจีน (มณฑลกวางตุ้ง ฝูเจี้ยน กวางซี กุ้ยโจว ไหหลำ หูหนาน เจียงซี หยุนหนาน เจ้อเจียง เขตบริหารพิเศษฮ่องกง) สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ (เกาะปาละวัน ลูซอน มินดาเนา) มาเลเซีย (รัฐปะหัง เประ สลังงอร์) ราชอาณาจักรเนปาล สหภาพพม่า สาธารณรัฐอินเดีย สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ไต้หวัน สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม ราชอาณาจักรไทย

• เขต Nearctic พบทางตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา

• เขต Neotropic ได้แก่ สาธารณรัฐอาร์เจนตินา สหพันธ์สาธารณรัฐบราซิล สาธารณรัฐโคลัมเบีย สาธารณรัฐปารากวัย อุรุกวัย

มีรายงานการสำรวจพบแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ได้ที่ระดับความสูง 300 ถึง 1,700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ในรัฐปะหังของมาเลเซีย[6] สำหรับราชอาณาจักรไทย มีการสำรวจพบ *Lucilia cuprina* ที่ระดับความสูงต่างๆ ของภาคเหนือ ทั้งในเขตเมืองและพื้นที่สูง 500 ถึง 1,400 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ที่พบมากคือเขตเมืองหรือเขตชุมชน โดยการสำรวจของรองศาสตราจารย์วัฒนศักดิ์ ตุมราศวินและคณะในปี พ.ศ. 2519[15] ส่วนการสำรวจของผู้นิพนธ์และคณะ ระหว่างปี พ.ศ. 2550 ถึง 2551 ไม่พบแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 354 เมตรจนถึง 1,107 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล เนื่องจากเป็นเขตป่า ไม่ใช่เขตชุมชน[18] การสำรวจต่อมาระหว่างปี พ.ศ. 2552 ถึง 2553 ในพื้นที่ต่างๆ ของภาคเหนือและภาคกลาง พบแมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* แพร่กระจายอยู่ที่ระดับความสูงประมาณ 294 ถึง 363 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ดังนี้

Specimens examined. – THAILAND: 2♀, Chon Buri, Bang Saen beach, 15.i.2009, K. Moophayak; 3♀, Chiang Mai, Hang Dong, Ban Pong moo 4, 363 m, 20.v.2009, R. Ngoen-klan; 2♀, Chiang Mai, Hang Dong, Sop Maekha, M.2, 294 m, 24.v.2009, R. Ngoen-klan; 6♂, Chiang Mai, Hang Dong, Nhong Kaeo, 306 m, 13.vi.2009, R. Ngoen-klan; 1♀, Chiang Mai, Mae Rim, San Pong, Ban Nhong Arbchang, 310 m, 14.vi.2009, R. Ngoen-klan; 2♀, Chiang Mai, Muang, Suthep, 349 m, 25.vii.2009, R. Ngoen-klan; 2♀, Chiang Mai, Hang Dong, Nam Phrae, 326 m, 10.viii.2009, R. Ngoen-klan; 4♀, Chiang Mai, Muang, Fa Ham, 309 m, 16.viii.2009, R. Ngoen-klan; 1♀, Chiang Mai, Muang, Mae Hia, Doi Kham temple, 356 m, 1.ix.2009, R. Ngoen-klan; 1♀, Chiang Mai, Mae Rim, Saluang, 353 m, 26.xi.2009, R. Ngoen-klan; 2♀, Chiang Mai, Muang, Nong Hoi, 311 m, 2.ii.2010, R. Ngoen-klan.

❖ แมลงวันหัวเขียว *Lucilia porphyrina*[11]

แมลงวันหัวเขียว *Lucilia porphyrina* มีการกระจายตัว ดังนี้

• เขต Australasia พบในเครือรัฐออสเตรเลีย (รัฐนิวเซาท์เวลส์ ควีนสแลนด์) ปาปัวนิวกินี

• เขต Palearctic พบในญี่ปุ่น (เกาะริวกิว) สาธารณรัฐเกาหลี สาธารณรัฐประชาชนจีน (เขตปกครองตนเองทิเบต)

• เขต Indo-Malay พบในสาธารณรัฐประชาชนบังกลาเทศ ราชอาณาจักรเนปาล สาธารณรัฐประชาชนจีน (มณฑลฝูเจี้ยน กวางตุ้ง กุ้ยโจว หูหนาน เจียงซี หยุนหนาน เจ้อเจียง) สาธารณรัฐอินเดีย (รัฐหิมาจัลประเทศ) สาธารณรัฐอินโดนีเซีย (เกาะชวา สุมาตรา) สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว มาเลเซีย (รัฐกลันตัน ซาบาห์ ปะหัง) สาธารณรัฐอิสลามปากีสถาน (ชายแดนตะวันตกเฉียงเหนือ พื้นที่ตอนเหนือ) สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ สาธารณรัฐสังคมนิยมประชาธิปไตยศรีลังกา ไต้หวัน ราชอาณาจักรไทย

ผู้นิพนธ์และคณะได้ทำการสำรวจแมลงวัน ของภาคเหนือของราชอาณาจักรไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2550 ถึง 2553 พบแมลงวันหัวเขียว *Lucilia porphyrina* แพร่กระจายอยู่ในพื้นที่สูง คือตั้งแต่ 335 เมตรจนถึง 2,444 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ดังนี้

Specimens examined. – THAILAND: 2♂ 2♀, Chiang Mai, Muang, Huay Tung Tao, 335 m, 3.xii.2007, K.L. Sukontason; 1♂ 1♀, Chiang Rai, Mae Chan, Pa Tueng, 439 m, 4.xii.2007, K. Moophayak; 1♂ 1♀, Chiang Rai, Muang, Khun Korn waterfall, 630 m, 5.xii.2007, K. Moophayak; 2♂, Chiang Rai, Mae Chan, Pa Tueng, Huai Ma Hin Fon waterfall, 500 m, 5.xii.2007, K.L. Sukontason; 4♀, Chiang Rai, Mae Suay, 461 m, 6.xii.2007, T. Chaiwong; 3♂ 5♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 1,107 m, 6.xii.2007, K. Moophayak; 3♂ 1♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 1,016 m, 6.xii.2007, T. Chaiwong; 1♂, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 1,075 m, 7.xii.2007, R. Ngoen-klan; 33♂ 60♀, Lampang, Hang Chat, Doi Khun Tan, 493 m, 8.xii.2007, K. Moophayak; 15♂ 13♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 866 m, 5.iii.2008, K. Moophayak; 4♂ 2♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 955 m, 5.iii.2008, K. Moophayak; 2♂ 2♀, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Inthanon, 1,494 m, 11.xi.2009, K. Moophayak; 1♂ 7♀, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Inthanon, 2,149 m, 11.xi.2009, K. Moophayak; 3♂ 3♀, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Inthanon, 2,444 m, 12.xi.2009, K. Moophayak; 1♂ 2♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 918 m, 13.xi.2009, K. Moophayak; 1♂ 2♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 1,104 m, 13.xi.2009, K. Moophayak.

❖ แมลงวันหัวเขียว *Lucilia papuensis*[11]

แมลงวันหัวเขียว *Lucilia papuensis* มีการกระจายตัว ดังนี้

• เขต Australasia พบในเครือรัฐออสเตรเลีย (รัฐนิวเซาท์เวลส์ ควีนสแลนด์) ปาปัวนิวกินี ไมโครนีเซีย สาธารณรัฐวานูอาตู

• เขต Palearctic พบในญี่ปุ่น (เกาะริวกิว) สาธารณรัฐเกาหลี สาธารณรัฐประชาชนจีน (เขตปกครองตนเองทิเบต)

• เขต Indo-Malay พบในสาธารณรัฐประชาชนบังกลาเทศ สาธารณรัฐประชาชนจีน ราชอาณาจักรภูฏาน สาธารณรัฐอินเดีย (รัฐกรณาฏกะ เกรละ) สาธารณรัฐอินโดนีเซีย (เกาะชวา สุมาตรา กาลิมันตัน สุลาเวสี) สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว มาเลเซีย (รัฐซาบาห์ ปะหัง) ราชอาณาจักรเนปาล สหภาพพม่า สาธารณรัฐอิสลามปากีสถาน (ชายแดนตะวันตกเฉียงเหนือ) สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ (เกาะลูซอน เกาะมินดาเนา) สาธารณรัฐสังคมนิยมประชาธิปไตยศรีลังกา สาธารณรัฐสิงคโปร์ ไต้หวัน ราชอาณาจักรไทย

ผู้นิพนธ์และคณะได้ทำการสำรวจแมลงวันในพื้นที่ต่างๆ ของภาคเหนือของราชอาณาจักรไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2550 ถึง 2553 พบแมลงวันหัวเขียว *Lucilia papuensis* แพร่กระจายอยู่ที่ระดับความสูงต่างๆ ดังนี้

Specimens examined. – THAILAND: 1♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 817 m, 4.iii.2007, K. Moophayak; 3♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 1,587 m, 4.iii.2007, N. Bunchu; 1♂ 2♀, Chiang Mai, Doi Saket, Doi Nang Kaew, 972 m, 8.iii.2007, N. Bunchu; 3♂, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Inthanon, Ban Mae Klang, 924 m, 12.iii.2007, N. Bunchu; 2♀, Chiang Rai, Mae Chan, Pa Tueng, 449 m, 4.xii.2007, K.L. Sukontason; 1♂ 2♀, Lampang, Hang Chat, Doi Khun Tan, 523 m, 8.xii.2007, K.L. Sukontason; 1♂ 2♀, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Inthanon, 415 m, 11.xi.2009, K. Moophayak; 1♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 918 m, 13.xi.2009, K. Moophayak; 1♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 1,104 m, 13.xi.2009, K. Moophayak; 4♀, Chiang Mai, Doi Saket, Ban Pang Daeng, 589 m, 14.xi.2009, K. Moophayak.

❖ แมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia ligurriens*[6]

แมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia ligurriens* มีการกระจายตัว ดังนี้

• เขต Australasia พบในเครือรัฐออสเตรเลีย (รัฐควีนสแลนด์) นิวซีแลนด์ ปาปัวนิวกินี รัฐเอกราชซามัว (ทางทิศตะวันตก)

• เขต Palearctic พบในญี่ปุ่น สาธารณรัฐเกาหลี สาธารณรัฐประชาชนจีน (เขตปกครองตนเองทิเบต)

• เขต Indo-Malay พบที่สาธารณรัฐประชาชนบังกลาเทศ ราชอาณาจักรเนปาล สาธารณรัฐประชาชนจีน (มณฑลฝูเจี้ยน กวางตุ้ง กวางซี ไหหลำ เจียงซี หยุนหนาน เจ้อเจียง กุ้ยโจว) สาธารณรัฐอินเดีย (รัฐพิหาร หิมาจัลประเทศ กรณาฏกะ เกรละ ทมิฬนาฑู เบงกอลตะวันตก) สาธารณรัฐอินโดนีเซีย (เกาะชวา สุลาเวสี สุมาตรา) สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว มาเลเซีย (รัฐซาบาห์ ซาราวัก ปะหัง เประ สลังงอร์) สาธารณรัฐอิสลามปากีสถาน (ชายแดนตะวันตกเฉียงเหนือ) สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ (เกาะปาละวัน ลูซอน มินดาเนา เลเต)[21] สาธารณรัฐสิงคโปร์ สาธารณรัฐสังคมนิยมประชาธิปไตยศรีลังกา สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม ไต้หวัน ราชอาณาจักรไทย

มีการสำรวจพบแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ได้ที่ระดับความสูงต่างๆ ทั้งเขตเมืองจนถึงที่ระดับความสูง 1,500 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลของมาเลเซีย[6] สำหรับราชอาณาจักรไทย สำรวจพบแมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia ligurriens* ที่ระดับความสูงต่างๆ ของภาคเหนือ รองศาสตราจารย์วัฒนศักดิ์ ตุมราศวินและคณะในปี พ.ศ. 2519[15] สำรวจพบแมลงวันชนิดนี้ทั้งเขตเมืองและพื้นที่ที่ระดับความสูง ตั้งแต่ 500 ถึง 2,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล โดยพบมากที่ระดับความสูง 800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ต่อมาปี พ.ศ. 2522 รองศาสตราจารย์วัฒนศักดิ์ ตุมราศวินและคณะ[12] รายงานการพบแมลงวันชนิดนี้ในพื้นที่ต่างๆ ของราชอาณาจักรไทย ทั้งเขตเมืองจนถึงที่ระดับความสูง 2,667 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล บริเวณยอดดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนการสำรวจของผู้นิพนธ์และคณะ ระหว่างปี พ.ศ. 2550 ถึง 2551 พบแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ที่ระดับความสูง 354 ถึง 457 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล[18] การสำรวจต่อมาของผู้นิพนธ์และคณะระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึง 2553 พบแมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia ligurriens* แพร่กระจายอยู่ที่ระดับความสูงต่างๆ ดังนี้

Specimens examined. – THAILAND: 2♀, Chiang Mai, Muang, Huay Tung Tao, 352 m, 3.xii.2007, K.L. Sukontason; 11♀, Chiang Rai, Mae Chan, Pa Tueng, 449 m, 4.xii.2007, K. Moophayak; 2♀, Chiang Rai, Mae Chan, Pa Tueng, Huai Ma Hin Fon waterfall, 500 m, 5.xii.2007, T. Chaiwong; 1♂ 2♀, Chiang Rai, Mae Suay, 461 m, 6.xii.2007, T. Chaiwong; 1♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 817 m, 7.xii.2007, R. Ngoen-klan; 1♂ 1♀, Chiang Mai, Hang Dong, Sob Mae Kha, 303 m, 3.iv.2009, K. Moophayak; 2♀, Chiang Mai, Muang, Mae Hia, Doi Kham temple, 356 m, 18.v.2009, K. Moophayak; 5♂ 11♀, Chiang Mai, Mae Rim, Pong Yeang, 746 m, 21.v.2009, R. Ngoen-klan; 4♀, Chiang Mai, Mae Rim, Saluang, 353 m, 3.vii.2009, R. Ngoen-klan; 1♂ 2♀, Chiang Mai, Mae Rim, Huey Tueng Tao, 335 m, 28.ix.2009, R. Ngoen-klan; 1♂ 4♀, Chiang Mai, Muang, Nong Hoi, 311 m, 13.i.2010, R. Ngoen-klan; 1♂ 2♀, Chiang Mai, Hang Dong, Ban Pong moo 3, 498 m, 28.i.2010, R. Ngoen-klan; 4♀, Chiang Mai, Mae Rim, San Pong, Ban Nhong Arbchang, 310 m, 30.i.2010, R. Ngoen-klan; 2♀, Chiang Mai, Hang Dong, Nam Phrae, 326 m, 31.i.2010, R. Ngoen-klan.

❖ แมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia pulchra*[11]

แมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia pulchra* มีการกระจายตัว ดังนี้

- เขต Afrotropic พบทั่วไป
- เขต Palearctic พบในสาธารณรัฐอาหรับอียิปต์
- เขต Indo-Malay เช่น สาธารณรัฐประชาชนจีน (มณฑลกวางตุ้ง) สาธารณรัฐอินเดีย (รัฐพิหาร หิมาจัลประเทศ ทมิฬนาฑู เบงกอลตะวันตก ปัญจาบ ดินแดนสหภาพพอนดิเชอร์รี) สาธารณรัฐอินโดนีเซีย (เกาะชวา) มาเลเซีย ราชอาณาจักรเนปาล สาธารณรัฐอิสลามปากีสถาน ราชอาณาจักรไทย

การสำรวจแมลงวันโดยผู้นิพนธ์และคณะ ในพื้นที่ต่างๆ ของภาคเหนือของราชอาณาจักรไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2550 ถึง 2553 พบแมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia pulchra* แพร่กระจายอยู่ที่ระดับความสูงต่างๆ ดังนี้

Specimens examined. – THAILAND: 4♀, Chiang Mai, Muang, Huay Tung Tao, 335 m, 19.viii.2008, K. Moophayak; 5♀, Chiang Mai, Muang, Huay Tung Tao, 335 m, 19.v.2009, K. Moophayak; 2♀, Chiang Mai, Muang, Suthep, 349 m,

19.v.2009, K. Moophayak; 5♀, Chiang Mai, Hang Dong, Ban Pong moo 4, 363 m, 9.vi.2009, R. Ngoen-klan; 1♀, Chiang Mai, Muang, Mae Hia, Doi Kham temple, 356 m, 29.vi.2009, K. Moophayak; 2♀, Chiang Mai, Muang, Changpuek, Nong Ho, 385 m, 8.vii.2009, R. Ngoen-klan; 37♀, Chiang Mai, Mae Rim, Saluang, 353 m, 25.vii.2009, R. Ngoen-klan; 4♀, Chiang Mai, Hang Dong, Nam Phrae, 326 m, 10.viii.2009, R. Ngoen-klan; 7♀, Chiang Mai, Mae Rim, Huay Tung Tao, 331 m, 7.xi.2009, R. Ngoen-klan; 3♀, Chiang Mai, Hang Dong, Nhong Khwai, 372 m, 25.xi.2009, R. Ngoen-klan.

❖ แมลงวันหัวเขียว *Hypopygiopsis infumata*[11]

แมลงวันหัวเขียว *Hypopygiopsis infumata* มีการกระจายตัวคือพบเขต Indo-Malay เป็นหลัก ได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนบังกลาเทศ ราชอาณาจักรกัมพูชา สาธารณรัฐประชาชนจีน (มณฑลหยุนหนาน กวางซี ไหหลำ) สาธารณรัฐอินเดีย (รัฐอัสสัม อุตตรประเทศ) สหภาพพม่า สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม ราชอาณาจักรไทย

การสำรวจแมลงวันโดยผู้นิพนธ์และคณะ ในพื้นที่ต่างๆ ของภาคเหนือของราชอาณาจักรไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2550 ถึง 2553 พบแมลงวันหัวเขียว *Hypopygiopsis infumata* แพร่กระจายอยู่ที่ระดับความสูงต่างๆ ดังนี้

Specimens examined. – THAILAND: 1♀, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Inthanon, Ban Mae Klang, 924 m, 12.iii.2007, N. Bunchu; 1♀, Chiang Mai, Sa Moeng - Hang Dong Rd, 390 m, 13.iii.2007, N. Bunchu; 2♀, Chiang Mai, Muang, Huay Tung Tao, 354 m, 24.vii.2007, K.L. Sukontason; 1♀, Chiang Mai, Doi Saket, Ban Pang Daeng, 508 m, 25.vii.2007, K. Moophayak; 2♂ 1♀, Lampang, Hang Chat, Doi Khun Tan, 523 m, 28.vii.2007, N. Bunchu; 2♂ 1♀, Chiang Rai, Mae Chan, Pa Tueng, Huai Ma Hin Fon waterfall, 500 m, 5.xii.2007, K.L. Sukontason; 3♂ 1♀, Lampang, Hang Chat, Doi Khun Tan, 523 m, 8.xii.2007, K.L. Sukontason; 1♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 866 m, 5.iii.2008, K. Moophayak; 1♂ 3♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 1,138 m, 25.v.2009, R. Ngoen-klan; 1♀, Chiang Mai, Muang, Mae Hia, Doi Kham temple, 356 m,

4.xi.2009, R. Ngoen-klan; 2♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 349 m, 4.xi.2009, R. Ngoen-klan.

❖ แมลงวันหัวเขียว *Hypopygiopsis tumrasvini*[11]

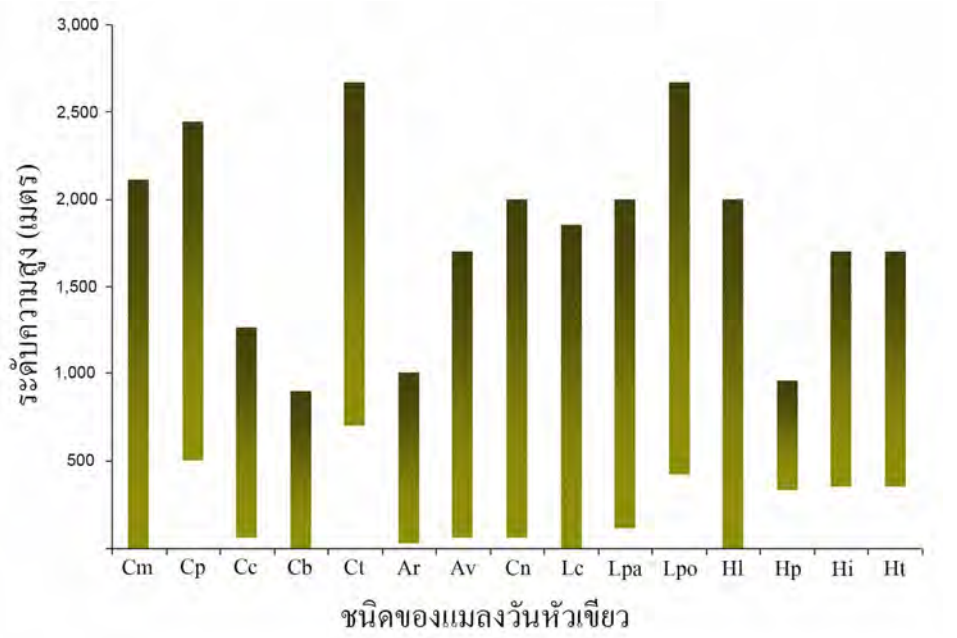
แมลงวันหัวเขียว *Hypopygiopsis tumrasvini* มีการกระจายตัวในเขต Indo-Malay เป็นหลัก ได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนบังกลาเทศ ราชอาณาจักรกัมพูชา สาธารณรัฐประชาชนจีน (มณฑลหยุนหนาน ไหหลำ) สาธารณรัฐอินเดีย (รัฐอัสสัม อุตตรประเทศ) สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม ราชอาณาจักรไทย

การสำรวจแมลงวันโดยผู้นิพนธ์และคณะ ในพื้นที่ต่างๆ ของภาคเหนือของราชอาณาจักรไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2550 ถึง 2553 พบแมลงวันหัวเขียว *Hypopygiopsis tumrasvini* แพร่กระจายอยู่ที่ระดับความสูงต่างๆ ดังนี้

Specimens examined. – THAILAND: 1♂ 2♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 1,075 m, 27.vii.2007, K.L. Sukontason; 2♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 817 m, 15.iii.2008, K. Moophayak; 1♀, Chiang Mai, Muang, Mae Hia, Doi Kham temple, 356 m, 1.ix.2009, R. Ngoen-klan; 2♀, Chiang Mai, Mae Rim, Pong Yeang, 746 m, 2.ix.2009, R. Ngoen-klan; 1♀, Chiang Mai, Muang, Suthep, 349 m, 21.ix.2009, R. Ngoen-klan; 1♀, Chiang Mai, Hang Dong, Ban Pong moo 3, 498 m, 22.ix.2009, R. Ngoen-klan; 1♀, Chiang Mai, Mae Rim, Mae Raem, Tardmok waterfall, 508 m, 23.ix.2009, R. Ngoen-klan; 2♀, Chiang Mai, Muang, Doi Suthep, 918 m, 13.xi.2009, K. Moophayak.

ผู้นิพนธ์ได้ประมวลข้อมูลการแพร่กระจายแมลงวันหัวเขียวชนิดต่างๆ คือการสำรวจแมลงวันในราชอาณาจักรไทยโดยผู้นิพนธ์และคณะ การศึกษาของรองศาสตราจารย์วัฒนศักดิ์ ตุมราศวินและคณะ[15] และข้อมูลการสำรวจแมลงวันหัวเขียวในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ มาเลเซีย สาธารณรัฐสิงคโปร์[6] ราชอาณาจักรกัมพูชา สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม[25] และสาธารณรัฐฟิลิปปินส์[21] และทำการวิเคราะห์ พบว่าแมลงวันหัวเขียวที่มีแหล่งอาศัยได้กว้าง ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงระดับความสูง 2,000 เมตร คือ *Chrysomya megacephala, Lucilia cuprina* และ *Hemipyrellia ligurriens* ส่วน

แมลงวันที่พบเฉพาะในที่สูง ตั้งแต่ 500 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล คือ *Chrysomya pinguis, Chrysomya thanomthini* และ *Lucilia porphyrina* สามารถสังเคราะห์องค์ความรู้ของการแพร่กระจายของแมลงวันหัวเขียวในภูมิภาคนี้ได้ว่า ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล เป็นปัจจัยหลักในการกำหนดการแพร่กระจายของแมลงวันหัวเขียว และนำเสนอในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การแพร่กระจายของแมลงวันหัวเขียวชนิดที่มีความสำคัญ ที่พบในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่ระดับความสูงต่างๆ. อักษรย่อชนิดของแมลงวันหัวเขียว Cm, *Chrysomya megacephala*; Cp, *Chrysomya pinguis*; Cc, *Chrysomya chani*; Cb, *Chrysomya bezziana*; Ct, *Chrysomya thanomthini*; Ar, *Achoetandrus rufifacies*; Av, *Achoetandrus villeneuvi*; Cn, *Ceylonomyia nigripes*; Lc, *Lucilia cuprina*; Lpa, *Lucilia papuensis*; Lpo, *Lucilia porphyrina*; Hl, *Hemipyrellia ligurriens*; Hp, *Hemipyrellia pulchra*; Hi, *Hypopygiopsis infumata*; Ht, *Hypopygiopsis tumrasvini (แผนภาพโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์)*

สรุป

แมลงวันหัวเขียวจัดอยู่ในวงศ์ Calliphoridae จนถึงปัจจุบันมีการสำรวจพบแมลงวันหัวเขียวในราชอาณาจักรไทยจำนวนทั้งสิ้น 76 ชนิด ชนิดที่มีพบมากที่สุด คือ *Chrysomya megacephala* รองลงมาคือ *Achoetandrus rufifacies* การแพร่กระจายของแมลงวันหัวเขียวขึ้นอยู่กับระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล โดยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala, Lucilia cuprina* และ *Hemipyrellia ligurriens* สามารถอาศัยอยู่ในเกือบทุกพื้นที่ของราชอาณาจักรไทย ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงระดับความสูง 2,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ในขณะที่ *Chrysomya bezziana* และ *Achoetandrus rufifacies* อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีความสูงไม่เกิน 750 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

เอกสารอ้างอิง

[1] จำนงค์ ทองประเสริฐ. ภาษาไทยไขขาน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แพร่พิทยา; 2528: 137-139.

[2] Greenberg B, Kunich JC. Entomology and the law. Flies as forensic indicators. UK: Cambridge University Press; 2002.

[3] Zumpt F. Myiasis in man and animals in the old world. London: Butterworths; 1965.

[4] Crosskey RW. Introduction to the Diptera. In: Lane RP, Crosskey RW (eds.), Medical insects and arachnids. London: Chapman & Hall; 1993: 51-77.

[5] Service MW. Flies (Diptera). In: Service MW (ed.), Encyclopedia of arthropod-transmitted infections of man and domesticated animals. England: CABI Publishing; 2001: 183-187.

[6] Kurahashi H, Benjaphong N, Omar B. Blow flies (Insecta: Diptera: Calliphoridae) of Malaysia and Singapore. Raffles Bull Zool 1997; Suppl 5: 1-88.

[7] Elzinga RJ. Fundamentals of entomology, 6th ed. New Jersey: Pearson Education; 2004.

[8] Stork NE. Insect diversity: facts, fiction, and speculation. Biol J Linnean Soc 1988; 35: 321-337.

[9] Triplehorn CA, Johnson NF. Borror and DeLong's Introduction to the study of insects, 7th ed. US: Thomson: Brooks/Cole; 2005.

[10] Smith KGV. An introduction to the immature stages of British flies. London: Royal Entomological Society of London; 1989.

[11] Verves YG. A catalogue of Oriental Calliphoridae (Diptera). Int J Dipterol Res 2005; 16: 233-310.

[12] Tumrasvin W, Kurahashi H, Kano R. Studies on medically important flies in Thailand VII. Report on 42 species of calliphorid flies, including the taxonomic keys (Diptera: Calliphoridae). Bull Tokyo Med Dent Univ 1979; 26: 243-272.

[13] Sucharit S, Tumrasvin W, Vutikes S. A survey on house flies in Bangkok and neighboring provinces. Southeast Asian J Trop Med Public Health 1976; 7: 85-90.

[14] Sucharit S, Tumrasvin W. The survey of flies of medical and veterinary importance in Thailand. Jpn J Sanit Zool 1981; 32: 281-285.

[15] Tumrasvin W, Sucharit S, Kano R. Studies on medically important flies in Thailand. IV. Altitudinal distribution of flies belonging to Muscidae and Calliphoridae in Doi Indhanondh Mountain, Chiengmai, in early summer season. Bull Tokyo Med Dent Univ 1978; 25: 77-81.

[16] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Tippanun J, Lertthamnongtham S, Vogtsberger RC, Olson JK. Survey of forensically-relevant fly species in Chiang Mai, Northern Thailand. J Vector Ecol 2003; 28: 135-138.

[17] Lertthamnongtham S, Sukontason KL, Sukontason K, Piangjai S, Choochote W, Vogtsberger RC, Olson JK. Seasonal fluctuations in populations of the two most forensically important fly species in northern Thailand. Ann Trop Med Parasitol 2003; 97: 87-91.

[18] Moophayak K, Kurahashi H, Sukontason KL, Bunchu N, Chaiwong T, Upakut S, Sukontason K. Survey of blow fly (Diptera: Calliphoridae) in Chiang Mai and Lampang provinces, northern Thailand, during rainy season of 2007. The Joint International Tropical Medicine Meeting 2007; Bangkok, Thailand: 149.

[19] Lane RP, Crosskey RW. General introduction. In: Lane RP, Crosskey RW (eds.), Medical insects and arachnids. London: Chapman & Hall; 1993: 1-29.

[20] Olson DM, Dinerstein E, Wikramanayake ED, Burgess ND, Powell GVN, Underwood EC, D'amico JA, Itoua I, Strand HE, Norrison JC, Loucks CJ, Allnutt TF, Ricketts TH, Kura Y, Lamoreux JF, Wettengel WW, Hedao P, Kassem KR. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth. Biosci 2001; 51: 933-938.

[21] Kurahashi H, Magpayo FR. Blow flies (Insecta: Diptera: Calliphoridae) of the Philippines. Raffles Bull Zool 2000; Suppl 9: 1-78.

[22] Baumgartner DL, Greenberg B. The genus *Chrysomya* in the New World. J Med Entomol 1984; 21: 105-113.

[23] Martinez-Sanchez A, Marcos-Garcia MA, Rojo S. First collection of *Chrysomya megacephala* (Fabr.) in Europe (Diptera: Calliphoridae). Pan-Pacific Entomol 2001; 77: 240-243.

[24] Kurahashi H, Kirk-Spriggs AH. The Calliphoridae of Namibia (Diptera: Oestroidea). Zootaxa 2006; 1322: 1-131.

[25] Kurahashi H, Chowanadisai L. Blow flies (Insecta: Diptera: Calliphoridae) from Indochina. Species Divers 2001; 6: 185-242.

3

สัณฐานวิทยาภายนอก

กาบแก้ว สุคนธสรรพ์

ภาพโดย...ครรชิต ธำรงรัตนฤทธิ์

สัณฐานวิทยาภายนอก

ระนาบทางกายวิภาคศาสตร์ของแมลง	45
สัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว	46
หัว	49
ตาประกอบ	50
ตาเดี่ยว	56
หนวด	58
ปาก	64
อก	69
ปีก	74
halter	77
ขา	78
ท้อง	82
สัณฐานวิทยาของไข่แมลงวันหัวเขียว	89
สัณฐานวิทยาของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว	95
สัณฐานวิทยาของดักแด้แมลงวันหัวเขียว	107
สัณฐานวิทยาของแมลงวันหัวเขียวที่สำคัญในราชอาณาจักรไทย	110
สรุป	163
เอกสารอ้างอิง	163

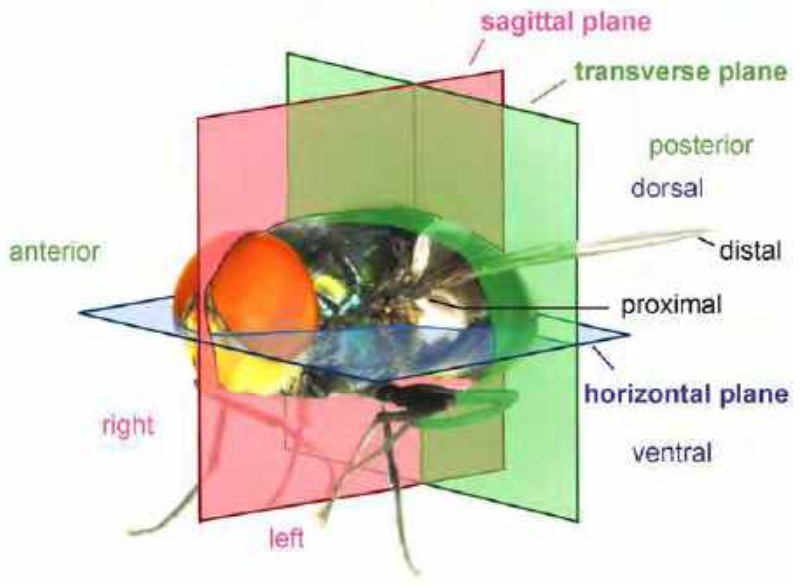
วัฏจักรชีวิตของแมลงวันหัวเขียว ประกอบด้วย 4 ระยะคือ ไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย แต่ละระยะมีสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน การเปลี่ยนสัณฐานของตัวอ่อนจากระยะหนึ่งสู่ระยะต่อไปเกิดขึ้นจากการลอกคราบ (molting) ซึ่งเรียกแต่ละวัยหลังการลอกคราบว่า instar หรือระยะย่อย ตัวอ่อนประกอบด้วย 3 ระยะย่อย คือตัวอ่อนระยะที่ 1 ตัวอ่อนระยะที่ 2 และตัวอ่อนระยะที่ 3

ระนาบทางกายวิภาคศาสตร์ของแมลง

เพื่อให้เข้าใจกายวิภาคหรือตำแหน่งต่างๆ ของอวัยวะภายนอกของแมลงวันหัวเขียวรวมทั้งแมลงอื่นๆ ได้ง่ายขึ้น นักกีฏกายวิภาคศาสตร์ได้กำหนดระนาบทางกายวิภาคศาสตร์ (anatomical plane) ของแมลง เป็นระนาบสมมุติที่กำหนดให้ผ่านลำตัวของแมลงวัน ประกอบด้วยระนาบสำคัญ 3 ระนาบ[1] (รูปที่ 3.1) คือ

- **sagittal plane** คือระนาบสมมุติ แนวตั้งฉากกับพื้นที่ลากผ่านแกนกลางลำตัวจากส่วนหัว ผ่านอกและท้อง แบ่งลำตัวแมลงออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนซ้าย (left) และส่วนขวา (right)
- **horizontal plane** คือระนาบสมมุติในแนวขนานกับพื้น ลากผ่านแกนกลางลำตัวจากส่วนหัว ผ่านอก และท้อง แบ่งลำตัวแมลงออกเป็น 2 ส่วนคือ ด้านบน (upper) หรือด้านสันหลัง (dorsal) และด้านท้อง (ventral) โดยระนาบ horizontal plane ตัดตั้งฉาก (เป็นมุม 90 องศา) กับ sagittal plane ที่จุดแกนกลางของลำตัว
- **transverse plane** คือระนาบสมมุติที่ลากตั้งฉากกับทั้ง sagittal และ horizontal plane ตัดตามขวางลำตัว แบ่งลำตัวออกเป็น 2 ส่วนคือ ลำตัวตอนต้น (anterior) หรือหัว (cephalic) และลำตัวตอนท้าย (posterior) หรือปลายท้อง (caudal)

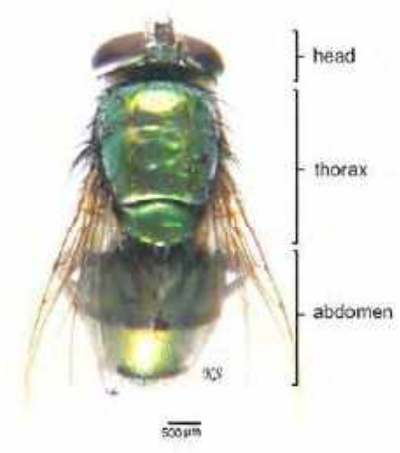
กายวิภาคของรยางค์หรืออวัยวะส่วนที่ยื่นออกไปจากลำตัวของแมลงวัน เช่น ขาและปีก แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนโคนรยางค์ที่เชื่อมติดกับลำตัวหรืออยู่ใกล้ลำตัวเรียกว่า proximal หรือ basal ส่วนปลายรยางค์ที่ยื่นออกไปไกลจากลำตัวเรียกว่า distal หรือ apical (รูปที่ 3.1)



รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงระนาบทางกายวิภาคศาสตร์ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

สัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว

ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวมีลำตัวด้านซ้ายและขวาสมมาตรกัน กายวิภาคภายนอกประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน เช่นเดียวกับแมลงชนิดอื่นในชั้น Hexapoda คือส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง (รูปที่ 3.2) ส่วนหัวมีตาประกอบ (compound eye) ขนาดใหญ่ 1 คู่ อยู่ด้านหน้า แมลงวันหัวเขียวส่วนใหญ่มีส่วนอกและส่วนท้องสะท้อนแสงสีต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงวัน เช่น สีเขียว สีน้ำเงิน สีม่วง หรือเฉดสีอื่น แมลงวันหัวเขียวบางชนิดมีส่วนอกและส่วนท้องที่ไม่สะท้อนแสงได้ อาจพบลาย (marking) ตามลำตัวของแมลงวันหัวเขียวบางชนิด และจัดว่าเป็นลักษณะเฉพาะของแมลงวันหัวเขียวชนิดนั้นๆ ลายที่พบส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นแถบ ถ้าเป็นแถบตามขวางของลำตัวเรียกว่า band และแถบตามยาวของลำตัวเรียกว่า stripe



รูปที่ 3.2 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงส่วนหัว (head) ส่วนอก (thorax) และส่วนท้อง (abdomen) ของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia ligurriens* เพศเมีย *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

แต่ละส่วนของลำตัวแมลงวันมีรยางค์ยื่นออกมา โดยด้านซ้ายและขวาสมมาตรกัน และดัดแปลงเพื่อทำหน้าที่โดยเฉพาะ (รูปที่ 3.3) ได้แก่

1) รยางค์ส่วนหัว ประกอบด้วย

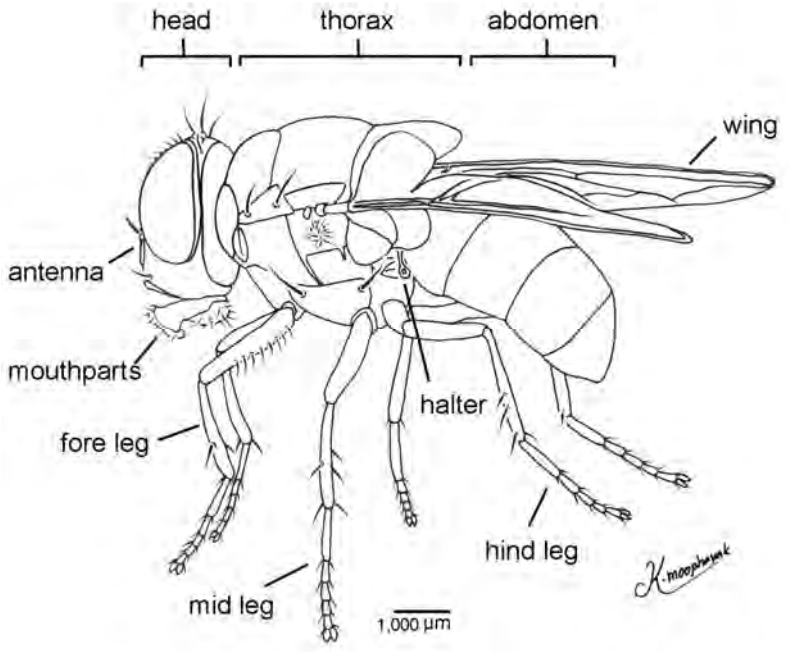
- หนวด (antenna)
- ปาก (mouthparts)

2) รยางค์ส่วนอก ประกอบด้วย

- ขา (leg) 3 คู่ งอกออกจากด้านล่างของส่วนอก
- ปีก (wing) 1 คู่ งอกออกจากด้านข้างส่วนบนของส่วนอก
- halter 1 คู่

3) รยางค์ส่วนท้อง ประกอบด้วย

- cercus (พหูพจน์ = cerci) surstylus (พหูพจน์ = surstyli) และ aedeagus (อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกเพศผู้)
- ovipositor เป็นอวัยวะที่ใช้ในการวางไข่ พบเฉพาะเพศเมีย



รูปที่ 3.3 แผนภาพแสดงลำตัวและรยางค์ที่ยื่นออกมา ของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศเมีย *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

ลำตัวแมลงวันหัวเขียวส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยขน[1] ที่สำคัญคือ

• **macrotrichium** (พหูพจน์ = macrotrichia) หรือ **seta** (พหูพจน์ = setae) ซึ่งขนดังกล่าวเชื่อมต่อกับระบบประสาท ฐานของขนเหล่านี้ล้อมรอบด้วยเยื่อที่มีลักษณะเป็นวงหรือร่อง เรียกว่า alveolus (พหูพจน์ = alveoli) การจัดเรียงตัวของขนเหล่านี้ตามตำแหน่งต่างๆ บนลำตัวแมลงวันหัวเขียวเรียกว่า chaetotaxy ซึ่งถือว่ามีความสำคัญในการใช้ระบุชนิดของแมลงวันหัวเขียว

• **microtrichium** (พหูพจน์ = microtrichia) เป็นขนขนาดเล็กที่ยื่นมาจาก cuticle ขนขนาดเล็กมีหน้าที่ในการป้องกันตัวจากอันตราย

ศัพทวิทยา (terminology) ของสัณฐานวิทยาแมลงวันหัวเขียวในตำราเล่มนี้ อ้างอิงของ McAlpine (1981)[1]

หัว

หัวของแมลงวันหัวเขียวมีหน้าที่เช่นเดียวกับแมลงชนิดอื่น คือ

- เป็นจุดสำคัญในการรับความรู้สึก
- เป็นที่ตั้งของอวัยวะที่ใช้ในการกินอาหาร
- เป็นจุดประสานงานของกิจกรรมต่างๆ ของร่างกาย[2]

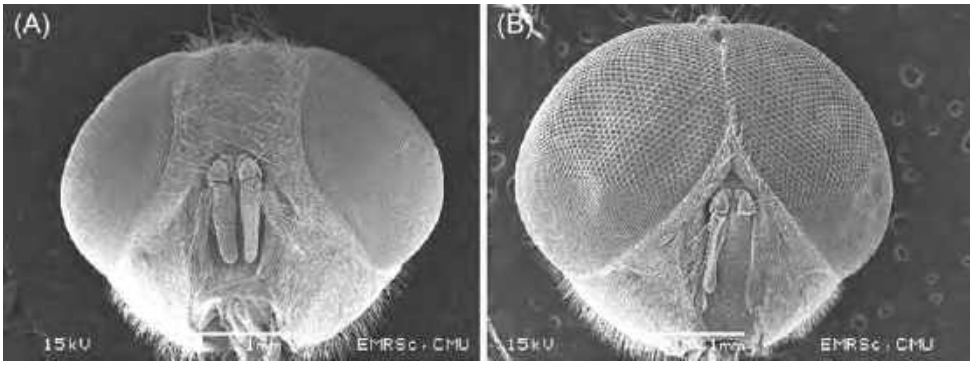
หัวของแมลงวันหัวเขียวมีลักษณะเป็นรูปทรงกลม ทางด้านหน้าโค้งนูนแต่ส่วนกลางของด้านหลังแบน ยกเว้นบริเวณขอบที่โค้งนูนเล็กน้อย หัวมีโครงสร้างชั้นนอกเป็นแผ่นแข็ง (sclerite) ที่เชื่อมรวมกันเป็น head capsule มีความยืดหยุ่นน้อยมาก แผ่นแข็งที่อยู่ด้านหน้าสุดเรียกว่า frons ส่วนแผ่นที่อยู่ใต้ต่อ frons ลงมาเรียกว่า clypeus ทางด้านข้างของ frons ใต้ต่อตาประกอบมีแผ่นแข็งเรียกว่า แก้ม [gena (พหูพจน์ = genae)]

มีบริเวณของหัวแมลงวัน 2 ส่วน ที่ไม่มีแผ่นแข็งปกคลุมคือ

- หัวส่วนล่าง (ventral) เป็นที่ตั้งของอวัยวะ ในกลุ่มช่วยการกินอาหาร
- หัวส่วนหลัง (posterior) เป็นส่วนเชื่อมต่อกับส่วนอก ล้อมรอบด้วย occiput ring[3] บริเวณนี้เป็นช่องทางผ่านของเส้นประสาท (nerve cord) หลอดอาหาร (esophagus) และท่อน้ำลาย (salivary duct) จากส่วนหัวไปยังอวัยวะภายในส่วนอก

อวัยวะที่อยู่บนหัวของแมลงวันหัวเขียว (รูปที่ 3.4, 3.5) ได้แก่

- ตาประกอบ 1 คู่ ตั้งอยู่ด้านข้างของหัวส่วนหน้า
- ตาเดี่ยว (ocellus, พหูพจน์ = ocelli) 3 ตา อยู่ด้านบนระหว่างตาประกอบทั้งสอง เรียงตัวเป็นรูปสามเหลี่ยม
- หนวด อยู่ด้านหน้าระหว่างตาประกอบทั้งสองข้าง
- ปาก อยู่ใต้ต่อหนวด



รูปที่ 3.4 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงหัวของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* (A) เพศเมีย (B) เพศผู้ *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*

ตาประกอบ

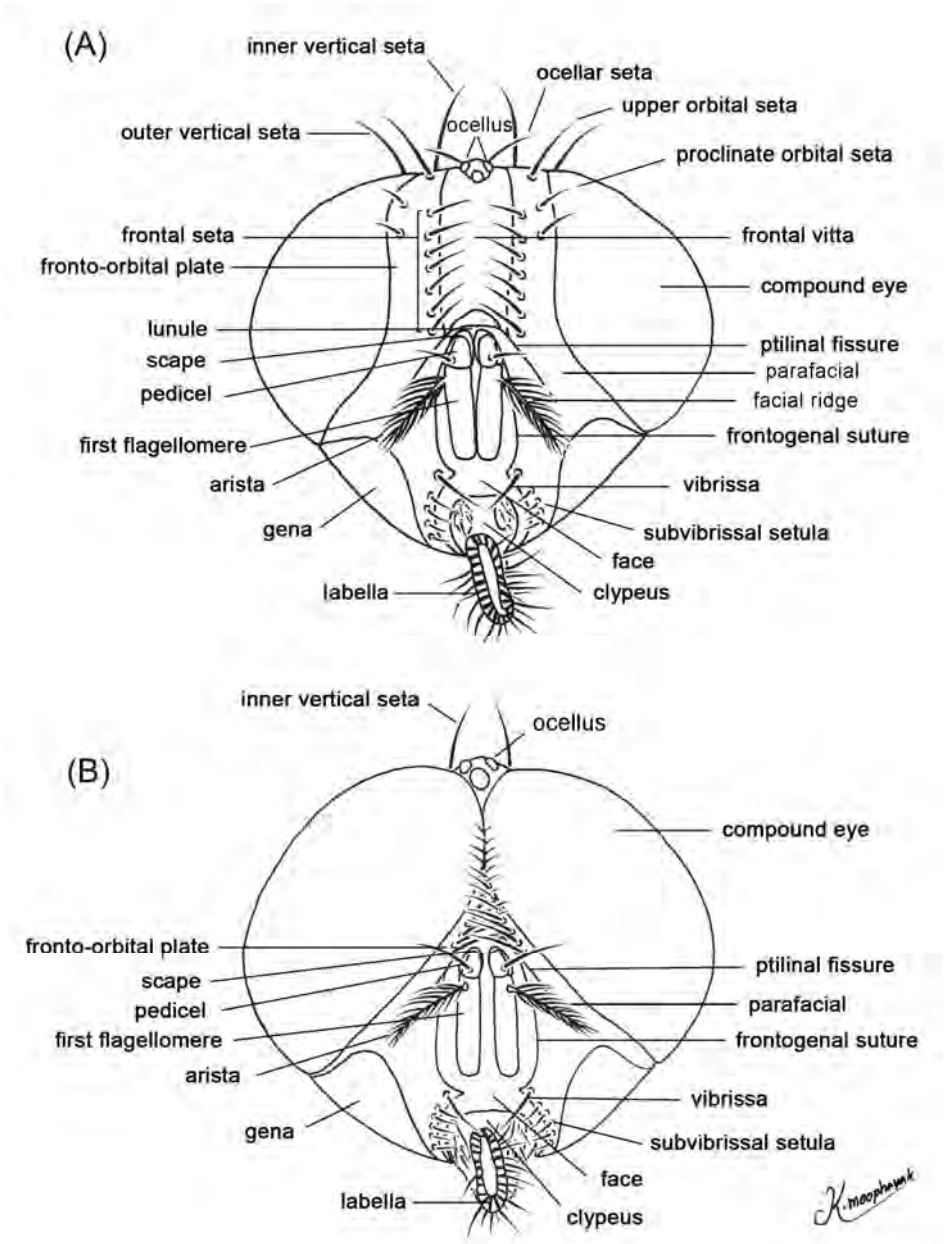
แมลงวันหัวเขียวมีตาประกอบ 1 คู่ ตำแหน่งของตาประกอบมี 2 แบบ คือ

• dichoptic ตาประกอบทั้งสองอยู่ไม่ชิดกันหรืออยู่แยกห่างกัน พบในแมลงวันเพศเมียและเพศผู้บางชนิด (รูปที่ 3.4A, 3.5A)

• holoptic ตาประกอบทั้งสองอยู่เกือบชิดกันหรือชิดกัน ที่เส้น sagittal plane พบในแมลงวันหัวเขียวเพศผู้เท่านั้น (รูปที่ 3.4B, 3.5B)

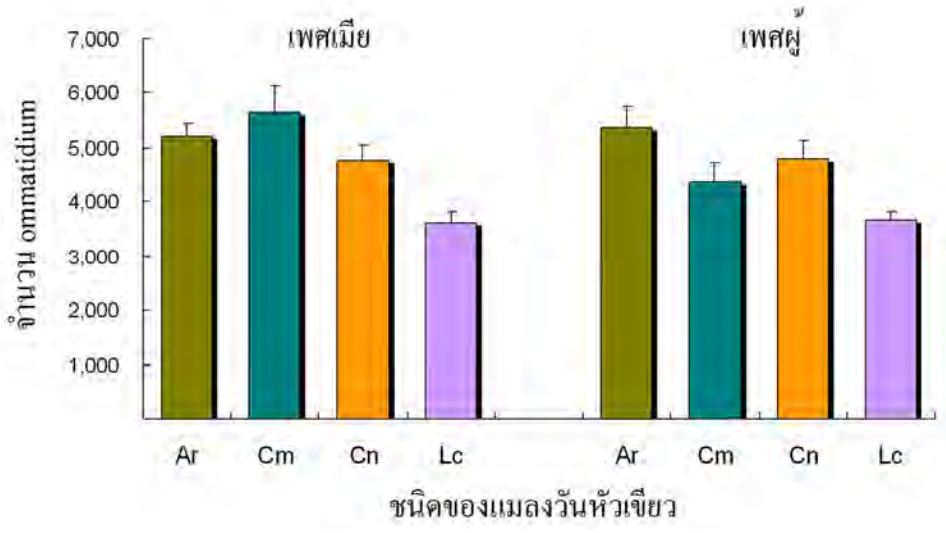
พบแมลงวันหัวเขียวสำคัญในราชอาณาจักรไทย ที่ทั้งเพศเมียและเพศผู้มีตำแหน่งของตาประกอบแบบ dichoptic เช่น *Ceylonomyia nigripes* และ *Achoetandrus villeneuvi*

หน้าที่หลักของตาประกอบในแมลงคือการมองเห็น[4] แม้ว่าจะไม่พบรายงานการศึกษาในแมลงวันหัวเขียว แต่เชื่อได้ว่าหน้าที่ของตาประกอบในแมลงวันหัวเขียวคือการมองเห็นเช่นเดียวกับแมลงชนิดอื่น การวิจัยในแมลงวันบ้านพบว่า การมองเห็นของแมลงวันเปลี่ยนแปลงเป็นจังหวะตามช่วงระยะเวลาของวัน (circadian rhythm) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้ถูกควบคุมโดย circadian oscillator ที่อยู่บริเวณด้านในและด้านนอกของ optic lobe[5]



รูปที่ 3.5 แผนภาพแสดงหัวของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* (A) เพศเมีย (B) เพศผู้ *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

ตาประกอบ ประกอบด้วยหน่วยตาขนาดเล็กจำนวนมาก แต่ละหน่วยเรียกว่า ommatidium (พหูพจน์ = ommatidia) ด้านนอกสุดของแต่ละ ommatidium มีเลนส์แก้วตา (cornea lens) ลักษณะเป็นรูปหกเหลี่ยมเรียกว่า facet เลนส์แก้วตาของแต่ละ ommatidium เรียงตัวชิดกัน ทำให้ลักษณะภายนอกของตาประกอบเป็นรูปหกเหลี่ยมขนาดเล็กเชื่อมต่อกัน (รูปที่ 3.4) ในแมลงวันแต่ละชนิดพบว่ามีจำนวนของ ommatidium แตกต่างกัน[6] การศึกษาโดยวิธีนับจำนวน ommatidium ของแมลงวันโดยผู้นิพนธ์และคณะ[6] โดยแช่ส่วนหัวของแมลงวันในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 20 ที่อุณหภูมิห้องนาน 7 วัน จากนั้นแยกตาประกอบออกจากส่วนหัว และแยกตาประกอบทั้งหมดออกเป็น 6 ส่วนโดยใช้เข็มปลายแหลมขนาดเล็กภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ ย้ายแต่ละส่วนไปวางไว้บนสไลด์แก้ว ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ ถ่ายรูปภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและนับจำนวน ommatidium จากภาพ (รูปที่ 3.6)



รูปที่ 3.6 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ommatidium ของตาประกอบแมลงวันหัวเขียว 1 ข้าง (Ar, *Achoetandrus rufifacies*; Cm, *Chrysomya megacephala*; Cn, *Ceylonomyia nigripes*; Lc, *Lucilia cuprina*) *(ดัดแปลงจากข้อมูลในงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ[6])*

ในบรรดาแมลงวันหัวเขียวที่พบได้บ่อยในราชอาณาจักรไทย 4 ชนิด คือ *Chrysomya megacephala*, *Achoetandrus rufifacies*, *Ceylonomyia nigripes* และ *Lucilia cuprina* พบว่า *Chrysomya megacephala* เพศเมียมีจำนวน ommatidium มากที่สุด รองลงมาคือ *Achoetandrus rufifacies* และ *Ceylonomyia nigripes* ตามลำดับ (รูปที่ 3.6) จำนวน ommatidium ที่แตกต่างกันสามารถส่งผลต่อชีววิทยาของแมลง แมลงที่เป็นผู้ล่า (predator) หรือแมลงที่บินเร็วเพื่อหาดอกไม้ หรือเพศตรงข้ามเพื่อการผสมพันธุ์มักมีจำนวน ommatidium มาก ซึ่งจะส่งผลดีในการเพิ่มประสิทธิภาพของความชัดเจนหรือความคมชัดในการมองเห็น รวมถึงการเคลื่อนไหวหรือรับรู้ความลึกของการมองเห็น[2;7] ในขณะที่แมลงที่มีการมองเห็นไม่ซับซ้อนเช่น มด ไร และหมัด มี ommatidium เพียง 1 หน่วยต่อตา 1 ข้าง[2] สันนิษฐานว่าแมลงที่มีจำนวน ommatidium มากเป็นการปรับตัวของแมลงต่อสิ่งแวดล้อมที่เปิดโล่ง[8] ซึ่งสอดคล้องต่อการอธิบายถึงแหล่งที่อยู่ของแมลงวันหัวเขียวได้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าแม้แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* และ *Ceylonomyia nigripes* มีสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกัน แต่จากการสำรวจประชากรแมลงวันพบว่า *Achoetandrus rufifacies* สามารถปรับตัวในสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่า โดยอาศัยอยู่ทั้งในแหล่งชุมชนและป่า ส่วน *Ceylonomyia nigripes* มักพบเฉพาะในป่ามากกว่า ในขณะที่ *Chrysomya megacephala* อาศัยได้ดีในแหล่งชุมชน[9]

จำนวน ommatidium ระหว่างเพศเมียและเพศผู้ของแมลงวันแต่ละชนิด พบว่ามีเพียงแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ที่ตาประกอบของเพศเมียมีจำนวนของ ommatidium มากกว่าของเพศผู้อย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 3.6) ในขณะที่แมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* มีจำนวน ommatidium ของเพศเมียและเพศผู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

แม้ว่าแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้มีจำนวน ommatidium น้อยกว่าในเพศเมีย (รูปที่ 3.6) แต่ลักษณะของ facet ในส่วนบนและส่วนล่างต่างกัน โดยที่ facet ส่วนบนมีขนาดใหญ่กว่า facet ส่วนล่าง ลักษณะดังกล่าวพบในแมลงวันเพศผู้บางชนิดเท่านั้น เช่น *Chrysomya megacephala*, *Chrysomya pinguis* และ *Chrysomya chani* ต่างจากตาของแมลงวันหัวเขียวส่วนใหญ่ที่ facet มีขนาดใกล้เคียงกันทั้งส่วนบนและส่วนล่างทั้งในเพศเมียและเพศผู้ ลักษณะของ facet ที่มีขนาดใหญ่ด้านบนและขนาดเล็กด้านล่างของตาประกอบ ถือว่าเป็นความแตกต่างระหว่างเพศ (sexual dimorphism) ที่พบในแมลง ส่งผลให้แมลงวันเพศผู้มีประสิทธิภาพในการ

มองเห็นได้ดีขึ้น[7] โดยเฉพาะการมองเห็นเพศเมียเพื่อผสมพันธุ์[4] สังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ได้ว่าแมลงวันหัวเขียวที่สามารถอยู่ได้ในชุมชนจะต้องมีจำนวน ommatidium มาก หรือมีขนาด facet ขนาดใหญ่เพื่อหาอาหาร ผสมพันธุ์และหลบหลีกจากอันตราย

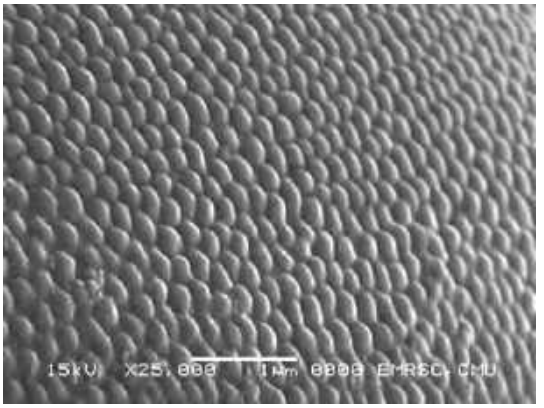
เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope) พื้นผิวของ facet ของแมลงวันแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน โดย

• แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala, Achoetandrus rufifacies* และ *Ceylonomyia nigripes* ทั้งเพศเมียและเพศผู้ มีผิวของ facet เป็นตุ่มขนาดเล็กเรียงตัวชิดกันแน่น

• แมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* เพศผู้ มีผิวของ facet เป็นแบบผสมระหว่างตุ่มขนาดเล็กกับแท่งยาวเรียงชิดกันแน่น แต่ในเพศเมียมีผิวของ facet เป็นแท่งยาวหยักไปมาเรียงตัวชิดกันแน่น

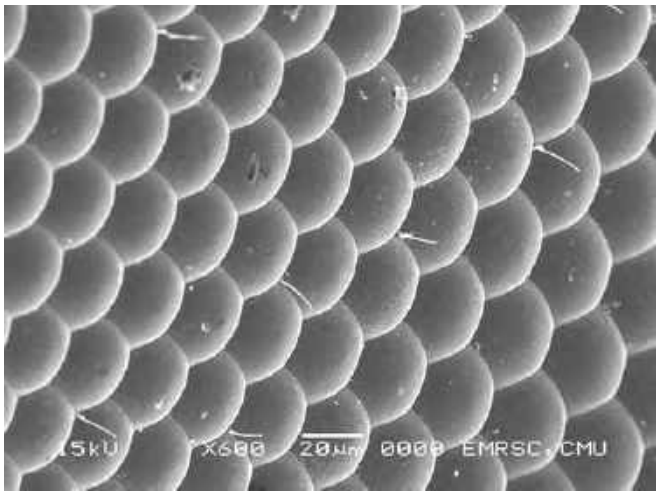
• แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* เพศเมีย มีผิวของ facet เป็นตุ่มขนาดเล็กเรียงชิดกันแน่น[10] (รูปที่ 3.7) ลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala, Achoetandrus rufifacies* และ *Ceylonomyia nigripes*

สันนิษฐานว่าผิวนอก facet ของแมลงวันมีลักษณะขรุขระ น่าจะช่วยในการป้องกันการสะท้อนแสง[11] ทำให้การมองเห็นดีขึ้น



รูปที่ 3.7 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงผิวนอก facet ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* เพศเมียที่มีลักษณะขรุขระ *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[10] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196961250691)*

ระหว่าง facet อาจมีขน ommatrichium (พหูพจน์ = ommatrichia) แทรกอยู่ บางรายงานเรียกขนนี้ว่า interfacetal hair[12] หรือ interommatidial bristle[13] ommatrichium มีความยาว 15 ถึง 20 ไมโครเมตร เห็นได้ชัดเมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด[14;15] (รูปที่ 3.8) จำนวน ommatrichium ในแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala*, *Ceylonomyia nigripes*[14], *Chrysomya pinguis*[10] และ *Chrysomya chani* มีจำนวนไม่มาก เชื่อว่าทำหน้าที่รับความรู้สึกเชิงกล (mechanoreceptor)[16] หรือเกี่ยวกับอากาศพลศาสตร์ (aerodynamic)[17]

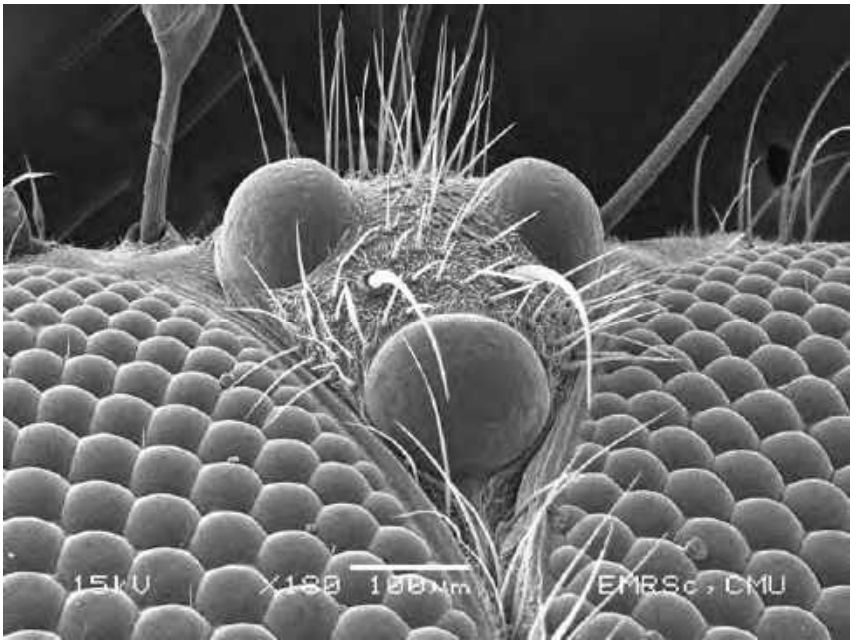


รูปที่ 3.8 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงขน ommatrichium ที่ตาประกอบของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* เพศเมีย *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[10] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196961250691)*

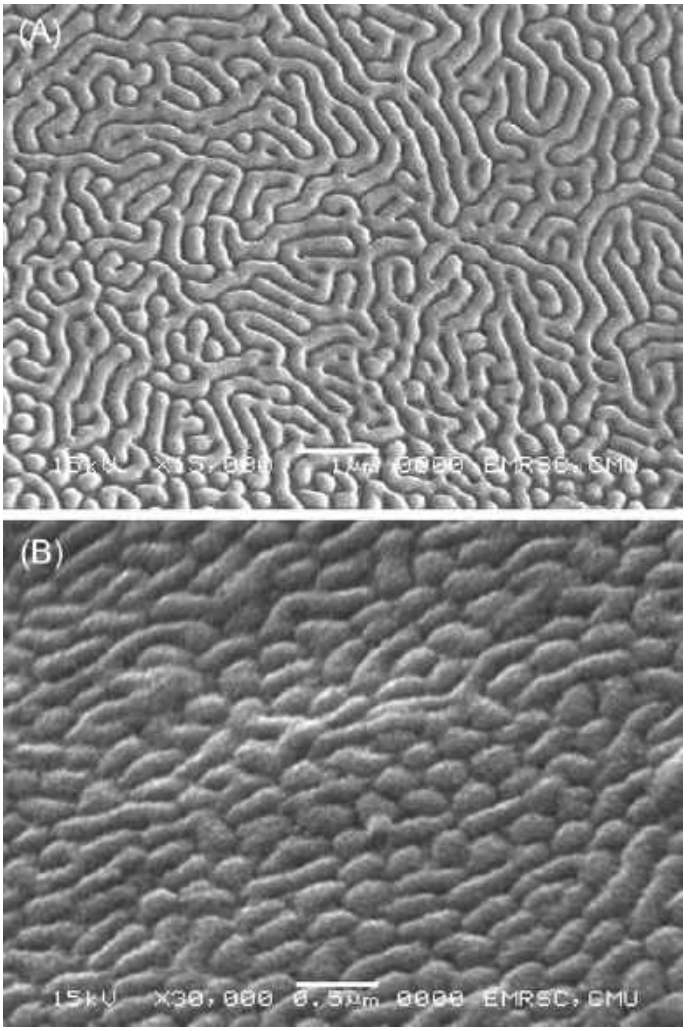
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (transmission electron microscope) ในแมลงวัน *Megaselis scalaris* (วงศ์ Phoridae) พบว่าที่ฐานของขน ommatrichium ประกอบด้วย screening pigment จำนวนมากกระจายตัวเป็นกลุ่ม[15] ทำหน้าที่ป้องกันแสงที่มาจากทิศต่างๆ ในบริเวณที่ไวต่อแสง เป็นการป้องกันการกระตุ้นของหน่วยรับความรู้สึก (receptor) ที่ไม่จำเป็นในแมลง[18]

ตาเดี่ยว

ตาเดี่ยวเป็นอวัยวะรับแสงขนาดเล็กตั้งอยู่ส่วนบนสุดของหัวด้านหน้า ระหว่างตาประกอบทั้งสองข้าง มีจำนวนทั้งสิ้น 3 ตาเรียงตัวเป็นรูปสามเหลี่ยม (ด้านบนสองตา ด้านล่างตรงกลางหนึ่งตา ตาด้านล่างมีขนาดใหญ่ที่สุด) (รูปที่ 3.9) ผู้นิพนธ์และคณะได้ศึกษาผิวตาเดี่ยวของแมลงวันหัวเขียว ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าลักษณะพื้นผิวของตาเดี่ยวในแมลงวันหัวเขียวแต่ละชนิดต่างกัน ลักษณะผิวของตาเดี่ยวในแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* เพศเมียมีได้ 2 แบบ คือผิวตาเรียบและมีรูบุ๋มลงไป หรือเป็นลายแห่งโค้งคดไปมาคล้ายเขาวงกต (sinous sculpture pattern) (รูปที่ 3.10A) ส่วนแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ทั้งสองเพศ มีผิวของตาเดี่ยวที่เหมือนกันคือเป็นลายแห่งโค้งไปมา (รูปที่ 3.10B)



รูปที่ 3.9 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงตาเดี่ยวของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*



รูปที่ 3.10 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงผิวตาเดี่ยวของแมลงวันหัวเขียว (A) ผิวตาเดี่ยวแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* เพศเมีย *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[10] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196961250691)* (B) ผิวตาเดี่ยวแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศเมีย *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*

เนื่องจากการส่งสัญญาณของกระแสประสาทจากตาเดี่ยว มีความเร็วกว่ากระแสประสาทจากตาประกอบ[19] ทำให้ถูกสันนิษฐานว่าตาเดี่ยวมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสง[4] ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความตึงในส่วนต่างๆ ของร่างกายเพื่อเตรียมตัวกระโดด บิน หรือหนีจากผู้ล่า นอกจากนี้พบว่าจังหวะของชีวิตในแต่ละวันเปลี่ยนไปเมื่อทดลองป้ายปิดตาเดี่ยวด้วยสี[2] สัญญาณประสาทจากตัวรับแสงของตาเดี่ยวถูกส่งผ่านไปยังระบบประสาทของแมลงวันหัวเขียว การส่งกระแสประสาทจากตาเดี่ยวของแมลงวัน จัดอยู่ในกลุ่มที่สามารถส่งกระแสประสาทได้เร็ว (fast type) หรือกลุ่มที่มีการเชื่อมเซลล์ประสาท 2 จุด (bisynaptic type) เช่นเดียวกับในผึ้งและแตน หรืออาจเรียกได้ว่าระบบประสาทจากตาเดี่ยวของแมลงวันเป็นแบบผึ้ง (bee type) โดยที่กระแสประสาทจากเซลล์รับแสง (photo receptor) มีการส่งผ่านไปยังเซลล์ประสาท ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามขนาด ได้แก่

- กลุ่มเซลล์ขนาดใหญ่ ไปสิ้นสุดที่ตำแหน่งย่อย 3 ตำแหน่งใน posterior slope (ocellar foci)
- กลุ่มเซลล์ขนาดกลาง มีการแตกกระจาย และไปสิ้นสุดที่ protocerebrum ด้านข้าง, posterior slope, lobula, medulla ด้านล่างและปมประสาท prothoracic ganglia และ mesothoracic ganglia
- กลุ่มเส้นประสาทขนาดเล็ก มีการแตกแขนงและไปสิ้นสุดทุกแห่งที่กล่าวมา ยกเว้นที่ปมประสาท thoracic จากนั้นกระแสประสาทถูกส่งต่อไปยังประสาทควบคุมการเคลื่อนไหวต่อไป[20] ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มของแมลงสาบ (cockroach type) ที่มีการเชื่อมต่อเซลล์ประสาท 3 จุด (trisynaptic type) หรือเรียกว่ากลุ่มที่มีความไว (sensitive type) และกลุ่มของแมลงปอและจิ้งหรีด (locust type) ที่มีการเชื่อมต่อเซลล์ประสาทได้ทั้ง 2 และ 3 จุด (bisynaptic และ trisynaptic type)[21]

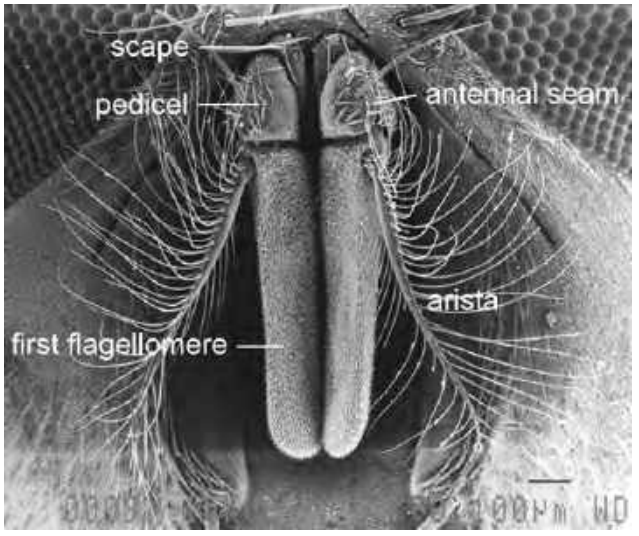
หนวด

หนวดของแมลงวันหัวเขียวเป็นรยางค์ยื่นออกมาจากร่องหนวด (antennal socket) หนวดของแมลงวันหัวเขียวเป็นแบบ aristate มีลักษณะเป็นปล้อง 3 ปล้อง เคลื่อนไหวได้ พื้นผิวหนวดทั้งสามส่วนปกคลุมด้วย microtrichia มีหน้าที่ในการป้องกันอันตราย[22] หนวดทั้งสามปล้อง (รูปที่ 3.11) ได้แก่

• หนวดปล้องที่ 1 (ฐานหนวด) เรียกว่า scape อยู่ชิดกับส่วนหัว มีลักษณะคล้ายถ้วยและเป็นปล้องที่มีขนาดเล็กที่สุด

• หนวดปล้องที่ 2 (ข้อต่อหนวด) เรียกว่า pedicel ลักษณะรูปกรวย ด้านโคนมีขนาดเล็กส่วนด้านปลายมีขนาดใหญ่ หนวดปล้องนี้มีร่อง (antennal seam) พาดอยู่ด้านบนของปล้องตามความยาว

• หนวดปล้องที่ 3 (เส้นหนวด) เรียกว่า first flagellomere (flagellum) เป็นหนวดปล้องที่มีความยาวมากที่สุด โดยมีความยาวประมาณร้อยละ 70 ของความยาวของหนวดทั้งหมด[23] บริเวณด้านหน้าของส่วนโคนมีขนเรียกว่า arista งอกออกมา (รูปที่ 3.11) บน arista ของแมลงวันหัวเขียวส่วนใหญ่มีขนขนาดเล็กงอกออกทั้งด้านบนและล่าง เรียกลักษณะของขนแบบนี้ว่า plumose



รูปที่ 3.11 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงหนวดของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* เพศเมีย *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[10] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196961250691)*

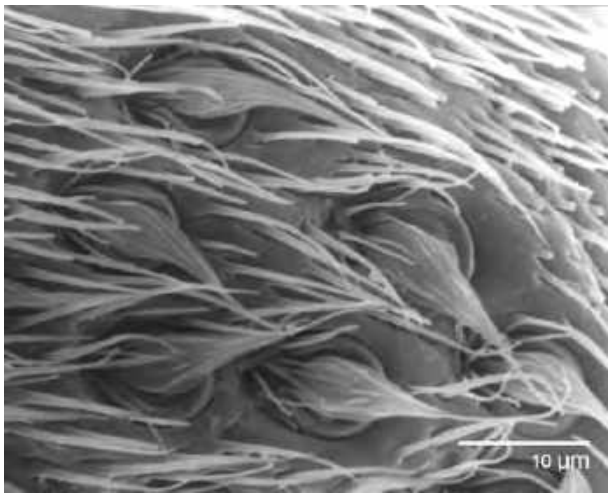
หนวดของแมลงวันหัวเขียว เป็นอวัยวะรับความรู้สึกที่เปรียบเทียบได้กับจมูกของสัตว์มีกระดูกสันหลัง[24] บนหนวดแต่ละปล้องมีอวัยวะรับความรู้สึกลักษณะต่างๆ กันคือ

หนวดปล้องที่ 1 มีอวัยวะรับความรู้สึกเรียกว่า sensilla trichodea[24] ลักษณะเป็นขนเคลื่อนไหวได้ ยื่นออกมาจาก basal membrane ของ cuticle รูปร่างภายนอกของ sensilla trichodea มีได้หลายแบบในแมลงวันหัวเขียวตัวเดียวกัน บางเส้นมีร่องยาว บางเส้นมีปลายขนเรียวแหลม และมีความยาวที่แตกต่างกัน sensilla trichodea ทำหน้าที่รับความรู้สึกต่อสารเคมีหรือกลิ่น[24;25] หรือความรู้สึกสัมผัส[26-28] ทั้งการสัมผัสสารเคมี การสัมผัสเชิงกล หรือการสัมผัสความร้อน[24]

หนวดปล้องที่ 2 มีอวัยวะรับความรู้สึก 2 แบบคือ

- sensilla trichodea (รูปที่ 3.12) เช่นเดียวกับที่พบบนหนวดปล้องที่ 1 แต่มีหลายขนาด
- sensilla styloconica ลักษณะเป็นขนสั้นๆ หรือปุ่มงอกออกมาจากฐานนูนตัวฐานอาจมีปลายเรียวหรือเป็นปุ่มกลม[23] (รูปที่ 3.13) เชื่อว่าทำหน้าที่รับความรู้สึกต่อสารเคมีหรือการสัมผัส[24;29]

รูปที่ 3.12 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดง sensilla trichodea ที่หนวดปล้องที่ 2 ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacehala* เพศเมีย *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*

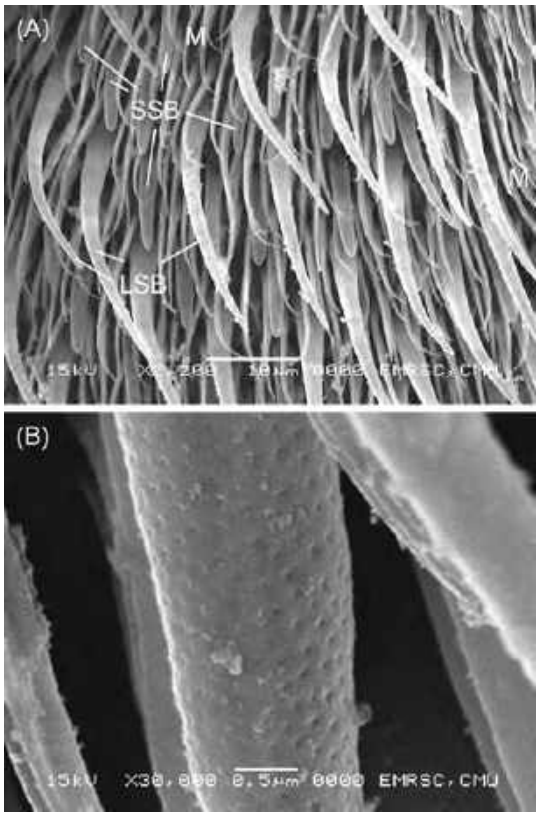


รูปที่ 3.13 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง sensilla styloconica ที่หนวดปล้องที่ 2 ของแมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* เพศผู้ *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[23] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196481060156)*

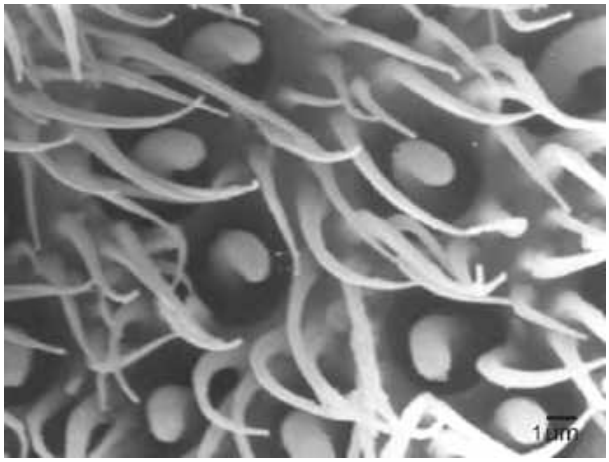
หนวดปล้องที่ 3 มีอวัยวะรับความรู้สึกหลายแบบ ได้แก่

• sensilla basiconica อวัยวะรับความรู้สึกชนิดนี้ปกคลุมทั่วทั้งปล้อง แบ่งย่อยได้เป็น 2 แบบ คือ sensilla basiconica ขนาดใหญ่ ลักษณะเป็นขนฐานกว้าง ปลายเรียวยาว (รูปที่ 3.14A) และ sensilla basiconica ขนาดเล็ก ลักษณะเป็นขนสั้น ปลายมน แทรกอยู่ระหว่าง microtrichia แต่มีขนาดใหญ่กว่า microtrichia (รูปที่ 3.14A)[23] เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าพื้นผิวภายนอกของ sensilla basiconica ขนาดเล็กมีรูขนาดเล็กมากเรียงตัวอยู่ (รูปที่ 3.14B) หน้าที่ของ sensilla basiconica น่าจะคล้ายกับ sensilla trichodea[24] เกี่ยวกับการรับกลิ่น เนื่องจากมีโครงสร้างภายนอกเป็นรูจำนวนมาก[30;31]

• sensilla coeloconica (รูปที่ 3.15) มีลักษณะเป็นตุ่มยื่นออกมาจากโพรงลึกของ cuticle พบมากบริเวณโคนหนวดปล้องที่ 3 อาจอยู่เดี่ยวหรือเป็นกลุ่ม[23] เชื่อว่าทำหน้าที่รับความรู้สึกต่อสารเคมี กลิ่น ความร้อนและความชื้น[24;26;32;33]

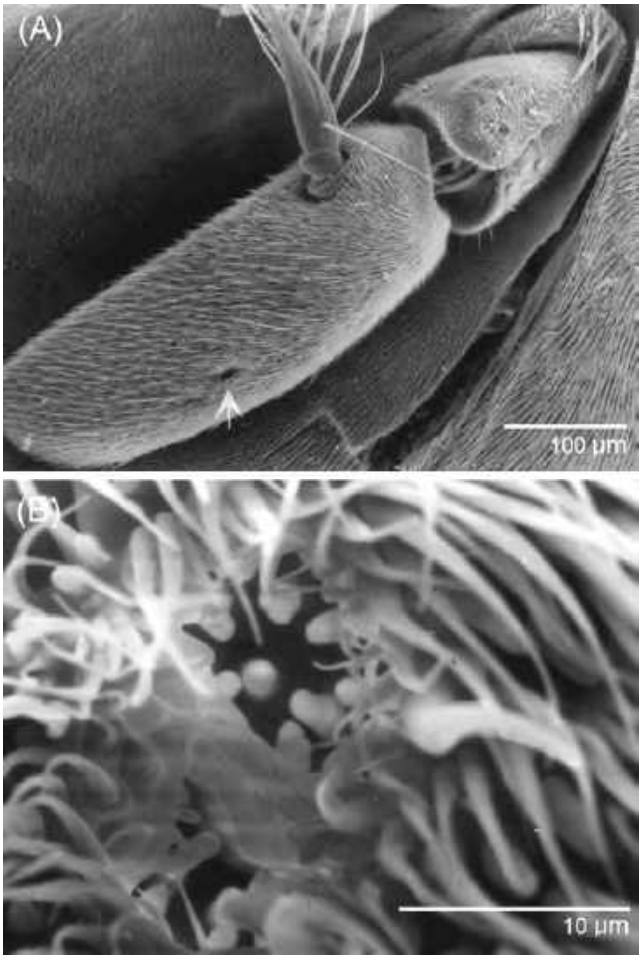


รูปที่ 3.14 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงหนวดของ แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* เพศเมีย (A) sensilla basiconica ขนาดใหญ่ (LSB) และ sensilla basiconica ขนาดเล็ก (SSB) แทรกอยู่ระหว่าง microtrichia (M) (B) รูขนาดเล็กที่ผิวของ sensilla basiconica ขนาดเล็ก *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[10] โดยได้รับอนุญาต จากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196961250691)*



รูปที่ 3.15 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง sensilla coeloconica ที่โคนหนวดปล้องที่ 3 ของแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* เพศเมีย *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[23] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196481060156)*

• sensory pit เป็นอวัยวะรับความรู้สึกมีลักษณะเป็นโพรงกว้าง (รูปที่ 3.16A) ภายในประกอบด้วยตุ่มหลายอัน หรือขนปลายมนหลายเส้นอยู่ภายในโพรง (รูปที่ 3.16B)[23]

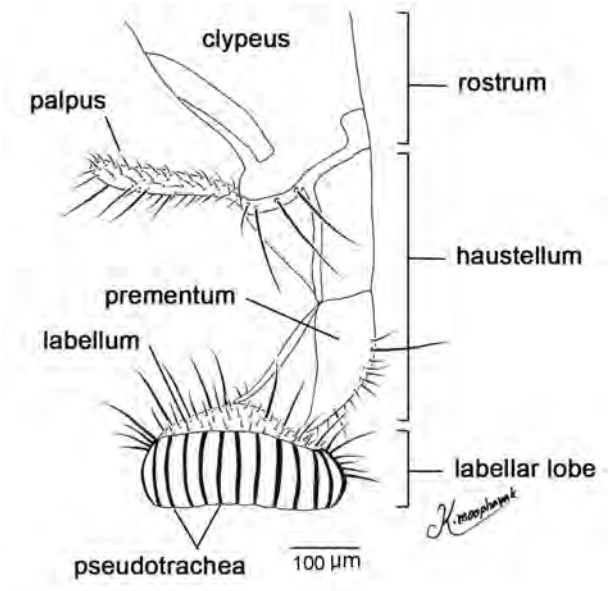


รูปที่ 3.16 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง sensory pit ที่หนวดปล้องที่ 3 ของแมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* (A) sensory pit (ลูกศรชี้) ของเพศผู้ (B) ขนปลายมนหลายเส้นภายใน sensory pit ของเพศเมีย *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[23] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196481060156)*

ปาก

ปากของแมลงวันหัวเขียวเป็นปากชนิดซับดูด (sponging mouthparts) มีลักษณะเป็นท่อสำหรับการดูด เรียกว่า proboscis[1] ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน (รูปที่ 3.17) คือ[34]

1) โคนปาก เรียกว่า rostrum มีลักษณะรูปทรงกรวย ด้านหน้าของส่วนโคนปากมีรยางค์ที่เรียกว่า palpus 1 คู่ รูปกระบองปลายมน (club shape) ส่วนปลายมีการขยายใหญ่ขึ้นเล็กน้อย พื้นผิวของ palpus ปกคลุมด้วย microtrichia (รูปที่ 3.18A)

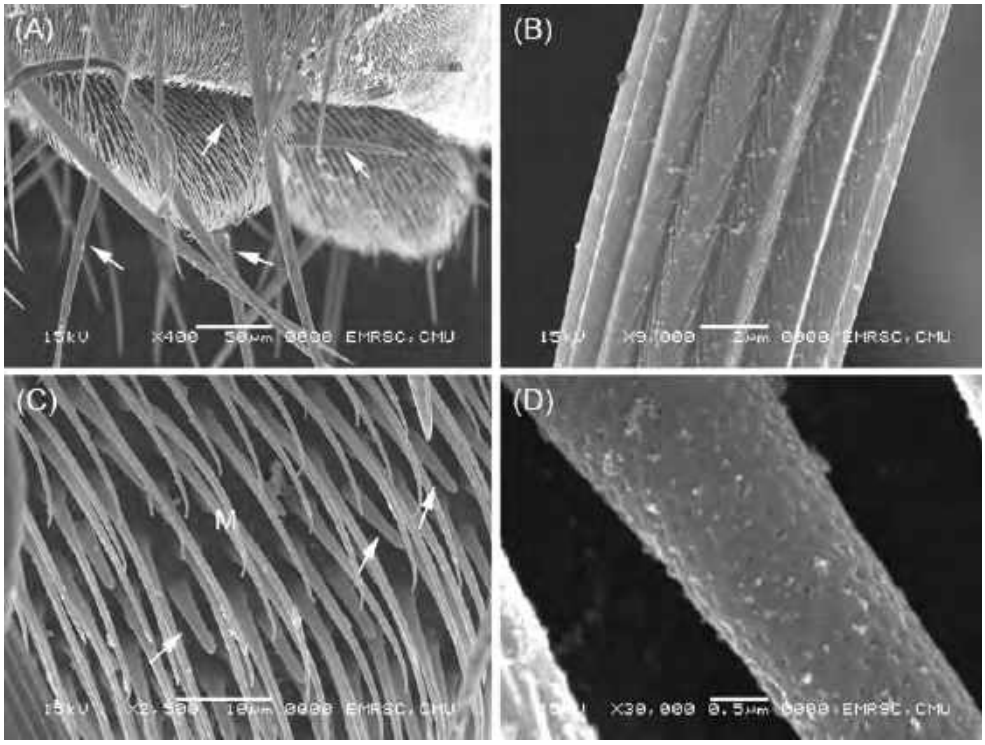


รูปที่ 3.17 แผนภาพแสดงปากของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala (วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

อวัยวะรับความรู้สึกที่อยู่บน palpus มี 2 แบบคือ

• sensilla chaetica เป็นขนแข็ง มีร่องตามยาว (รูปที่ 3.18B) ยื่นออกมาจากร่องคล้ายกับ sensilla trichodea แต่ขนแข็งกว่า[14] sensilla chaetica เชื่อว่ามีหน้าที่รับความรู้สึกสัมผัส แต่อาจทำหน้าที่รับสารเคมีหรือกลิ่น[24]

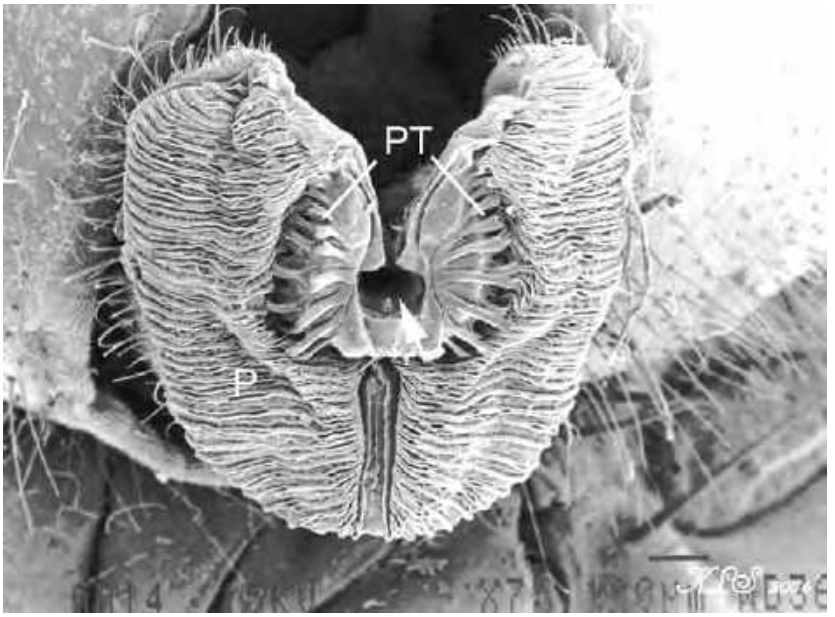
• sensilla basiconica ขนาดเล็ก เป็นขนขนาดเล็กปลายมน แทรกอยู่ระหว่าง microtrichia (รูปที่ 3.18C) การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าผิวนอกของ sensilla basiconica ขนาดเล็กบริเวณ palpus มีรูบุ๋มขนาดเล็ก (รูปที่ 3.18D) เช่นเดียวกับที่พบบนหนวดปล้องที่ 3 ทำให้เป็นที่น่าเชื่อได้ว่า ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับกลิ่น[30]



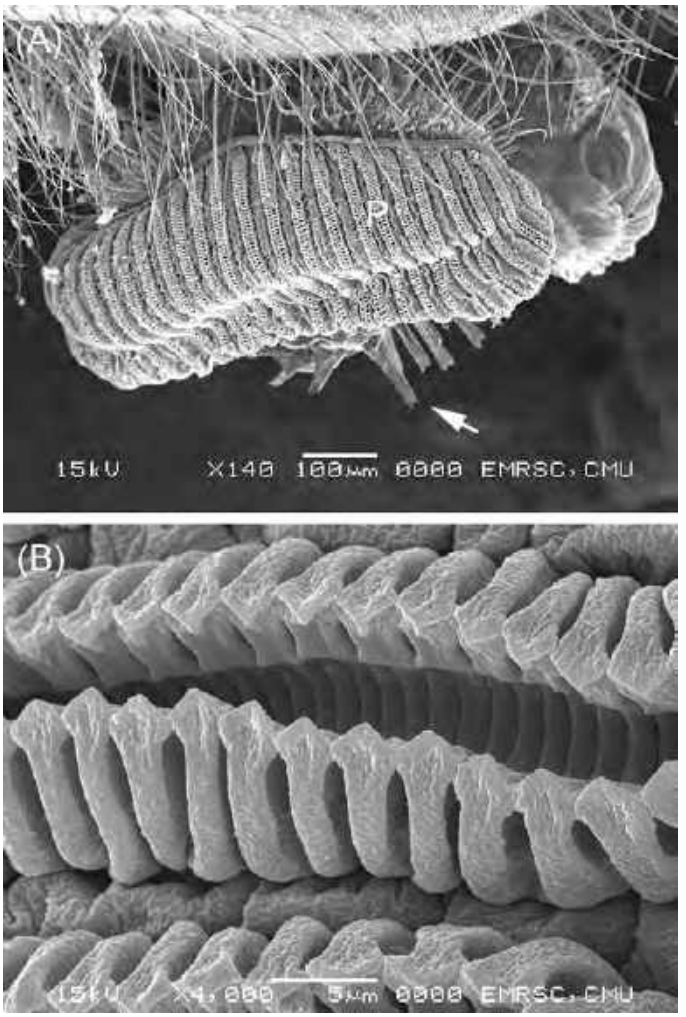
รูปที่ 3.18 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง palpus ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* เพศเมีย (A) palpus รูปกระบองปลายมน ลูกศรชี้ sensilla chaetica (B) ภาพขยายร่องตามยาวของ sensilla chaetica (C) sensilla basiconica ขนาดเล็ก (ลูกศรชี้) แทรกอยู่ระหว่าง microtrichia (M) (D) รูขนาดเล็กจำนวนมากที่ผิวของ sensilla basiconica ขนาดเล็ก *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[10] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196961250691)*

2) ปากส่วนกลาง เรียกว่า haustellum มีลักษณะเป็นท่อใช้ในการดูด

3) ปากส่วนปลาย เรียกว่า labellar lobe ประกอบด้วย labellum (พหูพจน์ = labella) และ pseudotrachea (พหูพจน์ = pseudotracheae) ทำหน้าที่สัมผัสอาหาร ช่วยในการดูดอาหารหรือของเหลว และช่วยในการทำงานของน้ำลาย (saliva) labellum มีลักษณะเป็นก้อนรูปร่างคล้ายตัว “C” สองก้อนมาเชื่อมกัน ทำให้คล้ายรูปหัวใจ (รูปที่ 3.19) pseudotrachea เป็นท่อประกอบขึ้นจากวงแหวนไคทินที่ไม่สมบูรณ์ เรียงตัวขนานกันตามขวาง อยู่ปลายสุดของปากใต้ต่อ labellum (รูปที่ 3.20A,B) ท่อเล็กๆ ของ pseudotrachea ทำหน้าที่ส่งผ่านน้ำลายเพื่อไปย่อยละลายอาหารและดูดอาหารที่เป็นของเหลว[35] ท่อ pseudotrachea จะมารวมกันที่ช่องรวบรวมอาหาร (collecting channel) ที่อยู่บริเวณส่วนกลางตามแนวรอยต่อของ labellum และเปิดเข้าสู่ช่องอาหาร (food canal) (รูปที่ 3.19)



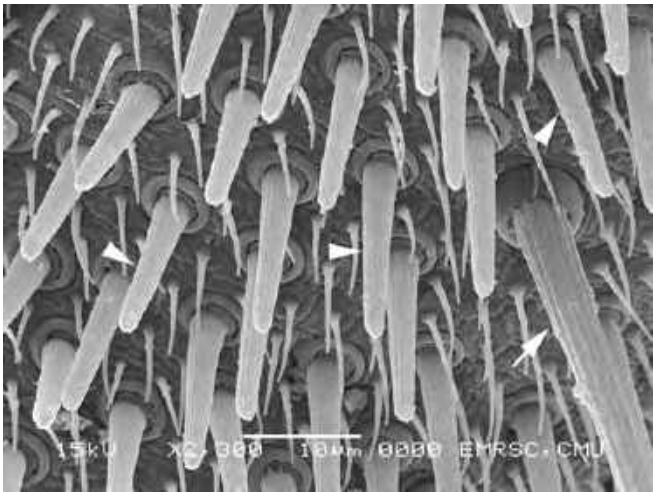
รูปที่ 3.19 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง pseudotrachea (P) ช่องอาหาร (ลูกศรชี้) และฟัน (prestomal teeth, PT) ในส่วนของ labellar lobe ของแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus villeneuvi* เพศเมีย *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*



รูปที่ 3.20 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง labellar lobe ของแมลงวันหัวเขียว (A) แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* เพศเมีย แสดง pseudotrachea (P) และฟัน (ลูกศรชี้) *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[10] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196961250691)* (B) ภาพขยาย pseudotrachea ของแมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* เพศเมีย *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*

แมลงวันหัวเขียวสามารถกินอาหารที่เป็นของแข็งโดยใช้ฟัน (prestomal teeth) ที่มีปลายแหลม 2 แฉก เรียงตัว 2 หรือ 3 แถวรอบช่องอาหาร[36;37] ครูดหรือบดอาหาร (รูปที่ 3.19, 3.20A) ทำให้อาหารแตกเป็นแผ่นเล็ก แล้วจึงดูดชิ้นอาหารเล็กๆ เข้าสู่ช่องอาหารได้[1] เวลาที่ต้องการกินอาหาร แมลงวันหัวเขียวจะยื่น proboscis ออกมา จากนั้น labellar lobe แผ่ขยายตัวออกด้านข้างเพื่อสัมผัสกับอาหาร (รูปที่ 3.19) และ cibarium pump ดูดอาหารขึ้นไปยังทางเดินอาหาร[35]

ด้านบนของ labellum ปกคลุมด้วย microtrichia และมีอวัยวะรับความรู้สึกแทรกอยู่ การศึกษาปากแมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด[14] พบว่าด้านบนของ labellum ปกคลุมด้วยอวัยวะรับความรู้สึกชนิด sensilla basiconica จำนวนมากที่มีความยาวของขนแตกต่างกัน (รูปที่ 3.21) ส่วนใหญ่เป็นชนิดขนสั้นเช่นเดียวกับบริเวณโคนปาก นอกจากนี้พบอวัยวะรับความรู้สึกชนิด sensilla trichodea มีลักษณะเป็นขนแข็ง ปลายแหลม ยื่นออกมาจากร่องนูน ผิวนอกของขนเป็นร่องตามยาว (รูปที่ 3.21) หน้าที่ของ sensilla trichodea น่าจะเกี่ยวกับการรับกลิ่น[38] หรือการสัมผัสสารเคมี[4]



รูปที่ 3.21 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง sensilla trichodea (ลูกศรชี้) และ sensilla basiconica (หัวลูกศรชี้) ที่ labellum ของแมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* เพศเมีย *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*

กระบวนการกินอาหารของแมลงวันบ้าน เริ่มจากกลิ่นหรือการสัมผัสสารเคมีที่ออกมาจากอาหารกระตุ้นอวัยวะรับความรู้สึกทางเคมีบน labellum และปลายขาบริเวณ tarsus[39] การศึกษาในแมลงวันบ้านพบว่า เมื่อกลิ่นกระตุ้นอวัยวะรับความรู้สึกบริเวณปลายขา แมลงวันบ้านจะยื่นปากลงมายังอาหาร เช่นเดียวกับแมลงวันหัวเขียว หลังจากนั้นแมลงวันแยกชนิดอาหารโดยใช้อวัยวะรับความรู้สึกบน labellum เมื่อพบว่าเป็นอาหารเหมาะสม แมลงวันจึงเริ่มกินอาหารนั้น[2]

อก

อกแมลงวันหัวเขียว[1] มีลักษณะเป็นโครงแข็ง (sclerotized) เพื่อป้องกันอันตรายต่ออวัยวะภายใน อกเป็นที่ตั้งของรยางค์คือ ปีกและขา อกประกอบด้วย 3 ปล้องคือ

• อกปล้องที่ 1 หรืออกปล้องแรก เรียกว่า prothorax มีขนาดเล็ก เชื่อมต่อกับส่วนหัว บริเวณคอ (cervix, neck) อกปล้องที่ 1 เป็นที่ตั้งของขาคู่ที่ 1 (ขาหน้า)

• อกปล้องที่ 2 หรืออกปล้องกลาง เรียกว่า mesothorax เป็นส่วนอกที่มีขนาดใหญ่และเห็นเด่นชัดที่สุด ภายในอกปล้องที่ 2 มีกล้ามเนื้อสำหรับบังคับปีกขณะแมลงวันบิน ส่วนภายนอกมีรยางค์คือ ขาคู่ที่ 2 และปีก

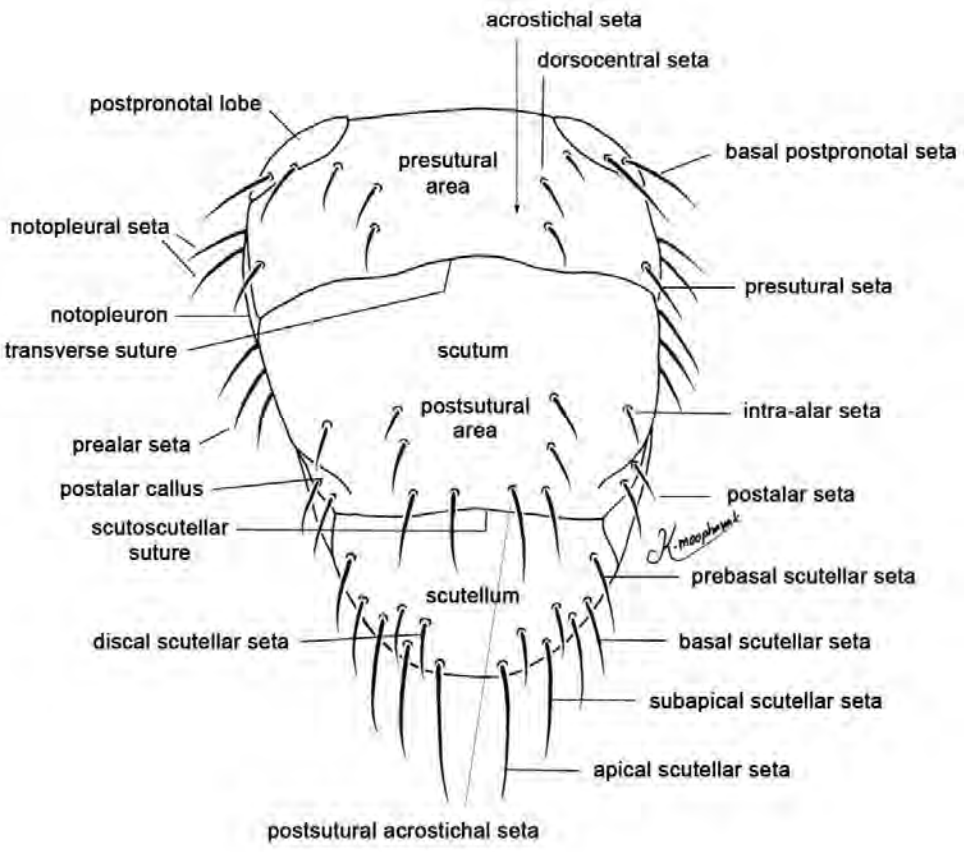
• อกปล้องที่ 3 หรืออกปล้องหลัง เรียกว่า metathorax อกส่วนนี้มีขนาดเล็ก มีรยางค์งอกออกมาคือ ขาคู่ที่ 3 (ขาหลัง) และ halter (รูปที่ 3.3) ปลายอกปล้องที่ 3 เชื่อมต่อกับส่วนท้อง

อกของแมลงวันหัวเขียวมีลักษณะเป็นแผ่นแข็งมาเชื่อมต่อกัน เช่นเดียวกับแมลงชนิดอื่น แผ่นแข็งดังกล่าวได้แก่

• แผ่นแข็งด้านบน (tergal plate หรือ notum) อกด้านบนเกือบทั้งหมดมาจากแผ่นแข็งด้านบนของอกปล้องที่ 2 ที่มีขนาดใหญ่ ในขณะที่อกปล้องที่ 1 ไม่มีแผ่นแข็งด้านบน และอกปล้องที่ 3 มีแผ่นแข็งด้านบนขนาดเล็ก แผ่นแข็งด้านบนของอกปล้องที่ 2 เรียกว่า mesonotum หรือ mesoscutum แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

1) scutum เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ที่อยู่ถัดมาจากส่วนหัวจนถึงร่องลึกบน scutum บน scutum มีรอยเชื่อมตามขวาง (transverse suture) แบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วนย่อย คือ presutural area หรือ prescutum เป็นส่วนของ scutum ที่อยู่หน้ารอยเชื่อมขวาง และ postsutural area เป็นส่วนที่อยู่หลังต่อรอยเชื่อมขวาง (รูปที่ 3.22)

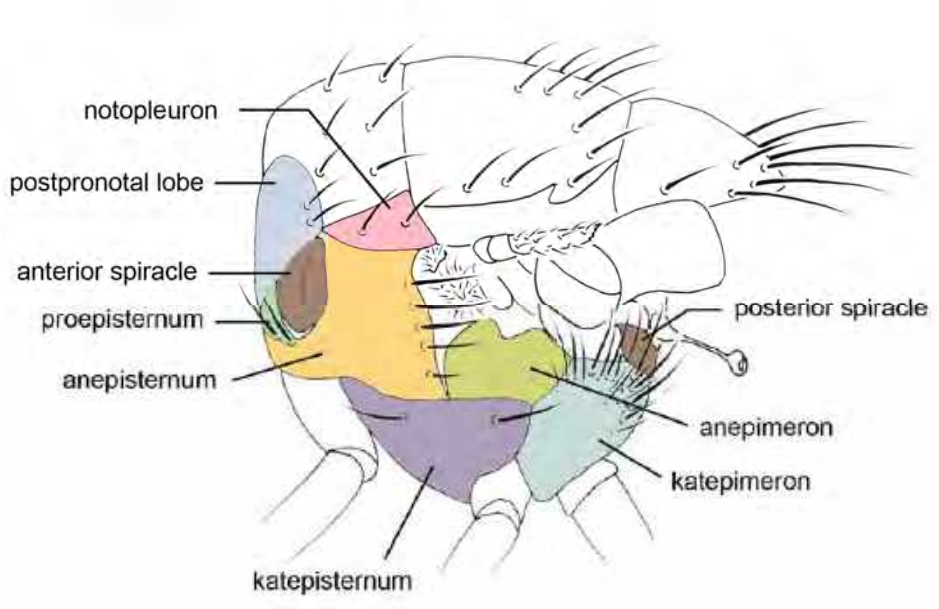
2) scutellum เป็นส่วนที่อยู่หลังจากร่องลึกหลัง scutum ถือเป็นส่วนท้ายสุดของอกด้านหลัง (รูปที่ 3.22)



รูปที่ 3.22 แผนภาพแสดงอกด้านหลังและการจัดเรียงตัวของขน ของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala (วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

แผ่นแข็งด้านบนของอกปล้องที่ 3 อยู่ใต้ต่อ scutellum บริเวณรอยต่อระหว่างอกกับท้อง มีลักษณะโค้งนูนเล็กน้อย เรียกว่า metanotum (postnotum, postscutellum, subscutellum)

• แผ่นแข็งด้านข้าง (pleuron, พหูพจน์ = pleura) เป็นโครงแข็งของอกด้านข้างทั้งสองข้าง เกิดจากการรวมตัวกันของแผ่นต่างๆ ได้แก่ postpronotal lobe (postpronotum), notopleuron, proepisternum (propleuron), anepisternum (mesopleuron) และ anepimeron (pteropleuron) (รูปที่ 3.23) แผ่นแข็งด้านข้างเชื่อมต่อกับขาบริเวณ pleural sulcus มีลักษณะเป็นร่องตามยาว ร่องนี้ยังใช้เป็นที่ค้ำเพื่อรับแรงที่เกิดจากกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวขา กล้ามเนื้อเหล่านี้มีต้นกำเนิดมาจากแผ่นแข็งด้านบนและแผ่นแข็งด้านท้อง



รูปที่ 3.23 แผนภาพแสดงแผ่นแข็งด้านข้าง แผ่นแข็งด้านล่างที่อก และรูหายใจ ของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala (วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

• แผ่นแข็งด้านล่าง (sternum) เป็นเกราะป้องกันส่วนล่างของอก และเป็นจุดยึดของกล้ามเนื้อขา แผ่นแข็งด้านล่างประกอบด้วย prosternum ของอกปล้องที่ 1 ที่อยู่ด้านหน้าระหว่างขา เรียกว่า katepisternum และ katepimeron (รูปที่ 3.23)

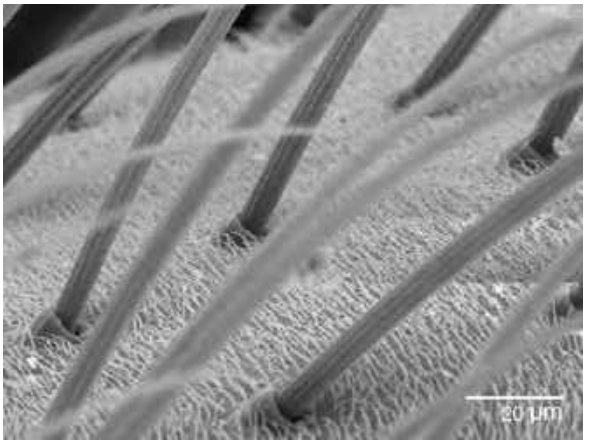
อวัยวะสำคัญบริเวณด้านข้างของอก คือ รูหายใจ (spiracle) (รูปที่ 3.23) ประกอบด้วย

• รูหายใจหน้า (anterior spiracle หรือ mesothoracic spiracle) อยู่บริเวณใต้ต่อ postpronotal lobe และหน้าต่อ anepisternum

• รูหายใจหลัง (posterior spiracle หรือ metathoracic spiracle) อยู่บริเวณส่วนท้ายของอก หลังต่อรอยต่อของแผ่นแข็งด้านข้าง anepimeron และบนแผ่นแข็งด้านล่าง katepimeron

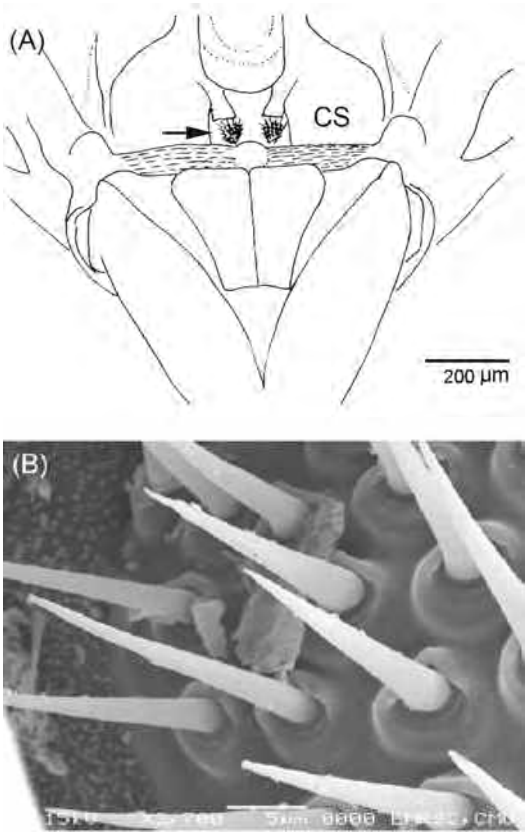
อวัยวะรับความรู้สึกบริเวณอก

ด้านบนและด้านข้างของอกมีขนแข็งที่มีร่องตามยาว โผล่ขึ้นจากฐานนูนกลม ลักษณะคล้าย sensilla chaetica[14] (รูปที่ 3.24) สันนิษฐานว่ามีหน้าที่รับความรู้สึกเชิงกล[40] ขนเหล่านี้มีชื่อเรียกแตกต่างกัน และการจัดเรียงตัวตามตำแหน่งที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน ถือว่าเป็นส่วนสำคัญในการใช้ระบุชนิดของแมลงวันได้ (รูปที่ 3.22)



รูปที่ 3.24 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงขนแข็งที่คาดว่าเป็น sensilla chaetica ที่อกด้านบนของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* เพศเมีย *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[10] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196961250691)*

การศึกษาโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ในแมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes*[14] พบว่าบริเวณด้านล่างของอกปล้องที่ 1 มีอวัยวะที่เรียกว่า prosternal organ 1 คู่ อยู่ระหว่างแผ่นแข็งที่คอ (cervical sclerite) (รูปที่ 3.25A) แต่ละข้างของ prosternal organ ประกอบด้วยขนแข็งปลายแหลมยื่นออกมาจากฐานกลมนูน ขนแต่ละเส้นยาวประมาณ 12 ถึง 15 ไมโครเมตร (รูปที่ 3.25B) รวมตัวอยู่เป็นกลุ่มประมาณ 60 เส้น ในแมลงวันหัวเขียว *Calliphora erythrocephala* มีประมาณ 110 เส้น ทำหน้าที่รับความรู้สึกเชิงกล (mechanosensory) ต่อการบิดและหมุนหัวของแมลงวัน[41]



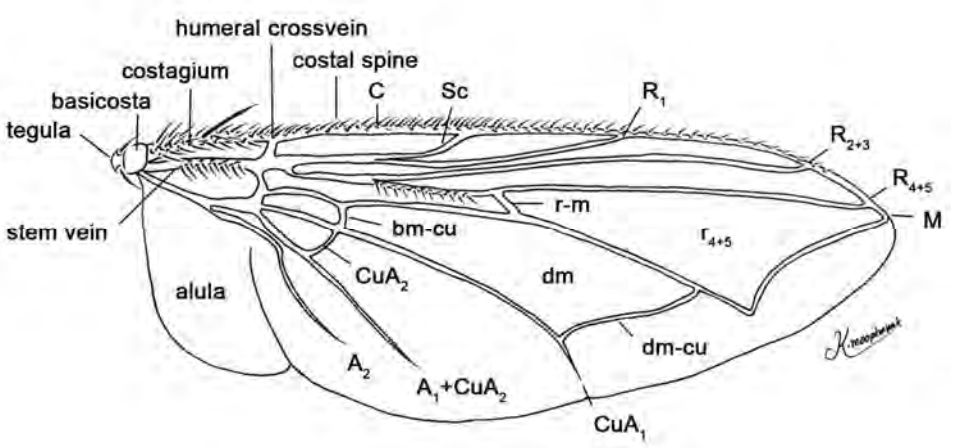
รูปที่ 3.25 ด้านล่างของอกปล้องที่ 1 แสดง prosternal organ ของแมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* เพศเมีย (A) แผนภาพแสดงตำแหน่งของ prosternal organ (ลูกศรชี้) อยู่ระหว่าง cervical sclerite (CS) *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด วาดโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์)* (B) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*

ปีก

แมลงวันหัวเขียวมีปีก 1 คู่ ซึ่งเดิมคือปีกคู่หน้า (front wing, mesothoracic wing) มีหน้าที่หลักคือใช้สำหรับบิน โคนปีกติดอยู่กับด้านข้างของอก ปีกคลุมส่วนอกด้านท้ายและส่วนต้นของท้อง (รูปที่ 3.3) ในขณะพักปีกทั้งสองวางราบชิดกันแต่ไม่ซ้อนทับกัน ส่วนปีกคู่หลังหดตัวลงเหลือเป็นอวัยวะที่เรียกว่า halter (รูปที่ 3.3)

ปีกแมลงวันหัวเขียวมีเส้นปีกเป็นโครงสร้างช่วยพยุงปีกทั้งหมด เส้นปีกหลักเริ่มจากโคนปีกไปสู่ปลายปีก การจัดเรียงตัวของเส้นปีก (wing venation) มีลักษณะเฉพาะตัวในแมลงวันหัวเขียวแต่ละชนิด นักกีฏวิทยามีการตั้งชื่อเส้นปีกแต่ละเส้นไว้และใช้การจัดเรียงตัวของเส้นปีกในการระบุชนิดของแมลงวัน ระบบที่นักกีฏวิทยานิยมใช้ในการเรียกเส้นปีก คือระบบของ Comstock-Needham[42] ระบบนี้กำหนดให้มีเส้นปีกหลักตามยาว 6 เส้น (รูปที่ 3.26) มีชื่อเรียกเส้นต่างๆ เริ่มจากโคนปีกด้านบน คือ

• costa (C) เป็นเส้นปีกที่ใหญ่และแข็งแรงที่สุด อยู่ขอบบนสุด เป็นเส้นปีกเส้นเดียวที่ไม่มีแขนง



รูปที่ 3.26 แผนภาพแสดงการจัดเรียงตัวของเส้นปีกแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala (วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

• subcosta (Sc) เป็นเส้นปีกเส้นที่ 2 ลักษณะค่อนข้างหนา สิ้นสุดที่ขอบบนของปีก

• radius (R) เส้นปีกกลุ่มนี้ในแมลงมี 5 เส้น แต่ในแมลงวันหัวเขียวเห็นเพียง 3 เส้นเนื่องจากบางเส้นมีการเชื่อมกัน เส้น radius ที่ 1 (R_1) สิ้นสุดที่ขอบด้านบน เส้นที่ 2 และเส้นที่ 3 เชื่อมกันเป็นเส้นเดียว เรียกว่า R_{2+3} เส้นที่ 4 และ 5 เชื่อมเป็นเส้นเดียว คือ R_{4+5} ทั้ง R_{2+3} และ R_{4+5} สิ้นสุดที่ขอบด้านปลายของปีก

• media (M) เป็นเส้นปีกที่โค้งไปทางด้านท้องของปีก และวกกลับมาสิ้นสุดที่ขอบด้านปลาย ใต้ต่อเส้นปีกกลุ่ม radius

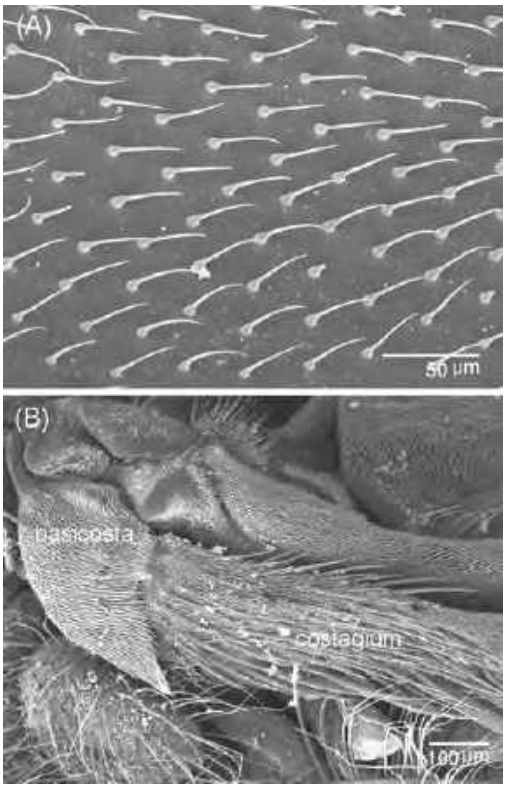
• cubitus (Cu) เป็นเส้นที่ต่อไปทางท้องต่อจากเส้น media โดยที่เส้น cubitus เริ่มต้นบริเวณโคนปีก พุ่งชี้ไปทางท้องของปีก แต่ไม่สิ้นสุดก่อนถึงขอบปีก cubitus มีเส้นแขนงได้ เช่นแขนงของ cubitus ด้านหน้า (CuA) และแขนงของ cubitus ด้านหลัง (CuP)

• anal veins (A) มีลักษณะคล้ายกับ cubitus คือชี้ไปทางท้องของปีก และสิ้นสุดก่อนถึงขอบปีก

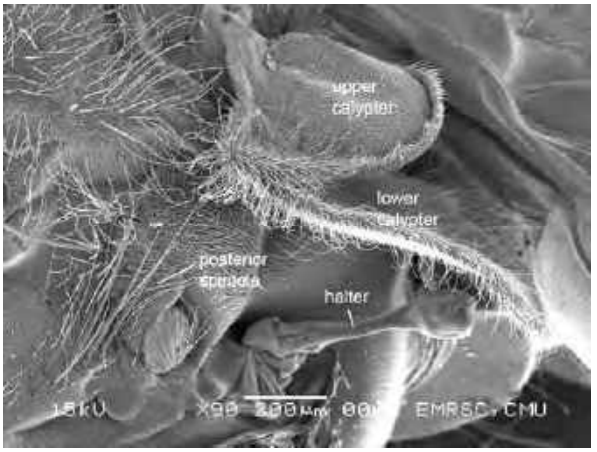
เส้นปีกทุกเส้น ยกเว้น costa อาจมีแขนงได้ แขนงเส้นปีกตามยาวเรียกตามลำดับหมายเลข เริ่มจากเลข 1 คือแขนงที่อยู่ด้านบน และเพิ่มเลขไปเรื่อยๆ ไปด้านท้องของปีก นอกจากนี้มีเส้นปีกตามขวาง (cross veins) เชื่อมต่อระหว่างเส้นปีกตามยาว ได้แก่ basal medial-cubital (bm-cu), discal medial-cubital (dm-cu), humeral (h) และ radial-medial (r-m)

บนปีกของแมลงวันหัวเขียวมี microtrichia ปกคลุมอยู่ ส่วนโคนของ microtrichia มีลักษณะเป็นกระเปาะและค่อยๆ เรียวยาวจนปลายแหลม (รูปที่ 3.27A) ขนแข็งปรากฏเห็นชัดที่โคนของเส้นปีก costa เรียกว่า costagium (รูปที่ 3.27B)

ส่วนโคนของปีกแมลงวันหัวเขียวมีอวัยวะเป็นแผ่น เรียกว่า calypter (พหูพจน์ = calypteres) จำนวน 2 แผ่น แผ่นที่อยู่ชิดลำตัวด้านล่างคือ lower calypter ส่วนที่อยู่ด้านบนคือ upper calypter (รูปที่ 3.28) สันนิษฐานว่ามีหน้าที่ช่วยในการบิน คล้ายกับส่วนหลังของปีกเครื่องบิน (flap) ที่นักบินสามารถปรับหมุนขึ้นลงได้ในขณะบิน หรือร่อนลงจอด ที่ขอบแผ่น calypter มีขนเรียกว่า calyptral fringe (รูปที่ 3.28) สีของขนนี้สามารถช่วยในการใช้ระบุชนิดของแมลงวันหัวเขียวได้



รูปที่ 3.27 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงปีกของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* เพศเมีย (A) microtrichia ที่ปีก (B) costagium *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[10] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196961250691)*

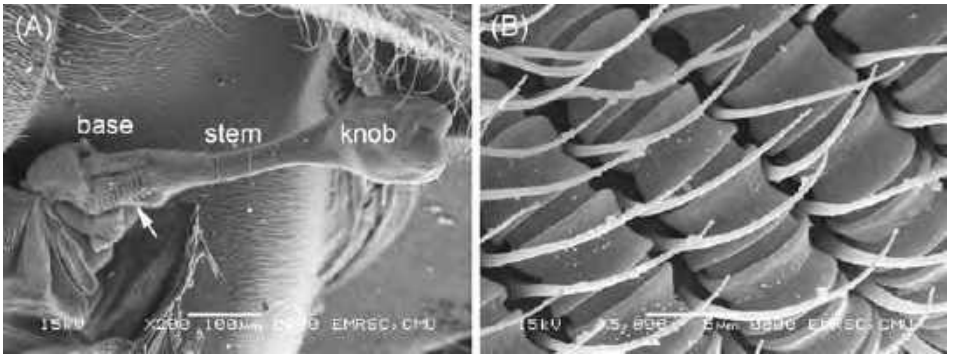


รูปที่ 3.28 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงตำแหน่งของ upper calypter, lower calypter, halter และ posterior spiracle ของแมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* เพศเมีย *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*

halter

halter (พหูพจน์ = halteres) เดิมคือปีกคู่หลังของแมลงวันหัวเขียว แต่หดตัวและเปลี่ยนรูปร่างเป็นรูปกระบอง มีหน้าที่ในการทรงตัว การหมุนตัวระหว่างการบิน[43] แมลงวันหัวเขียวไม่สามารถบินได้เมื่ออวัยวะนี้ถูกตัดไป[44] นอกจากนี้ halter สามารถประมาณความเร็วเชิงมุม (angular velocity) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ[45] ความเร็วเชิงมุมคือความเร็วที่ไปข้างหน้าของวัตถุที่มีการหมุนรอบตัวเอง การศึกษาในแมลงวันหัวเขียวสกุล *Calliphora* มีช่วงกว้าง (amplitude) ของการเคลื่อนไหว halter ประมาณ 180 องศา ในระนาบเอียงประมาณ 30 องศากับแกนขวางลำตัว[46] โครงสร้างของ halter ทั้งหมดยกเว้นบริเวณด้านล่างของส่วนฐาน มีลักษณะแข็งยืดหยุ่นไม่ได้ โครงสร้างของ halter ประกอบด้วย 3 ส่วน (รูปที่ 3.29) คือ

- ส่วนฐาน (base, basal lobe, scabellum) เป็นส่วนที่เชื่อมกับอก
- ส่วนก้าน (stem, stalk, pedicel) เป็นส่วนที่แคบที่สุด
- ส่วนกระเปาะ (knob, end knob, capitulum) เป็นส่วนปลายสุด halter บานออกเป็นกระเปาะ 2 พูที่ยังเชื่อมต่อกัน ทำให้เห็นร่องตรงกลางตามแนวความยาว (รูปที่ 3.29A)



รูปที่ 3.29 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง halter ของแมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* เพศเมีย (A) ตำแหน่งของ base, stem, knob และ campaniform sensilla (ลูกศรชี้) (B) ภาพขยายของ campaniform sensilla *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*

อวัยวะรับความรู้สึกบริเวณ halter

ส่วนฐานของ halter มีอวัยวะรับความรู้สึก ที่เห็นเด่นชัดที่สุดเมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดคือ campaniform sensilla อยู่ด้านบนของส่วนฐาน ประกอบด้วยท่อยาวเรียงตัวชิดกันประมาณ 10 แถว แต่ละท่อมีร่องขนาดเล็กตามขวางพาดอยู่ และระหว่างท่อยาวทั้งสิบมีขนเรียวยาวขนาดเล็ก โดยเฉพาะบริเวณร่องขนาดเล็ก (รูปที่ 3.29B) สันนิษฐานว่า campaniform sensilla และ chordotonal organ ที่ฐาน halter ทำหน้าที่แปลงสัญญาณแรงดึงที่เกิดจากแรงเฉ (coriolis force) ทำให้ halter สามารถหันเหทิศทางจากระนาบบิน[47] การศึกษาในแมลงวันหัวเขียวสกุล *Calliphora* พบว่าเส้นประสาทสั่งการ (motor neuron) ของกล้ามเนื้อที่ควบคุม halter รับกระแสประสาทนำเข้าจาก interneuron จากการมองเห็น[48] รวมไปถึงการเคลื่อนไหวของหัวและการขยับปีก[46]

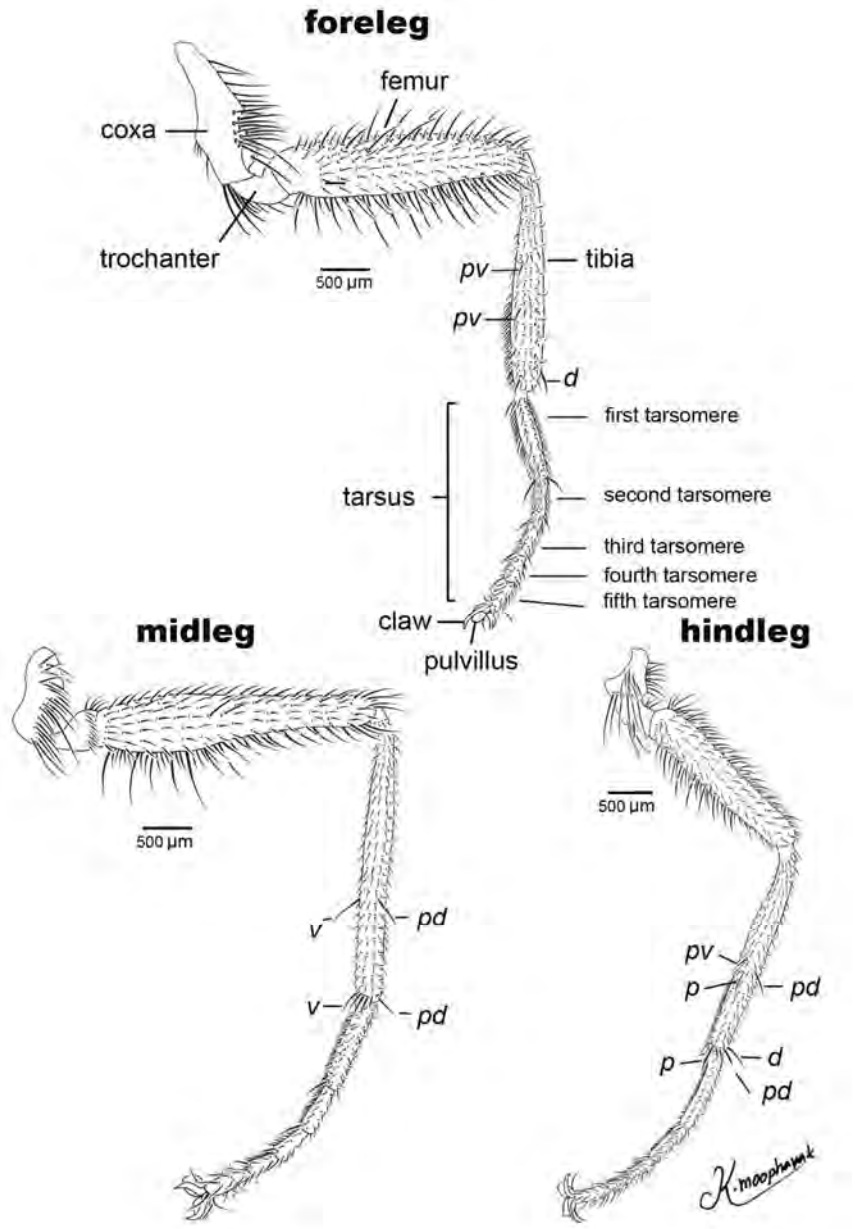
ส่วนก้านไม่มีอวัยวะรับความรู้สึก ส่วนกระเปาะของ halter มีอวัยวะรับความรู้สึกลักษณะเป็นขนเส้นเล็ก ยาวประมาณ 12 ไมโครเมตร ผิวเรียบ ปลายแหลมยื่นออกมาจากฐานกลมนูน[1;14]

ขา

ขาแมลงวันหัวเขียว[1] มีทั้งหมด 3 คู่คือ ขาคู่ที่ 1 (foreleg) ขาคู่ที่ 2 (midleg) และขาคู่ที่ 3 (hindleg) ขาทุกคู่เจริญดี แต่ละขาประกอบด้วย 5 ปล้อง (รูปที่ 3.30) เริ่มตั้งแต่ปล้องที่ติดอยู่กับลำตัวคือ

- coxa (พหูพจน์ = coxae)
- trochanter
- femur (พหูพจน์ = femora)
- tibia (พหูพจน์ = tibiae)
- tarsus (พหูพจน์ = tarsi)

ปล้องขาส่วน femur และ tibia ยาวกว่าปล้องอื่น เชื่อมกันคล้ายเป็นเข่าของแมลงวัน ขาทุกปล้องปกคลุมด้วยขนแข็ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านล่างใกล้รอยต่อระหว่างปล้อง เชื่อว่าเป็นอวัยวะรับความรู้สึกเชิงกล[49]



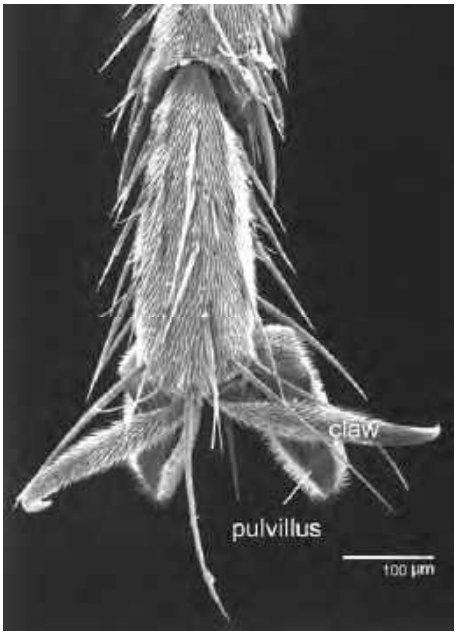
รูปที่ 3.30 แผนภาพแสดงขาของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* อักษรย่อขนที่ขาแมลงวัน *d* = dorsal bristle(s); *p* = posterior/posterolateral bristle(s)*; pd* = posterodorsal bristle(s); *pv* = posteroventral bristle(s); *v* = ventral bristle(s) *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

ปล้องขาส่วน tarsus ประกอบด้วย 5 ปล้องย่อย เรียกว่า tarsomere เรียงตามลำดับคือ

- first tarsomere (basitarsus, metatarsus, proximal tarsal segment) มีความยาวมากที่สุด
- second tarsomere
- third tarsomere
- fourth tarsomere
- fifth tarsomere (distitarsus)

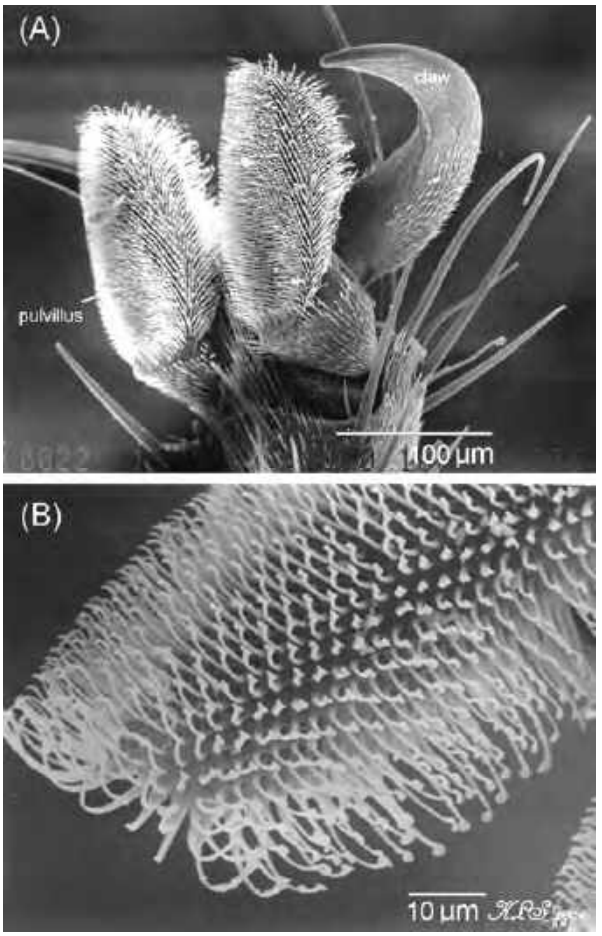
แต่ละ tarsomere เชื่อมต่อกันด้วยเยื่อบาง เรียกว่า intersegmental membrane tarsomere ทุกปล้องสามารถเคลื่อนไปมาได้ทางด้านท้อง ประกอบด้วยโปรตีน resilin ที่ยืดหยุ่นได้ ทำให้ปลายขามีความยืดหยุ่นและสามารถเคลื่อนไหวได้ แมลงวันจึงสามารถยึดเกาะพื้นผิวและเคลื่อนที่ได้[50] tarsomere ทุกปล้องมีขนอยู่ อาจเป็นแบบขนแข็ง ขนที่รับความรู้สึกต่อสารเคมีหรือกลิ่น[1]

ปลายสุดของ fifth tarsomere มี claw 1 คู่ ลักษณะคล้ายตะขอโค้งงอ (รูปที่ 3.31)



รูปที่ 3.31 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง claw และ pulvillus ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* เพศเมีย *(ภาพจากงานวิจัยของคมสุคนธสรรพ์และคณะ[10] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196961250691)*

ใต้ claw ลงมาคือแผ่นแบน 1 คู่ เรียกว่า pulvillus (พหูพจน์ = pulvilli) เป็นอวัยวะที่ใช้ยึดเกาะบนพื้นเรียบ ด้านล่างปกคลุมด้วย adhesive hair จำนวนมาก (รูปที่ 3.32A) adhesive hair แต่ละเส้นเรียวยาว ฐานกว้าง แต่ปลายสุดแผ่แบนเล็กน้อย (พบในแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya chani, Chrysomya pinguis* และ *Ceylonomyia nigripes*) (รูปที่ 3.32B) หรือโค้งงอเล็กน้อย (พบในแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus villeneuvi*)[51]



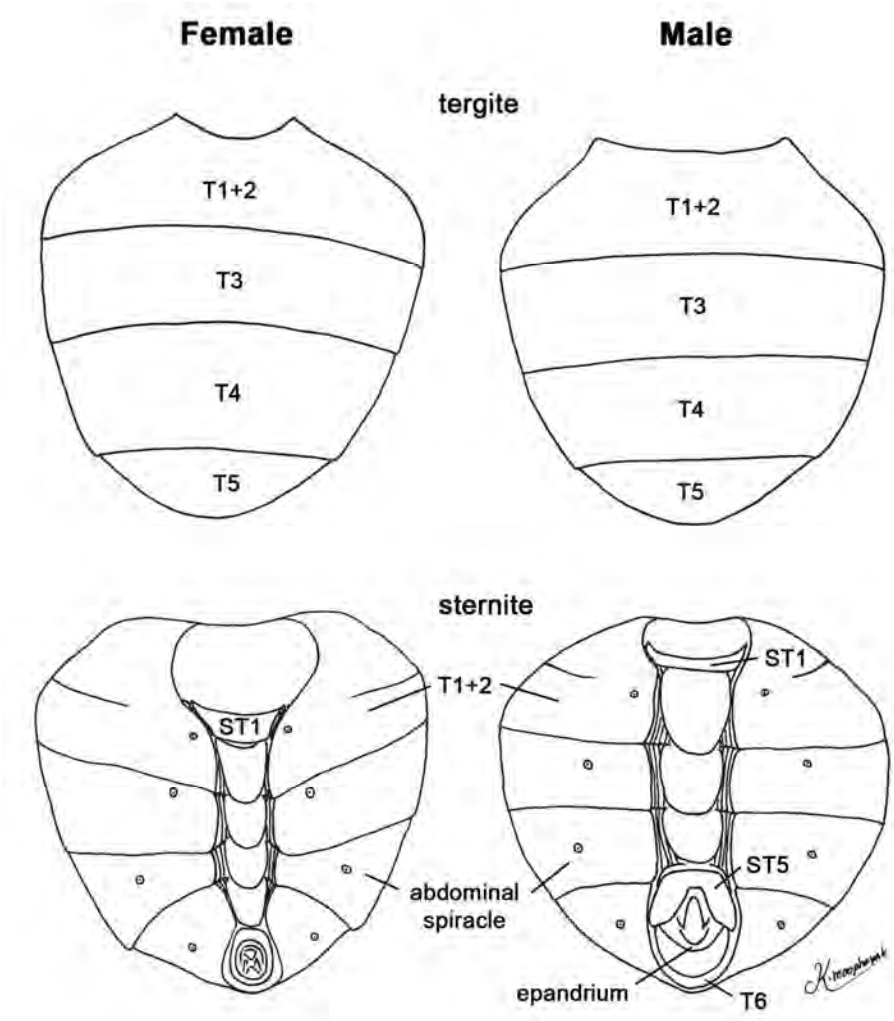
รูปที่ 3.32 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง pulvillus (A) pulvillus ของแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus villeneuvi* (B) adhesive hair ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya chani (ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*

มีการศึกษาในแมลงวันบ้าน โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน พบว่าผนังของ adhesive hair มีความหนา ตรงกลางประกอบด้วยสารเหนียวสำหรับยึดเกาะ (adhesive secretion) สารเหนียวในด้วงสกุล *Stenus* (Coleoptera: Staphylinidae) ประกอบด้วยไขมันและโปรตีน เมื่อวิเคราะห์ด้วย gas chromatography และ infrared spectroscopy พบว่าไขมันดังกล่าวคือส่วนผสมของ unsaturated fatty acid, glycerides (di- และ triglycerides) และ aliphatic hydrocarbons[49] สันนิษฐานว่าสารเหนียวสามารถผ่านออกมาที่ผิวนอกของ adhesive hair ได้ทาง pore canal ขนาดเล็กมาก ในแมลงวันหัวเขียว *Calliphora vomitoria* พบสารเหนียวที่หลั่งออกมาที่ปลายขนนี้เช่นกัน[52] สารเหนียวที่หลั่งออกมาที่ปลายขนที่ pulvillus ทำให้แมลงวันยึดเกาะพื้นผิวเรียบได้ดี[53] นอกจากนี้ทำหน้าที่ตรึงเชื้อโรคให้ติดปลายขาแมลงวันได้

ท้อง

ท้องเป็นส่วนท้ายสุดของลำตัวต่อจากส่วนอก ภายในช่องท้องเป็นอวัยวะของระบบทางเดินอาหารและระบบสืบพันธุ์[1] ท้องมีลักษณะรูปทรงกรวย เกิดจากปล้องแต่ละปล้องมาเรียงเชื่อมต่อกัน ด้วย intersegmental membrane แต่ละปล้องมีโครงสร้างภายนอกประกอบด้วยแผ่นแข็งด้านบนเรียกว่า tergite แผ่นนี้สามารถขยายตัวได้ และแผ่นแข็งด้านล่างเรียกว่า sternite แผ่นแข็งด้านบนและด้านล่างเชื่อมต่อกันด้านข้างทั้งสองข้างของท้องด้วยเยื่อ pleural membrane เป็นที่ตั้งของรูหายใจที่ท้อง (abdominal spiracle) แต่ละข้างของท้องมีรูหายใจ 1 รูต่อ 1 ปล้อง แต่มักพบรูหายใจเฉพาะในปล้องแรกๆ เท่านั้น

ท้องของแมลงโดยทั่วไปมีได้ 9 ถึง 11 ปล้อง อย่างไรก็ตามในตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวมีจำนวนปล้องท้องที่เห็นได้ชัดเพียง 4 ถึง 5 ปล้องเท่านั้น (รูปที่ 3.33) โดยที่บริเวณท้องส่วนต้น (preabdomen) ตั้งแต่ปล้องที่ 1 ถึงปล้องที่ 5 มีความกว้างมากกว่าท้องส่วนปลาย (terminalia, postabdomen, hypopygium) เนื่องจากท้องส่วนปลายเป็นโครงสร้างซับซ้อน ที่ดัดแปลงเป็นอวัยวะสำหรับการสืบพันธุ์และทวารหนัก ทำให้ไม่เห็นปล้องชัดเจน



รูปที่ 3.33 แผนภาพแสดงปล้องท้องของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศเมีย (female) และเพศผู้ (male) (T, tergite; ST, sternite) *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

ท้องปล้องที่ 1 และ 2 ดูคล้ายกับว่ามีการเชื่อมกันเป็นปล้องเดียว เนื่องจากแผ่นแข็งด้านบนแผ่นที่ 1 (tergite 1) หดตัวลงเหลือเพียงแถบเล็กๆ เชื่อมต่อกับแผ่นแข็งด้านบนแผ่นที่ 2 (tergite 2) กลายเป็นปล้องที่เชื่อมกัน (syntergite 1+2) (รูปที่ 3.33) ส่วนแผ่นแข็งด้านล่างแผ่นที่ 1 (sternite 1) หดตัวเล็กลงแต่ไม่เชื่อมกับแผ่นแข็งด้านล่างแผ่นที่ 2 (sternite 2) ส่วนท้องปล้องที่ 3 ถึง 5 ยังมีลักษณะเป็นปล้องที่เห็นได้ชัด แต่แผ่นแข็งด้านล่างแผ่นที่ 5 (sternite 5) มีขนาดเล็กมาก ส่วนท้องปล้องที่ 6 เป็นต้นไปมีขนาดเรียวเล็กลงและมีการรวมตัวกัน

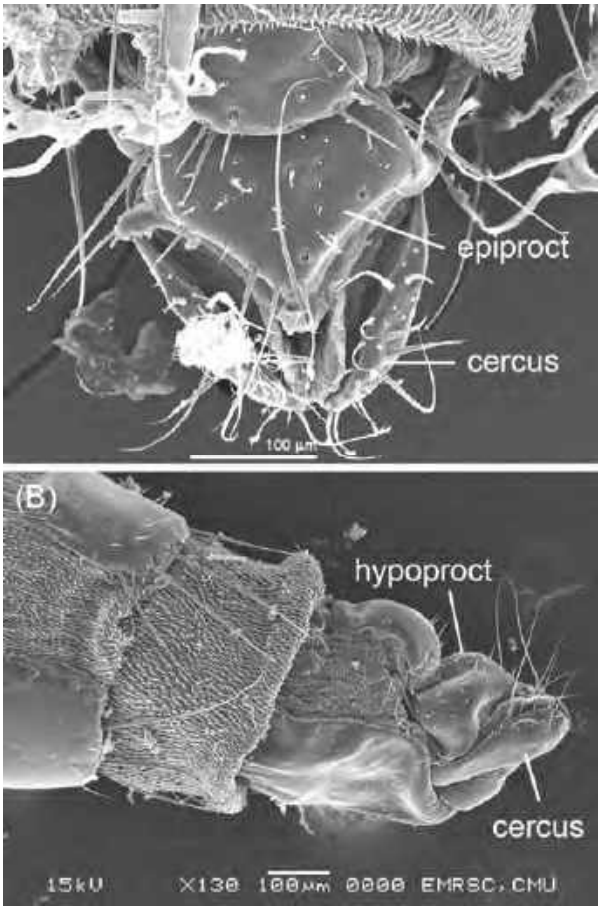
ท้องส่วนปลาย (terminalia)

ท้องส่วนปลาย ถือว่าเป็นส่วนของทวารหนักและอวัยวะสืบพันธุ์ของแมลง (ano-genital part)[4] ในแมลงวันหัวเขียวเพศเมียประกอบด้วยปล้องท้องตั้งแต่ปล้องที่ 6 จนถึงปล้องที่ 11 มีส่วนประกอบสำคัญคือ

- ทวารหนัก (anus) เป็นส่วนปลายสุดของทางเดินอาหาร
- โครงสร้างแข็งป้องกันทวารหนัก มี 2 โครงสร้างที่อยู่รอบทวารหนัก เปลี่ยนแปลงจากท้องปล้องที่ 11 คือ
  - epiproct (supraanal plate) อยู่บนต่อทวารหนัก (รูปที่ 3.34A)
  - hypoproct (subanal plate) อยู่ล่างต่อทวารหนัก (รูปที่ 3.34B)

แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มี epiproct รูปร่างคล้ายสามเหลี่ยม อยู่ระหว่าง cercus สั้น มีอวัยวะรับความรู้สึกชนิด sensilla basiconica และ sensilla placodea[54] ส่วน hypoproct มีรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยมฐานนูน (รูปที่ 3.34B) มีอวัยวะรับความรู้สึกชนิด sensilla basiconica

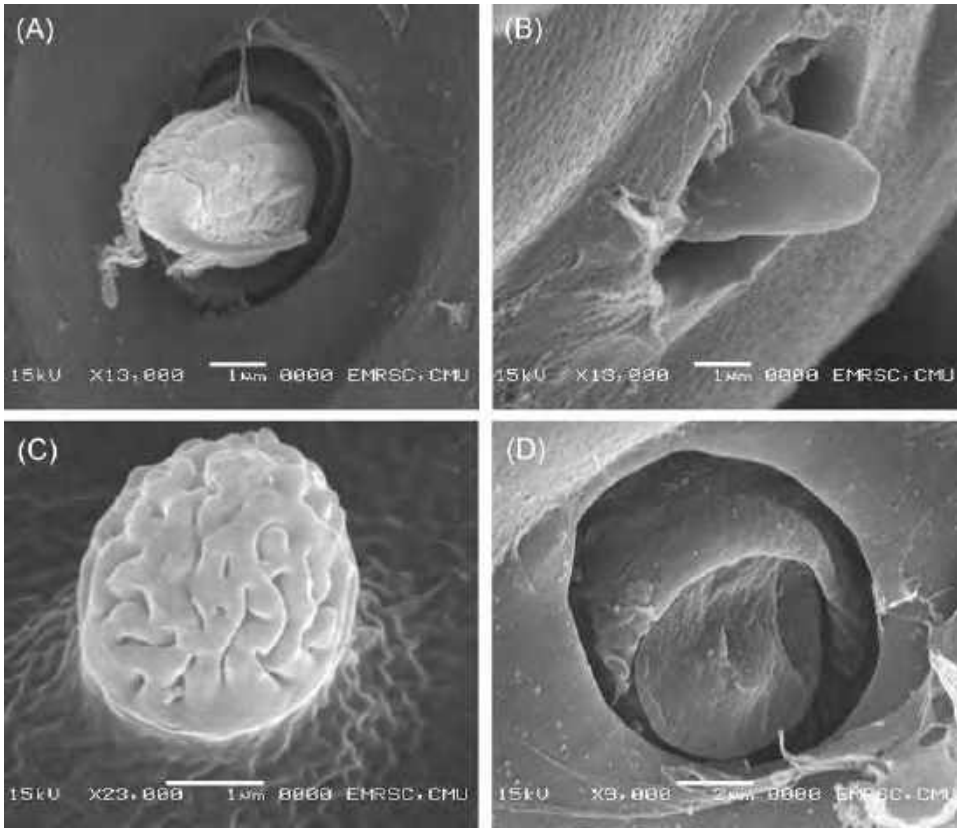
- cercus อวัยวะนี้เป็นรยางค์ อยู่ทางด้านบนเยื้องไปทางด้านข้างของท้อง ยื่นออกไปทางท้ายลำตัว มีจำนวน 2 อัน เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของรยางค์ของท้องปล้องที่ 11 จากระยะตัวอ่อน บน cercus มีขนทำหน้าที่รับการสัมผัสเมื่อแมลงวันหัวเขียวเดินถอยหลัง cercus มีอวัยวะรับความรู้สึกชนิด sensilla trichodea, sensilla basiconica อวัยวะรับความรู้สึกที่สันนิษฐานว่าเป็น sensilla styloconica และ sensilla placodea[54] (รูปที่ 3.35)
- อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก (external genitalia)



รูปที่ 3.34 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ของท้องส่วนปลายของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megaclephala* เพศเมีย (A) ด้านบนแสดง epiproct อยู่ระหว่าง cercus (B) ด้านล่างแสดง hypoproct อยู่ระหว่าง cercus *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*

อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกของเพศเมีย (female external genitalia)

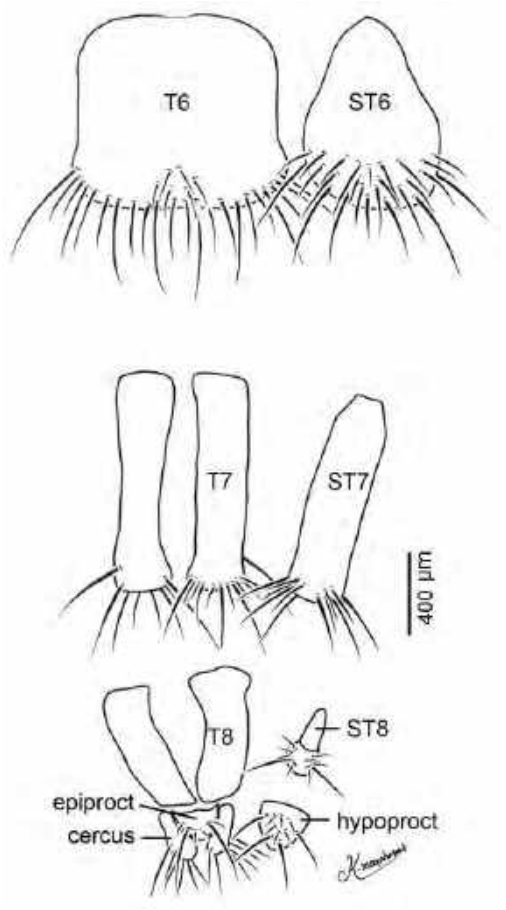
เนื่องจากตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวเพศเมียออกลูกเป็นไข่ ท้องปล้องที่ 6 ถึงปล้องสุดท้ายมีการรวมตัว และเปลี่ยนรูปร่างเป็นอวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกที่เอื้อต่อการวางไข่ อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญคือ



รูปที่ 3.35 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงอวัยวะรับความรู้สึกที่ cercus ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศเมีย (A) sensilla basiconica ที่ขนเป็นร่องและมีปลายแหลม (B) sensilla basiconica ที่เป็นปุ่มนูน (C) สันนิษฐานว่าน่าจะเป็น sensilla styloconica (D) sensilla placodea *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*

• รูเปิดอวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก (vulva) เป็นส่วนปลายของ genital chamber หรือ bursa copulatrix มีลักษณะเป็นช่อง (pouch) อยู่ระหว่างปล้องที่ 8 และปล้องที่ 9 ใช้เป็นทางผ่านของตัวอสุจิระหว่างการผสมพันธุ์กับแมลงวันหัวเขียวเพศผู้ ลึกเข้าไปจากรูเปิดอวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก คือช่องคลอด (vagina) ซึ่งมีขนาดใหญ่ขึ้น

• ovipositor (รูปที่ 3.36) เกิดจากการเปลี่ยนแปลงส่วนท้องของแมลงวันหัวเขียวตั้งแต่ปล้องท้องที่ 6 ให้มีขนาดเรียวเล็กลงเพื่อวางไข่ ปกติ ovipositor หดตัวอยู่ส่วนในของปลายท้อง แต่ยื่นออกมาเมื่อแมลงวันจะวางไข่ ovipositor มีอวัยวะรับความรู้สึกอยู่หลายชนิด สามารถทำหน้าที่ทั้งรับรสและกลิ่นได้[55;56]



รูปที่ 3.36 แผนภาพแสดง ovipositor ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศเมีย (T, tergite; ST, sternite) *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดย กิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

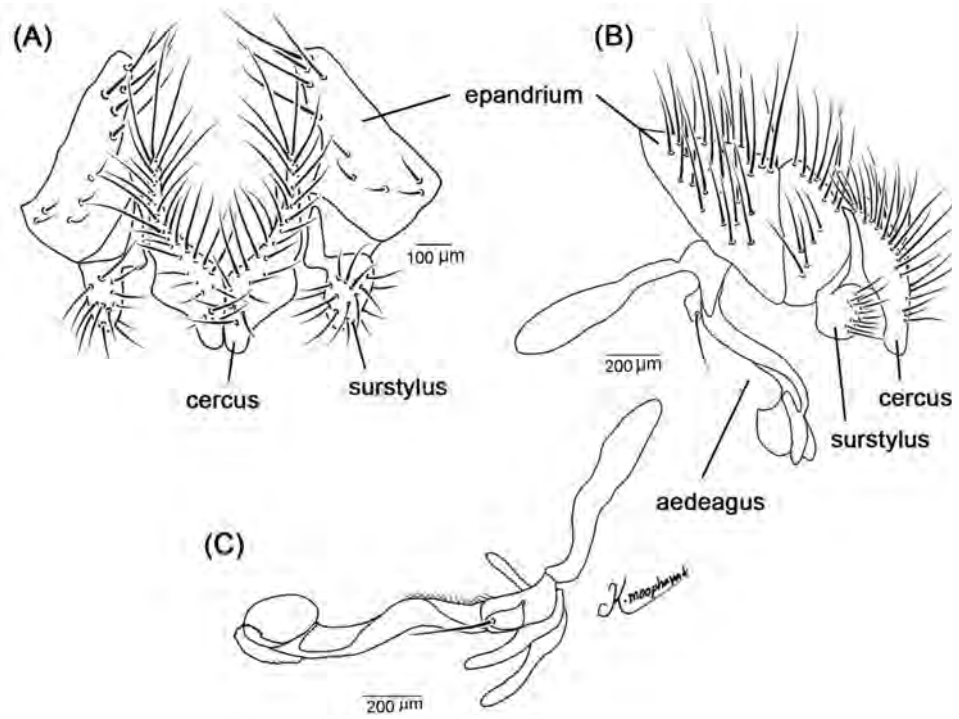
การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดในแมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* โดยผู้นิพนธ์และคณะ[14] พบว่าอวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกมีอวัยวะรับความรู้สึกหลายชนิด เช่น sensilla trichodea, sensilla basiconica (รูปที่ 3.35A, B) และอวัยวะรับความรู้สึกที่คล้ายกับ sensilla styloconica มีลักษณะเป็นก้อนกลม ความกว้างที่ฐานประมาณ 3.1 ไมโครเมตร ความสูงประมาณ 3.5 ไมโครเมตร ผิวมีลักษณะเป็นร่องตามยาว ไม่สม่ำเสมอ ก้อนกลมนี้ยื่นออกมาจาก

ฐานกลม สันนิษฐานว่า sensilla styloconica ทำหน้าที่รับความรู้สึกทางเคมีหรือความรู้สึกเชิงกล[24] (รูปที่ 3.35C) นอกจากนี้พบ sensilla placodea มีลักษณะเป็นแผ่นกลม มีรูตรงกลาง 1 รู ความยาวที่ฐานเฉลี่ย 3.8 ไมโครเมตร (ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างจำนวน 2 ตัวอย่าง) สันนิษฐานว่า sensilla placodea ทำหน้าที่รับกลิ่นหรือรับความรู้สึกทางเคมี[24] (รูปที่ 3.35D)

อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกของเพศผู้ (male external genitalia)

แมลงวันหัวเขียวเพศผู้มีอวัยวะสืบพันธุ์อยู่ต่อจากแผ่นแข็งด้านล่างแผ่นที่ 9 (sternite 9) ใช้ในการผสมพันธุ์ (copulatory organ) อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้มีชื่อเรียกหลายชื่อ ได้แก่ aedeagus, phallus, copulatory organ, penis หรือ phallosome ลักษณะเป็นท่อเรียว มีรูเปิดออกสู่ภายนอก (รูปที่ 3.37) นอกจากนี้แผ่นแข็งด้านล่างแผ่นที่ 5 (sternite 5) ของแมลงวันหัวเขียวเพศผู้หดตัวทางด้านหลังกลายเป็นส่วนของอวัยวะสืบพันธุ์ มีลักษณะเป็นกลีบ (lobe) หรือปุ่ม (tubercle) ขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงวัน ท้องปล้องที่ 6, 7 และ 8 ของเพศผู้มีการหดตัวลงปลายสุดมีอวัยวะที่เรียกว่า cercus และ surstylus ซึ่งมีสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันสามารถใช้เป็นลักษณะที่ช่วยในการระบุชนิดของแมลงวันหัวเขียวได้ (รูปที่ 3.38)

รูปที่ 3.37 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง aedeagus, cercus และ surstylus ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megaclephala* เพศผู้ *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*



รูปที่ 3.38 แผนภาพแสดงท้องส่วนปลายของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ (A) epandrium, cercus และ surstylus ด้านหลัง (B) epandrium, cercus, surstylus และ aedeagus ด้านข้าง (C) aedeagus *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

สัณฐานวิทยาของไข่แมลงวันหัวเขียว

ไข่แมลงวันหัวเขียวแต่ละชนิดมีสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกันคือ ลักษณะเรียวยาวคล้ายเม็ดข้าวสีขาว ความยาว 1.1 ถึง 1.4 มิลลิเมตร ภายในเป็นเซลล์ไข่หรือตัวอ่อน บางครั้งอาจมองเห็นตัวอ่อนระยะที่ 1 อยู่ภายใน ไข่แมลงวันหัวเขียวมีส่วนประกอบสำคัญ 4 ส่วน[57] คือ เปลือกไข่ (eggshell) รูไมโครไพล์ (micropyle) median area และ hatching line (รูปที่ 3.39)

1) เปลือกไข่ สร้างขึ้นระหว่างขบวนการสร้างไข่ (oogenesis) โดยเซลล์ mesodermal follicle ไปหุ้มเซลล์ germ line ของแต่ละ ovarian follicle[58] เปลือกไข่ประกอบด้วยชั้นต่างๆ จากชั้นนอกสุด เรียงเข้าไปข้างใน ดังนี้

• exochorion เปลือกไข่ชั้นนอกสุด เป็นเยื่อบางๆ ด้านบนสุด

• roof network คล้ายรอยหกเหลี่ยม[57]

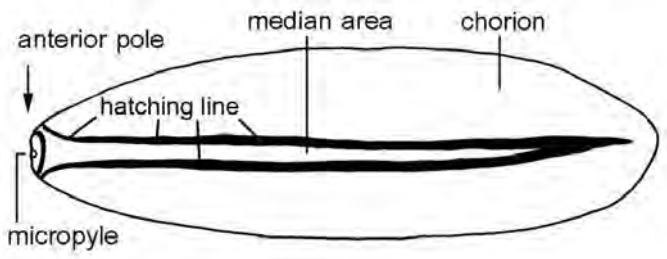
• endochorion ประกอบด้วย outer endochorion และ inner endochorion

• pillars เป็นแกนแนวตั้ง อยู่ระหว่าง outer endochorion และ inner endochorion

• innermost chorionic layer

• wax layer

• vitelline membrane



รูปที่ 3.39 แผนภาพแสดงโครงสร้างภายนอกของไข่แมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes (วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์)*

ด้านนอกสุดของเปลือกไข่ ยกเว้นส่วน median area หุ้มด้วย cement ที่บางมาก สร้างจาก accessory gland ของเพศเมีย[59] เปลือกไข่ทำหน้าที่

• ให้ความยืดหยุ่น ทำให้ง่ายต่อการวางไข่

• ทำหน้าที่ป้องกันเอ็มบริโอ หรือตัวอ่อนที่อยู่ภายในจากอันตราย เนื่องจากสิ่งแวดล้อมภายนอกเช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความชื้น ความแห้ง การขาดน้ำ หรือการติดเชื้อแบคทีเรีย

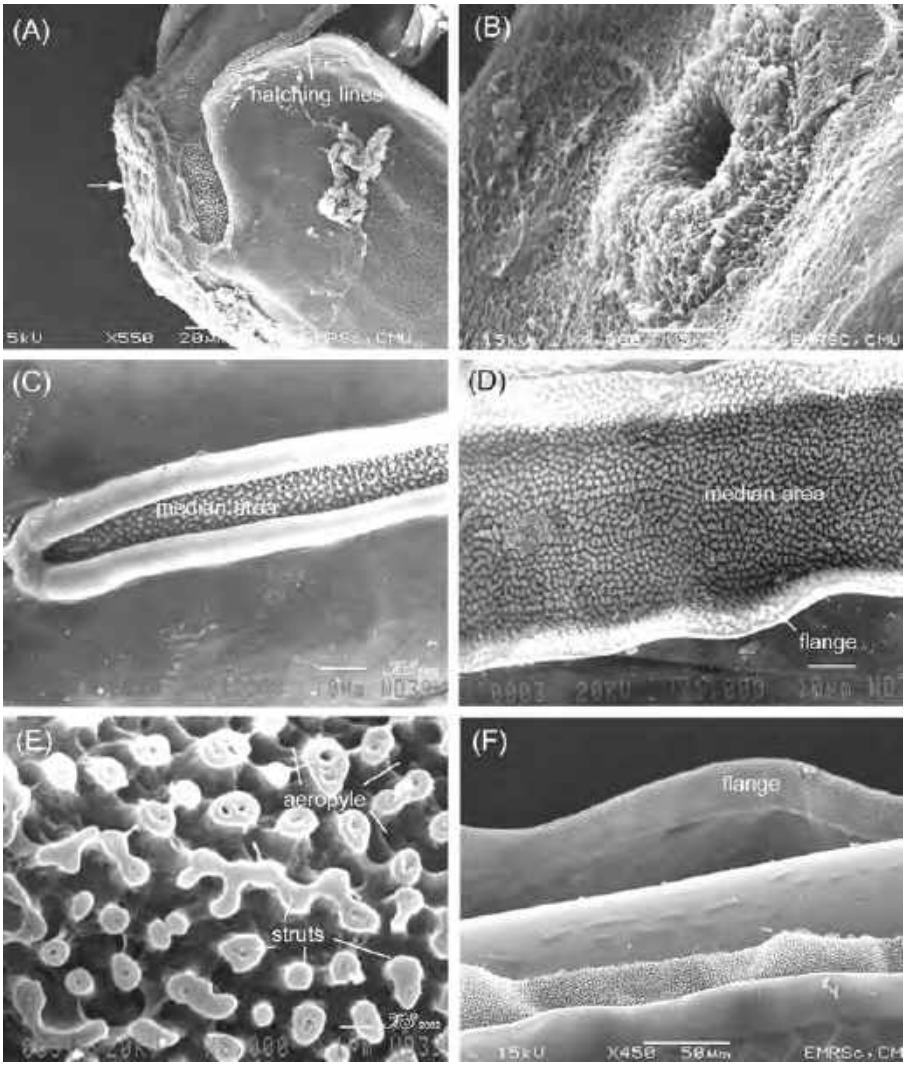
• ถ่ายเทอากาศให้เอ็มบริโอ ช่วยให้เอ็มบริโอได้รับแก๊สออกซิเจนอย่างเพียงพอ และช่วยกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดจากปฏิกิริยาทางชีวเคมีระหว่างการเจริญของเอ็มบริโอ[58]

2) รูไมโครไพล์ อยู่ทางด้านหน้าสุดหรือด้านหัวของไข่ (anterior pole) (รูปที่ 3.39, 3.40A, 3.40B) เป็นทางเข้าของตัวอสุจิ ก่อนเข้าไปผสมกับเซลล์ไข่ (oocyte)

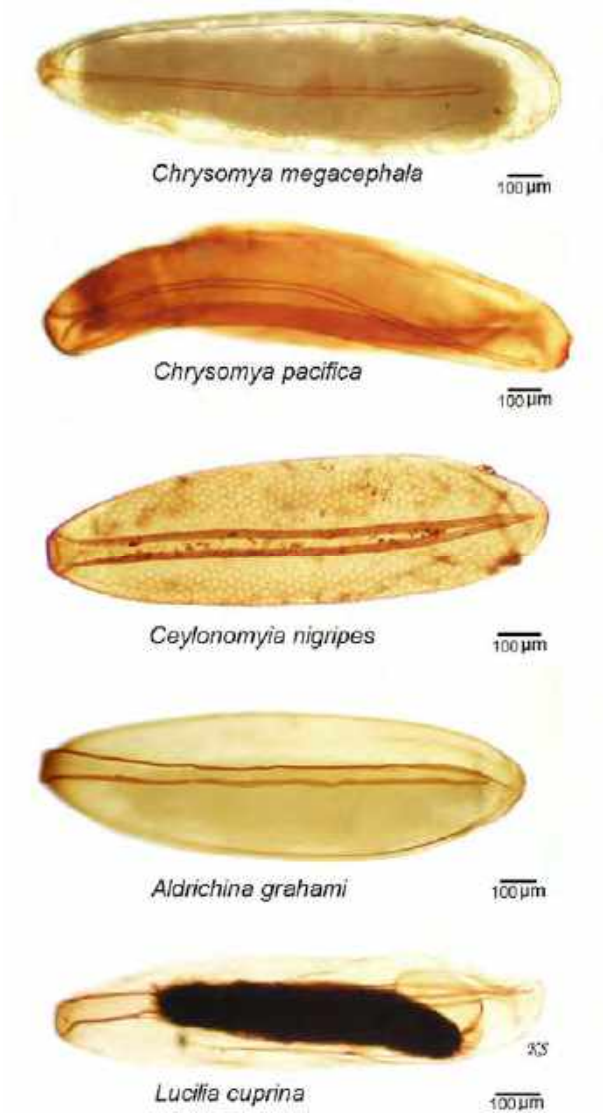
3) median area เป็นส่วนของไข่ที่ไม่มีชั้นของ cement หุ้ม บริเวณนี้อาจแคบ (รูปที่ 3.40C) หรือกว้าง (รูปที่ 3.40D) มีความยาวแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงวัน ภายใน median area มีโครงสร้างลักษณะคล้ายร่างแหของฟองน้ำ เรียกว่า plastron network ประกอบด้วย 3 ชั้นคือ ชั้นนอก ชั้นกลางและชั้นใน มีโครงสร้างหลักคือ struts และ aeropyles (holes) (รูปที่ 3.40E) plastron network ประกอบด้วย struts ที่ตั้งฉากขึ้นมาจากชั้นกลาง อากาศจะถูกกักเก็บไว้บริเวณช่องของ plastron network นี้[59] ขอบของ median area เรียกว่า flange (รูปที่ 3.40D, 3.40F) ในแมลงวันหัวเขียวบางชนิด flange นูนขึ้นมาเป็นแผ่นบาง เช่น แมลงวันหัวเขียว *Aldrichina grahami*[60] แมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina*[61] (รูปที่ 3.40D) และแมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia ligurriens*[62] (รูปที่ 3.40F) ซึ่งเป็นลักษณะที่ช่วยในการระบุชนิดไข่แมลงวันหัวเขียวได้

4) hatching line อยู่บริเวณขอบของ median area เป็นโครงสร้างที่ไม่แข็งแรง ลักษณะคล้ายซิปและปริออกจากกันได้ (รูปที่ 3.39, 3.40A) เพื่อให้ตัวอ่อนระยะที่ 1 ดิ้นตัวหลุดออกมาจากเปลือกไข่

ไข่ของแมลงวันหัวเขียวแต่ละชนิดมีรายละเอียดที่แตกต่างกัน ทั้งความกว้างและความยาวของไข่ ความกว้างและความยาวของ median area flange ที่นูนขึ้นมาและรอยต่อเหลี่ยมที่ผิวไข่ (รูปที่ 3.41) ขนาดของไข่ที่แตกต่างกันในแมลงวันหัวเขียวแต่ละชนิด แสดงไว้ในตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.40 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงไข่แมลงวันหัวเขียว (A) ไข่ *Hemipyrellia ligurriens* แสดงตำแหน่งรูไมโครไพล์ (ลูกศรชี้) และ hatching line (B) ไข่ *Chrysomya megacephala* แสดงรูไมโครไพล์ (C) ไข่ *Chrysomya megacephala* แสดง median area แคบ (D) ไข่ *Lucilia cuprina* แสดง median area กว้าง เห็น flange ที่ตั้งขึ้น (E) ไข่ *Chrysomya megacephala* แสดง struts และ aeropyle (F) ไข่ *Hemipyrellia ligurriens* แสดง hatching line ที่แยกออก *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*



รูปที่ 3.41 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงไข่แมลงวันหัวเขียวเมื่อย้อมด้วยสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ความเข้มข้นร้อยละ 1 นาน 1 นาที *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[63] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196840922106)*

ตารางที่ 3.1 ขนาดไข่แมลงวันหัวเขียวที่มีความสำคัญทางการแพทย์หรือสัตวแพทย์

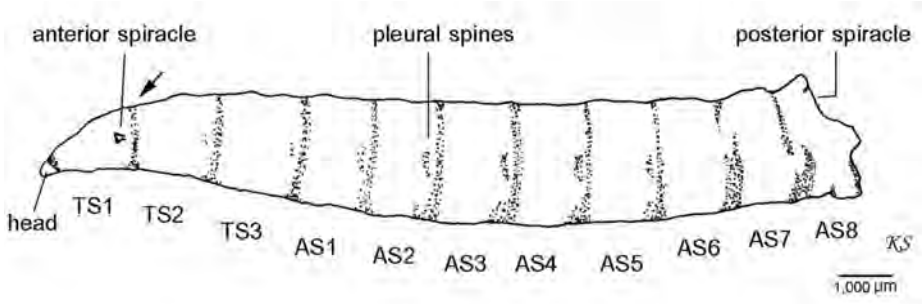
ชนิดของแมลงวันหัวเขียว	ค่าเฉลี่ยความยาว (± SD)	ค่าเฉลี่ยความกว้าง (± SD)	เอกสารอ้างอิง
Achoetandrus rufifacies (n=60)	1.47 ± 0.08	0.39 ± 0.05	[63]
Aldrichina grahami (n=50)	1.38 ± 0.07	0.36 ± 0.06	[63]
Calliphora loewi (n=50)	1.55 ± 0.05	0.46 ± 0.02	[64]
Calliphora vicina (n=50)	1.40 ± 0.05	0.40 ± 0.20	[64]
Calliphora vomitoria (n=50)	1.40 ± 0.11	0.41 ± 0.03	[64]
Calliphora uralensis (n=50)	1.41 ± 0.03	0.41 ± 0.03	[64]
Calliphora subalpina (n=50)	1.76 ± 0.03	0.47 ± 0.03	[64]
Cynomya mortuorum (n=50)	1.69 ± 0.04	0.59 ± 0.07	[64]
Lucilia caesar (n=50)	1.28 ± 0.02	0.26 ± 0.01	[64]
Lucilia cuprina (n=50)	1.09 ± 0.07	0.25 ± 0.05	[63]
Lucilia sericata (n=50)	1.19 ± 0.05	0.28 ± 0.02	[65]
Phormia regina (n=50)	1.22 ± 0.03	0.34 ± 0.03	[65]
Phormia terraenovae (n=50)	1.24 ± 0.04	0.34 ± 0.03	[64]

- หน่วยเป็นมิลลิเมตร
- SD = Standard Deviation (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
- n = จำนวนตัวอย่าง

การพัฒนาของตัวอ่อนภายในไข่ ขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงวันหัวเขียวและสิ่งแวดล้อมภายนอก ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้น Greenberg[66] ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของแมลงวันหัวเขียว *Lucilia sericata* โดยนำไข่แมลงวันมาเลี้ยงที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส และเฝ้าดูการเปลี่ยนแปลงทุกชั่วโมงภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง พบว่าในชั่วโมงที่ 17 หลังการวางไข่ เห็นส่วนปากและหนามที่ล้อมรอบลำตัวในแต่ละปล้องของตัวอ่อนภายในไข่ได้ ส่วนการฟักเป็นตัวอ่อนใช้เวลาต่าง กัน คือในชั่วโมงที่ 19 และในชั่วโมงที่ 20

สัณฐานวิทยาของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว

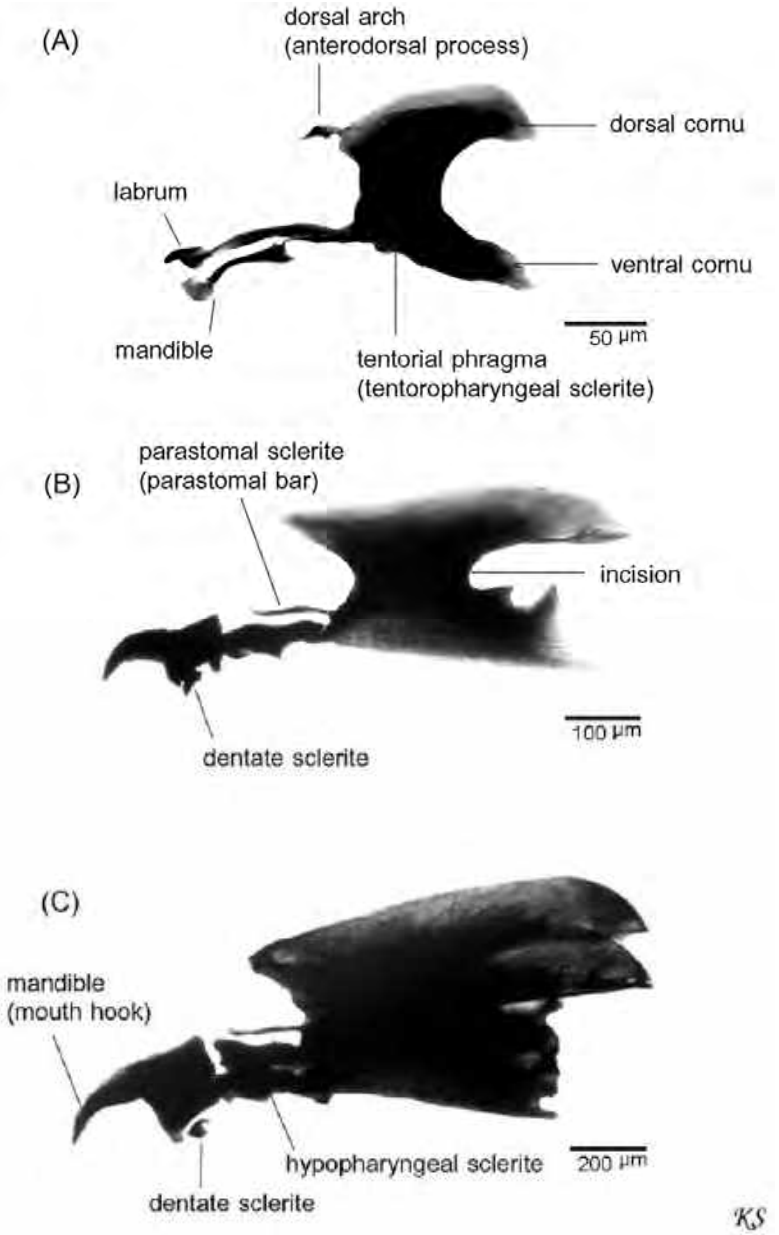
ระยะตัวอ่อนเป็นระยะที่มีการกินอาหาร ทำให้ร่างกายมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียวมี 3 ระยะย่อย การเปลี่ยนจากระยะหนึ่งไปสู่ระยะต่อไปเกิดขึ้นโดยวิธีลอกคราบ ลักษณะทั่วไปของตัวอ่อนทุกระยะคล้าย คลึงกันคือ เป็นหนอนสีขาวครีม ไม่มีขาหรือรยางค์ ประกอบด้วยปล้องทั้งหมด 12 ปล้อง คือ ส่วนหัว 1 ปล้อง ส่วนอก 3 ปล้องและส่วนท้อง 8 ปล้อง (รูปที่ 3.42) ส่วนหัวและส่วนท้ายของตัวอ่อนไม่มีลักษณะที่บ่งชี้เป็นหัวหรือท้ายที่ชัดเจน แต่สามารถสังเกตความแตกต่างได้จากส่วนหัวมีลักษณะที่เรียวยาวกว่า ในขณะที่ส่วนท้ายมีลักษณะที่ป้านกว่า ตัวอ่อนในรูปแบบนี้เรียกว่าตัวอ่อนชนิด vermiform



รูปที่ 3.42 แผนภาพแสดงโครงสร้างภายนอกของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ลูกศรชี้แสดงตำแหน่งของหนามระหว่างปล้อง ที่ผู้นิพนธ์ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชนิด (AS, abdominal segment; TS, thoracic segment) *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ วาดโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์)*

ส่วนหัวของตัวอ่อนมีอวัยวะสำคัญดังนี้

1) ปาก มีการหดตัวอย่างมากและเว้าเข้าไปในส่วนหัว ภายในมีโครงร่างแข็งเรียกว่า cephalopharyngeal skeleton ซึ่งมีสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันในตัวอ่อนระยะที่ 1 ตัวอ่อนระยะที่ 2 และตัวอ่อนระยะที่ 3 (รูปที่ 3.43)



รูปที่ 3.43 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดง cephalopharyngeal skeleton ของแมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* (A) ตัวอ่อนระยะที่ 1 (B) ตัวอ่อนระยะที่ 2 (C) ตัวอ่อนระยะที่ 3 *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ[67] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ Entomological Society of America หมายเลขอนุญาต 27587590)*

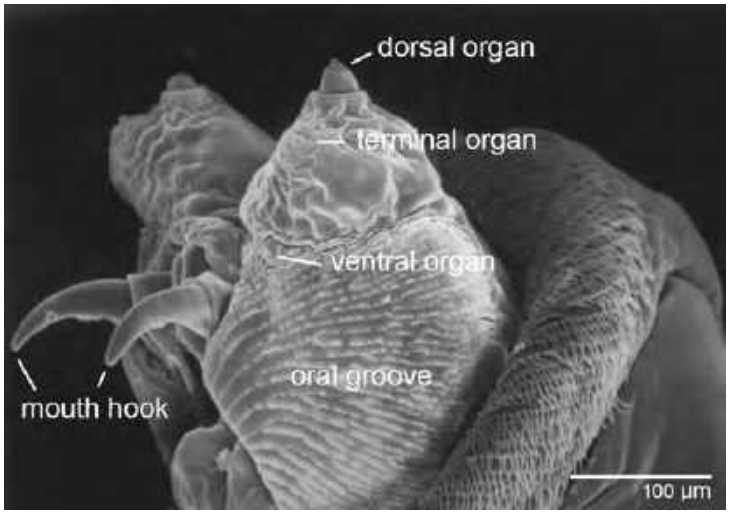
2) mouth hook เป็นส่วนปลายสุดของ cephalopharyngeal skeleton มี 1 คู่ อยู่ส่วนหน้าสุดของตัวอ่อน (รูปที่ 3.44) อวัยวะนี้ทำหน้าที่ในการกินอาหาร การเคลื่อนที่ หรือการขุดเจาะเนื้อเยื่อโฮสต์ให้ลึกลงไป

3) dorsal organ อยู่บริเวณปลายสุดของหัวด้านบน มี 1 คู่ รูปร่างเป็นรูปโดม (รูปที่ 3.44, 3.45A) จากการศึกษาโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านเชื่อว่า dorsal organ ทำหน้าที่รับกลิ่น[68]

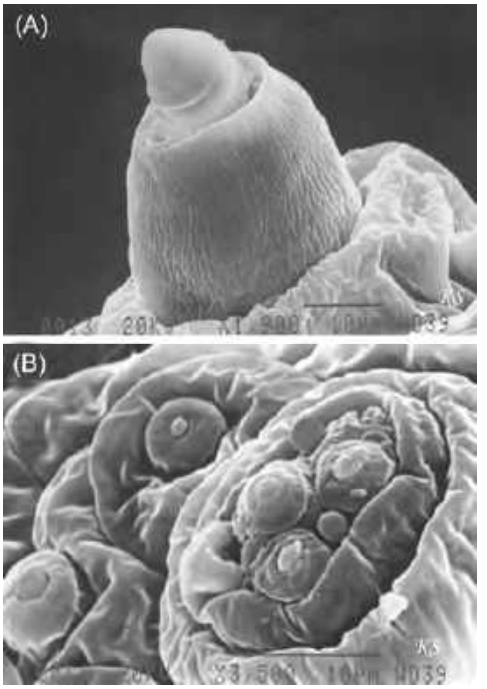
4) terminal organ อยู่ถัดจาก dorsal organ ลงมาด้านล่างเล็กน้อย มี 1 คู่ ลักษณะเป็นกลุ่มของปุ่มรับความรู้สึกขนาดเล็ก (papillae) (รูปที่ 3.44, 3.45B) เชื่อว่าทำหน้าที่ 2 ประการคือ รับกลิ่นและสัมผัสเชิงกล[69] ทั้ง dorsal organ และ terminal organ มีในตัวอ่อนทั้งสามระยะ

5) ventral organ อยู่ถัดจาก terminal organ ลงมาด้านล่าง (รูปที่ 3.44)

6) oral groove ลักษณะเป็นร่องตามขวาง (รูปที่ 3.44)



รูปที่ 3.44 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง mouth hook, dorsal organ, terminal organ, ventral organ และ oral groove ของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes (ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ[67] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ Entomological Society of America หมายเลขอนุญาต 27587590)*

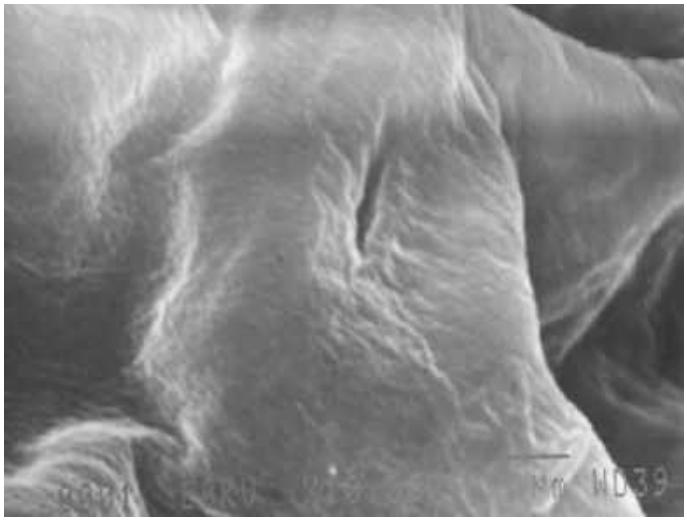


รูปที่ 3.45 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* (A) dorsal organ (B) terminal organ *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ[70] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ Entomological Society of America หมายเลขอนุญาต 27587595)*

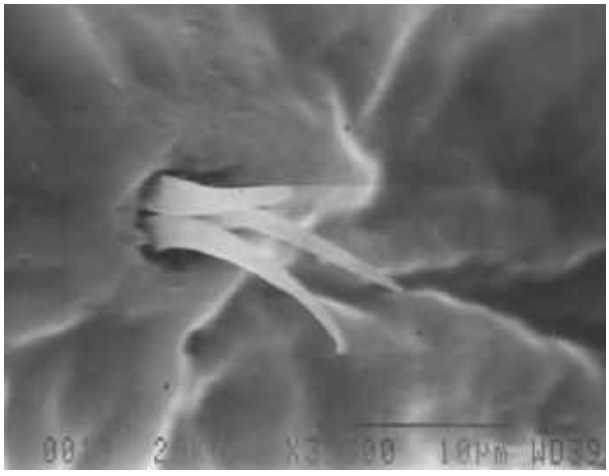
อวัยวะภายนอกสำคัญที่พบได้ในลำตัวของตัวอ่อนคือรูหายใจ (spiracle) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบหายใจ ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวมีระบบหายใจชนิด amphipneustic คือ มีรูหายใจ 2 ตำแหน่ง ที่อกปล้องที่ 1 อยู่ 1 คู่ เรียกว่า รูหายใจหน้า และปลายปล้องสุดท้ายของลำตัว 1 คู่ เรียกว่า รูหายใจหลัง (รูปที่ 3.42)

แต่ละระยะของตัวอ่อนมีสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน ดังนี้

• ตัวอ่อนระยะที่ 1 มีความยาว 1.7 ถึง 3.5 มิลลิเมตร เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่า mouth hook ลักษณะเป็นกระจุกหนามแหลม รูหายใจหน้ามีขนาดเล็กมาก (รูปที่ 3.46) ส่วนรูหายใจหลังยังเจริญไม่เต็มที่ ด้านท้องของปล้องอกทุกปล้องมีอวัยวะรับความรู้สึกเป็นขน 3 เส้น (รูปที่ 3.47) เชื่อว่ารับความรู้สึกทางเคมีหรือกายภาพ



รูปที่ 3.46 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงรูหายใจหน้าของตัวอ่อนระยะที่ 1 แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies (ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*



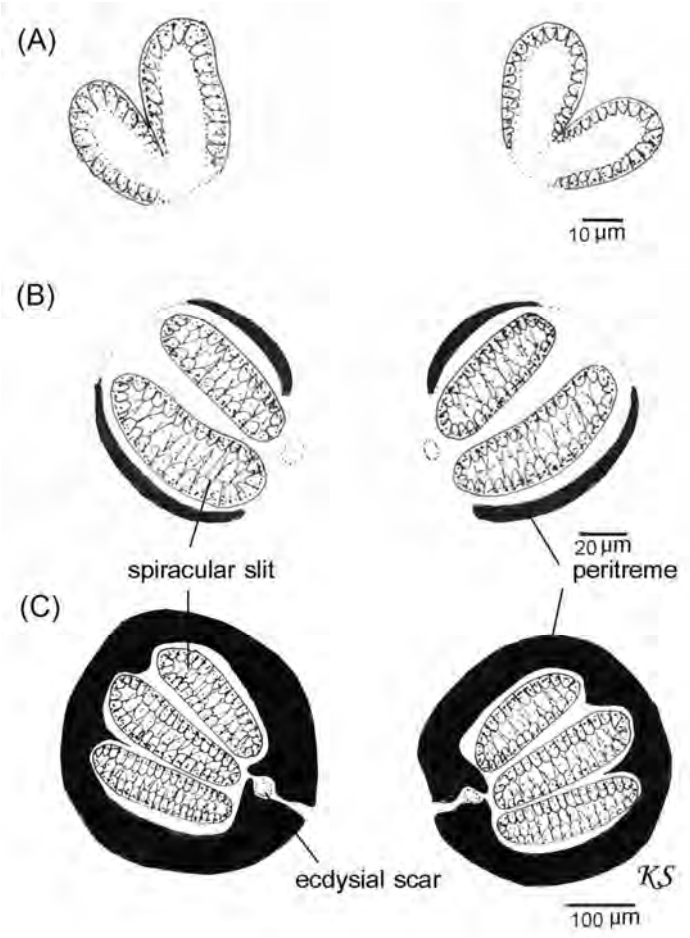
รูปที่ 3.47 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงอวัยวะรับความรู้สึกเป็นขน 3 เส้นที่ปล้องอก ของตัวอ่อนระยะที่ 1 แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies (ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*

• ตัวอ่อนระยะที่ 2 ความยาว 6 ถึง 9 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงวันหัวเขียว รูหายใจหน้าเจริญดีขึ้น มีลักษณะคล้ายแขนงนิ้วมือเรียงตัวเป็นแถวเดียว จำนวนแขนงขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงวัน และมีจำนวนแขนงเท่ากับที่พบในตัวอ่อนระยะที่ 3 (ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 จำนวนแขนงของรูหายใจหน้าในตัวอ่อนระยะที่ 2 และตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว

ชนิดของแมลงวันหัวเขียว	จำนวนแขนง	เอกสารอ้างอิง
Achoetandrus rufifacies	9-12	[70]
Achoetandrus villeneuvi	13-15	[71]
Calliphora lata	10, 11	[72]
Calliphora loewi	5-6	[72]
Calliphora vicina	7-9	[72]
Calliphora vomitoria	8-11	[72]
Ceylonomyia nigripes	9-13	[73]
Chrysomya megacephala	8-12	[73]
	12,13	[72]
Chrysomya pinguis	9-11	[72]
Hemipyrellia ligurriens	5-7	[62]
	6-9	[72]
Lucilia ampullacea	7-9	[72]
Lucilia caesar	6-9	[72]
Lucilia cuprina	4-7	[73]
Lucilia illustris	8-10	[72]
Lucilia porphyrina	6-9	[72]
Lucilia sericata	7,8	[72]
Phormia regina	8-10	[72]
Protophormia terraenovae	9-11	[72]
Stomorhina obsoleta	6	[72]
Triceratopyga calliphoroides	6,7	[72]

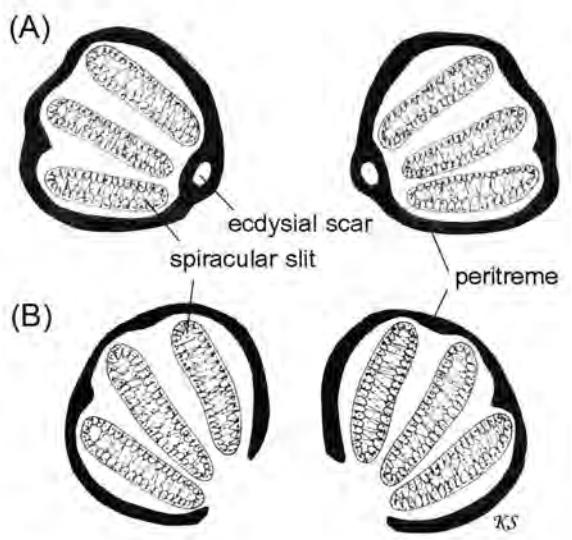
ลำตัวของตัวอ่อนระยะที่ 2 แบ่งเป็นปล้องชัดเจน ระหว่างปล้องมีหนามขนาดเล็กอยู่ รูหายใจหลังยังเจริญไม่เต็มที่ มีท่อสำหรับหายใจให้อากาศผ่านเรียกว่า spiracular slit รูปร่างเรียวยาว 2 อัน เรียงตัวเกือบขนานกัน ล้อมรอบด้วยขอบหนาเรียกว่า วง peritreme (รูปที่ 3.48B)



รูปที่ 3.48 แผนภาพแสดงรูหายใจหลังของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* (A) ตัวอ่อนระยะที่ 1 (B) ตัวอ่อนระยะที่ 2 (C) ตัวอ่อนระยะที่ 3 *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์)*

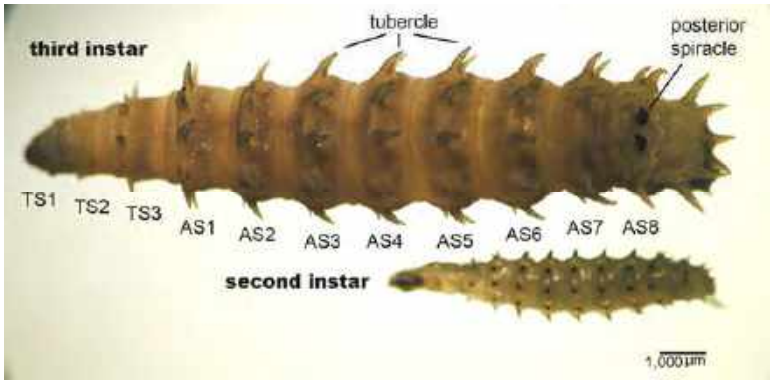
• ตัวอ่อนระยะที่ 3 มีขนาดและสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงวันหัวเขียว ความยาวลำตัว 1 ถึง 2 เซนติเมตร รูหายใจหลังเจริญดี spiracular slit มีจำนวน 3 อัน แยกออกจากกัน บางชนิดมีส่วนที่เรียกว่า ecdysial scar (button) รูปร่างกลมอยู่เกือบตรงกลางระหว่าง spiracular slit ที่ล้อมรอบด้วยวง peritreme สีเข้มชัด (รูปที่ 3.48C) ลักษณะของ spiracular slit, ecdysial scar และ peritreme สามารถใช้ระบุชนิดของตัวอ่อนระยะที่ 3 ได้ ลักษณะ peritreme ของแมลงวันหัวเขียวแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) เป็นวงแบบสมบูรณ์ (complete peritreme) ได้แก่ แมลงวันหัวเขียวในสกุล *Lucilia, Hemipyrellia* และ *Calliphora*[72] (รูปที่ 3.49A)
2) เป็นวงแบบไม่สมบูรณ์ (incomplete peritreme) ได้แก่ แมลงวันหัวเขียวในสกุล *Chrysomya,* ชนิด *Phormia regina, Protophormia terraenovae* และ *Protocalliphora azurea*[72] (รูปที่ 3.49B)



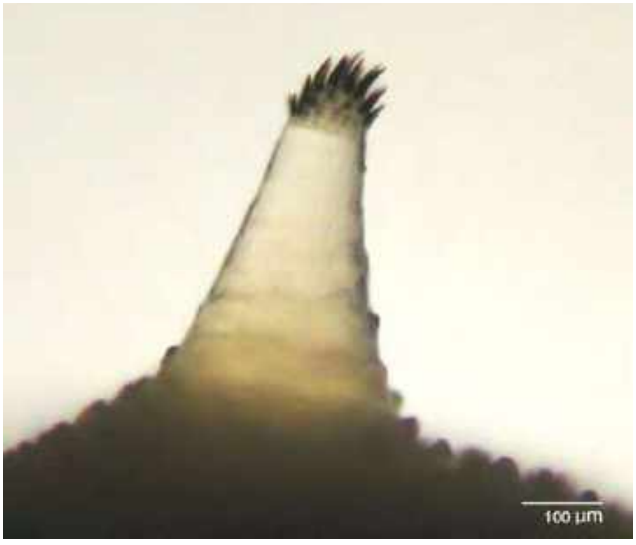
รูปที่ 3.49 แผนภาพแสดงรูหายใจหลังของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว (A) complete peritreme ของ *Hemipyrellia ligurriens* (B) incomplete peritreme ของ *Chrysomya megacephala (วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์)*

ตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวันหัวเขียวมีผิวลำตัวเรียบ (รูปที่ 3.42) ยกเว้นแมลงวันหัวเขียวบางชนิดคือ *Achoetandrus rufifacies*[70], *Achoetandrus villeneuvi*[74] และ *Achoetandrus albiceps*[75] ที่ผิวลำตัวด้านบนและด้านข้างมี tubercle ขนาดใหญ่ยื่นออกมา ทำให้ถูกเรียกว่า “หนอนขน” (hairy maggot) (รูปที่ 3.50) สำหรับราชอาณาจักรไทยจนถึงปัจจุบัน มีรายงานว่าพบเพียง 2 ชนิดคือ *Achoetandrus rufifacies* (รูปที่ 3.51A) และ *Achoetandrus villeneuvi* (รูปที่ 3.51B) อย่างไรก็ตาม ผู้นิพนธ์และคณะได้ทำการวิจัยและสามารถที่จะแยกแมลงวันหัวเขียว 2 ชนิดนี้ออกจากกันได้ โดยสังเกตจากลักษณะของ tubercle ที่ยื่นออกมา ปลาย tubercle ของ *Achoetandrus rufifacies* มีหนามปลายแหลมยื่นออกมาเป็นกระจุกด้านบน (รูปที่ 3.52) ส่วน tubercle ของ *Achoetandrus villeneuvi* มีหนามสั้นๆ ยื่นออกมาทั่วทั้ง tubercle (รูปที่ 3.53)[71;76] จากประสบการณ์การวิจัยของผู้นิพนธ์ ยังพบตัวอ่อนที่มี tubercle ที่น่าจะเป็นหนอนขนของแมลงวันหัวเขียวอีก 1 ชนิด แต่ยังไม่สามารถระบุชนิดได้ เนื่องจากไม่มีตัวอย่างของตัวเต็มวัย ตัวอ่อนแมลงวันชนิดนี้ไม่มี tubercle ขนาดใหญ่โผล่ขึ้นมาจากลำตัวชัดเจนเหมือนกับ *Achoetandrus rufifacies* หรือ *Achoetandrus villeneuvi* แต่มีลักษณะเป็นปุ่มขนาดใหญ่ทั้งด้านบนและด้านข้าง รวมทั้งปล้องสุดท้ายของลำตัวที่เห็นเด่นชัดที่สุด (รูปที่ 3.54) ซึ่งควรมีการศึกษาต่อไป เนื่องจากหนอนขนชนิดนี้สามารถพบได้ในศพ และอาจมีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยา[77]



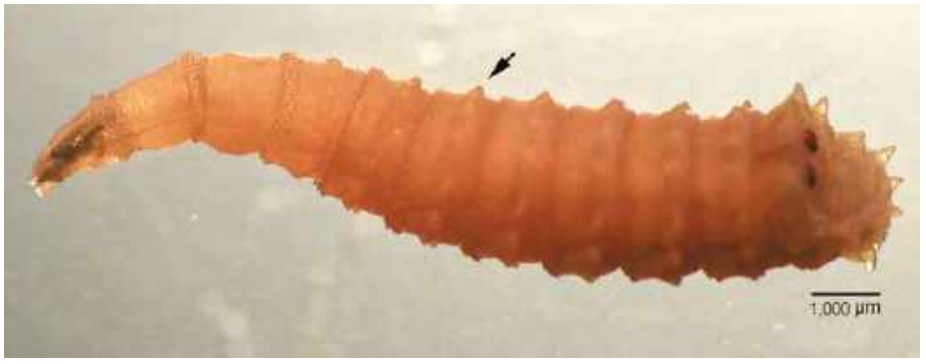
รูปที่ 3.50 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดง tubercle ที่ยื่นออกมาด้านบนและด้านข้าง ของตัวอ่อนระยะที่ 3 (รูปบน) และตัวอ่อนระยะที่ 2 (รูปล่าง) แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus villeneuvi* (AS, abdominal segment; TS, thoracic segment) *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*

รูปที่ 3.51 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวันหัวเขียว (A) *Achoetandrus rufifacies* (B) *Achoetandrus villeneuvi (ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*



รูปที่ 3.52 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดง tubercle ของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies (ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*

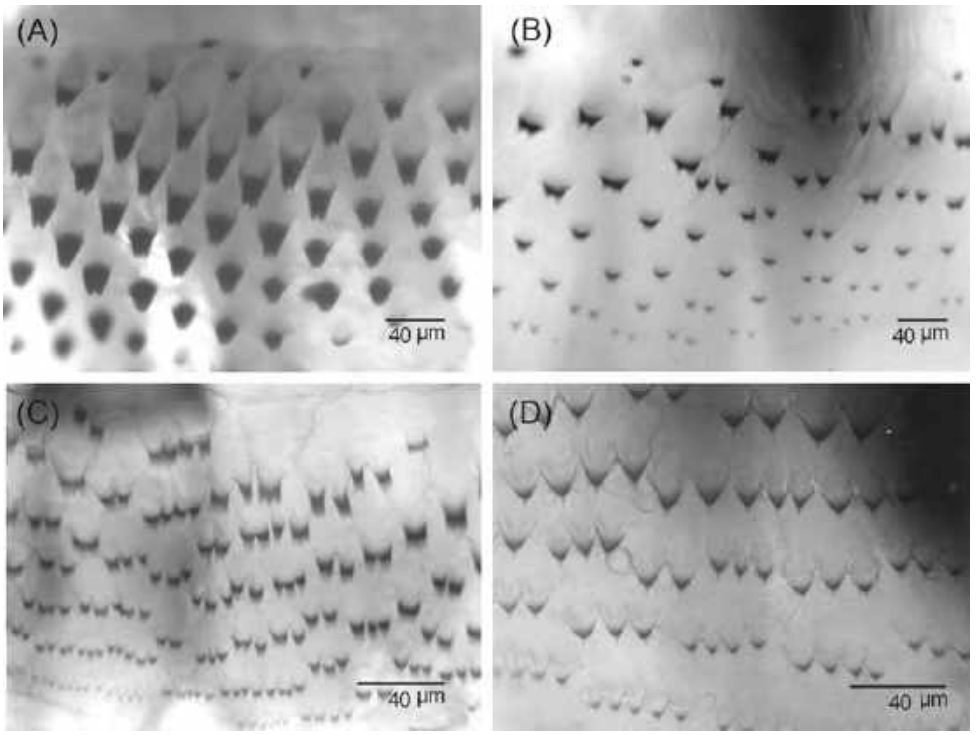
รูปที่ 3.53 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดง tubercle ของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus villeneuvi (ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[76] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196951354510)*



รูปที่ 3.54 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดง tubercle (ลูกศรชี้) ของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียวที่ไม่ทราบชนิด ที่พบในศพ *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ)*

ตัวอ่อนระยะที่ 3 มีหนามเล็กๆ ระหว่างปล้อง โดยเฉพาะหนามระหว่างอกปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 (รูปที่ 3.42) หนามมีการเรียงตัวเป็นกลุ่มแถว หนามระหว่างปล้องนี้มีสัณฐานวิทยาแตกต่างกันในแมลงวันหัวเขียวแต่ละชนิด และใช้เป็นลักษณะที่สามารถแยกความแตกต่างจากกันได้ (รูปที่ 3.55)

ตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลาย (non-feeding stage, migratory larval stage, post-feeding larval stage) เป็นระยะที่ไม่กินอาหาร ตัวอ่อนพยายามเคลื่อนที่ไปในบริเวณที่แห้งกว่าเพื่อเจริญเป็นระยะดักแด้ การเจริญเติบโตของตัวอ่อนระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 3 ใช้เวลาประมาณ 9 ถึง 20 วัน ขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงวันหัวเขียว อาหารและสภาพแวดล้อม



รูปที่ 3.55 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงหนามระหว่างอกปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 ของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว (A) *Achoetandrus rufifacies* (B) *Chrysomya megacephala* (C) *Ceylonomyia nigripes* (D) *Lucilia cuprina (ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์ และคณะ[73] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ Entomological Society of America หมายเลขอนุญาต 27587592)*

สัณฐานวิทยาของดักแด้แมลงวันหัวเขียว

ระยะดักแด้ (pupa) เป็นระยะที่ไม่มีการเคลื่อนไหวและไม่กินอาหาร ดักแด้แมลงวันหัวเขียวเป็นชนิด coarctate คือมีปลอกหุ้ม ปลอกดังกล่าวเกิดจากการหดตัวของผนังลำตัวของตัวอ่อนระยะที่ 3 การสร้างดักแด้มี 2 กระบวนการคือ pupariation และ pupation[78] (รายละเอียดกล่าวในบทที่ 5) ดักแด้ระยะแรกมีสีครีม ต่อมาเปลี่ยนเป็นสีเหลืองน้ำตาล สีน้ำตาลแดง และเมื่อดักแด้อายุมากเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ

ดักแด้แมลงวันหัวเขียวมีลักษณะหัวและท้ายมน คล้ายถังเบียร์ ที่เรียกว่า puparium (พหูพจน์ = puparia) หรือ puparial case ลำตัวเป็นปล้องติดกัน และเห็นเพียง 11 ปล้อง คือปล้องอก 3 ปล้องและปล้องท้อง 8 ปล้อง (รูปที่ 3.56, 3.57A) ส่วนปล้องหัวหดตัวเข้าไปข้างใน ทำให้มองเห็นอกปล้องที่ 1 ที่มีรูหายใจหน้าอยู่ด้านข้างเป็นส่วนหน้าสุดของดักแด้ (รูปที่ 3.56, 3.57B) ปล้องสุดท้ายมีลักษณะกลมมน ตรงกลางปล้องสุดท้ายมีรูหายใจหลัง ซึ่งมีสัณฐานวิทยาเหมือนกับรูหายใจหลังในตัวอ่อนระยะที่ 3 หนามระหว่างปล้องยังคงปรากฏอยู่

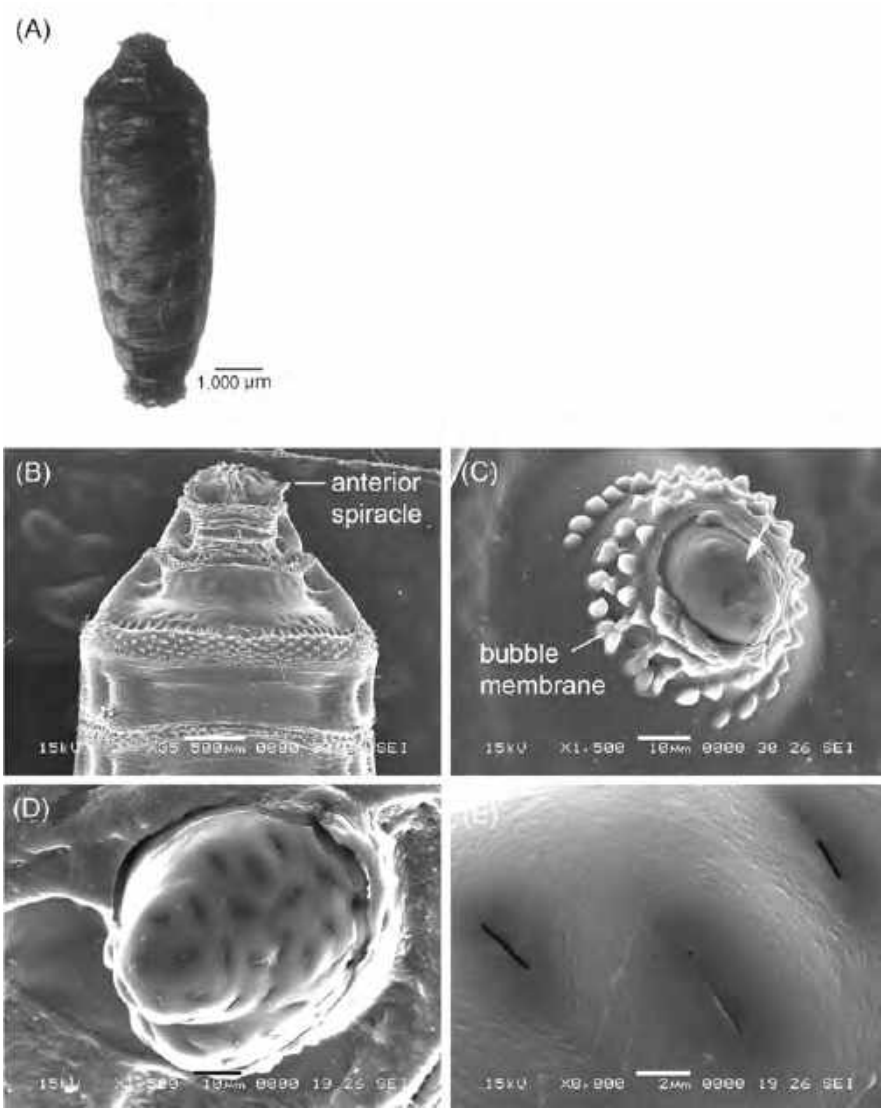
ในดักแด้ช่วงแรก ที่ด้านข้างของปล้องท้องปล้องที่ 1 (รูปที่ 3.56) มีปุ่มนูนขึ้นมาเรียกว่า bubble membrane (รูปที่ 3.57C) เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่าผิวนอกมีปุ่มเล็กๆ จำนวนมากอยู่ จำนวนปุ่มนี้มีความแตกต่างกันในแมลงวันหัวเขียวแต่ละชนิด (ตารางที่ 3.3)

รูปที่ 3.56 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ลูกศรชี้ตำแหน่งของ bubble membrane ที่ด้านข้างของปล้องท้องปล้องที่ 1 (AS, abdominal segment; TS, thoracic segment) *(ภาพโดยรัชฎาวรรณ เงินกลั่น)*

ตารางที่ 3.3 จำนวนปุ่มที่ bubble membrane ของดักแด้แมลงวันหัวเขียว

ชนิดของแมลงวันหัวเขียว	จำนวนปุ่ม	เอกสารอ้างอิง
Achoetandrus rufifacies	~35	[71]
	~45	[79]
Achoetandrus villeneuvi	~225	[71]
Calliphora vicina	~20	[79]
Ceylonomyia nigripes	~70	[80]
Chrysomya megacephala	~38	[81]
Cochliomyia macellaria	ไม่มี	[79]
Hemipyrellia ligurriens	~57	[62]
Lucilia coeruleiviridis	~50	[79]
Lucilia cuprina	~30	[82]
Lucilia illustris	~30	[79]
Lucilia sericata	~23	[79]
Phormia regina	~40	[79]

ดักแด้อายุมากกว่า 3 วัน มีสีเข้มและมี pupal respiratory horn โผล่ขึ้นมาตรงกลางของ bubble membrane (รูปที่ 3.57C) ผู้นิพนธ์และคณะศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ในดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* และ *Ceylonomyia nigripes* พบว่าบน pupal respiratory horn มี papilla อยู่ (รูปที่ 3.57D) ซึ่ง papilla แต่ละอันมีรูขนาดเล็ก[81] (รูปที่ 3.57E) ส่วนแมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* ไม่มี papilla แต่มีลักษณะเป็นขีดเล็กๆ หน้าที่ของ pupal respiratory horn คือเป็นช่องสำหรับถ่ายเทอากาศ สำหรับแมลงวันที่กำลังเจริญอยู่ภายใน[82] นอกจากนี้แมลงวันที่กำลังเจริญในดักแด้ ยังสามารถรับอากาศได้จากช่องทางอื่นอีกคือ รูหายใจหน้าและรูหายใจหลัง ซึ่งมีหลักฐานจากการศึกษาในแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya bezziana* ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด[83] (รูปที่ 3.58) เมื่อตัวเต็มวัยที่อยู่ในดักแด้เจริญเต็มที่ จะออกจากดักแด้ที่บริเวณรอยต่อของปล้องอกปล้องที่ 3 กับปล้องท้องปล้องที่ 1



รูปที่ 3.57 ดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* (A) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (B-E ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด) (B) ปล้องอกปล้องที่ 2 มีรูหายใจหน้า (C) bubble membrane และ pupal respiratory horn (ลูกศรชี้) (D) pupal respiratory horn (E) ภาพขยายช่องถ่ายเทอากาศที่ pupal respiratory horn *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ[80] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196960089308)*

รูปที่ 3.58 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงรูหายใจหน้า ของดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya bezziana (ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์ และคณะ)*

สัณฐานวิทยาของแมลงวันหัวเขียวที่สำคัญในราชอาณาจักรไทย

สัณฐานวิทยาของแมลงวันหัวเขียวที่มักพบในราชอาณาจักรไทย แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้ ส่วนวิธีการระบุชนิดได้บรรยายไว้ในกุญแจรูปภาพ ในบทที่ 9 (หัวข้อ 3.2.2)

❖ แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala*

ตัวเต็มวัย

ทั้งสองเพศลำตัวยาว 7.5 ถึง 10.0 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นคือ

หัว:

เพศเมีย (รูปที่ 3.59A) มีตาประกอบสีน้ำตาล-แดง แต่ละ facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด ตาประกอบทั้งสองข้างอยู่ห่างกัน ทำให้บริเวณ frontal vitta (ด้านหน้าของหัวระหว่างตา) กว้าง สีเกือบดำ บริเวณใต้ต่อ frontal vitta ที่เรียกว่า parafacial มีสีส้มปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีเหลืองอ่อน หนวด แก้ม และ palpus มีสีส้ม (รูปที่ 3.59C)

เพศผู้ (รูปที่ 3.59B) มีตาประกอบสีน้ำตาล-แดง ประมาณสองในสามของพื้นที่ตาประกอบส่วนบนมี facet ขนาดใหญ่ ในขณะที่ด้านล่างประมาณหนึ่งในสามมี facet ขนาดเล็ก ตาประกอบทั้งสองตาอยู่ชิดกันที่ตรงกลางของหัว ทำให้บริเวณ frontal vitta แคบกว่าในเพศเมีย มีสีเกือบดำเช่นเดียวกับในเพศเมีย parafacial หนวด แก้ม และ palpus มีลักษณะเช่นเดียวกับในเพศเมีย (รูปที่ 3.59D)

อก: ทั้งสองเพศมีลักษณะเหมือนกัน สะท้อนแสงสีเขียวแกมน้ำเงิน แต่อกส่วน scutum มีแสงที่สะท้อนออกมาค่อนไปทางสีเขียวมากกว่าส่วน scutellum ที่ค่อนไปทางสีน้ำเงิน รูหายใจหน้ามีขนาดใหญ่ สีน้ำตาลเข้ม บริเวณอกมี katepisternal setae 2 เส้น ในทางกีฏวิทยาใช้สัญญลักษณ์ 1+1 หมายถึงด้านหน้า 1 เส้นและด้านท้าย 1 เส้น (รูปที่ 3.23)

Calypter: upper calypter แยกเป็นสองส่วนชัดเจน ด้านหน้าสีขาวครีม ด้านหลังสีน้ำตาลอ่อน lower calypter สีน้ำตาล

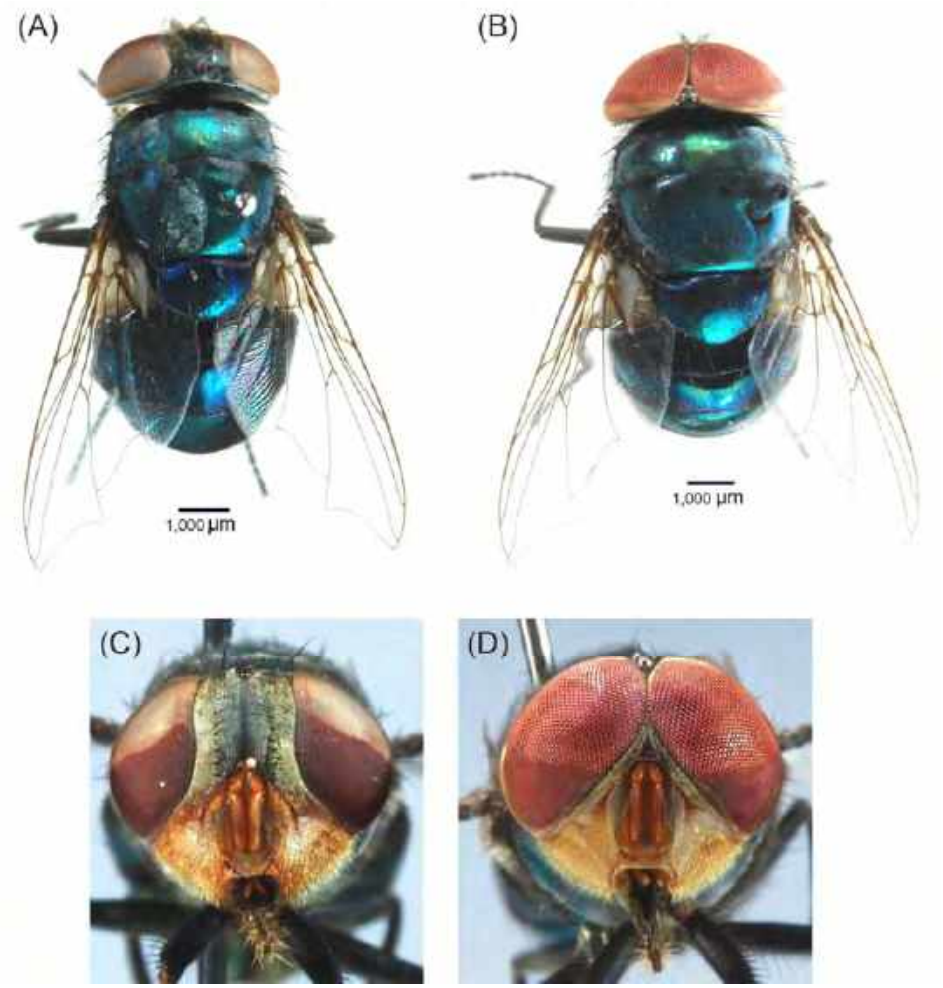
ขา: ขาเล็กยาวเรียว มีสีดำ

ปีก: มีลักษณะโปร่งแสง ฐานปีกมีสีเข้ม

ท้อง: สีเขียวแกมน้ำเงินแต่ค่อนไปทางสีเขียว ปล้องท้องปล้องที่ 2 (T3) และปล้องที่ 3 (T4) มีแถบดำที่ปลายปล้อง ด้านบนของทุกปล้องมีขนสีดำปกคลุม ท้องด้านล่าง (S2 ถึง S5) ปกคลุมด้วยขนสีดำเป็นส่วนใหญ่แต่แทรกด้วยขนสีครีมและสีน้ำตาลอ่อน; ovipositor ของเพศเมีย และท้องส่วนปลายของเพศผู้ แสดงในรูปที่ 3.36 และ 3.38 ตามลำดับ

ไข่

ความยาวเฉลี่ย 1.40 ± 0.05 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 0.40 ± 0.06 มิลลิเมตร median area ยาวมาก จนเกือบความยาวทั้งหมดของไข่ (ความยาวเฉลี่ย 1.33 ± 0.05 มิลลิเมตร) median area แคบมาก (รูปที่ 3.40C, 3.60A) เฉลี่ย 0.008 ± 0.002 มิลลิเมตร (จากจำนวนตัวอย่าง 71 ตัวอย่าง)[63] flange ไม่ยกตัวขึ้นเป็นแผ่นบาง รอยต่อเหลี่ยมของผิวไข่ไม่เด่นชัด



รูปที่ 3.59 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* (A) เพศเมีย (B) เพศผู้ (C) เพศเมียแสดงด้านหน้าส่วนหัว (D) เพศผู้แสดงด้านหน้าส่วนหัว *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

ตัวอ่อน

ลักษณะเด่นของตัวอ่อนแมลงวันชนิดนี้คือลำตัวค่อนข้างอ้วน สีขาวครีม ผิวเรียบ

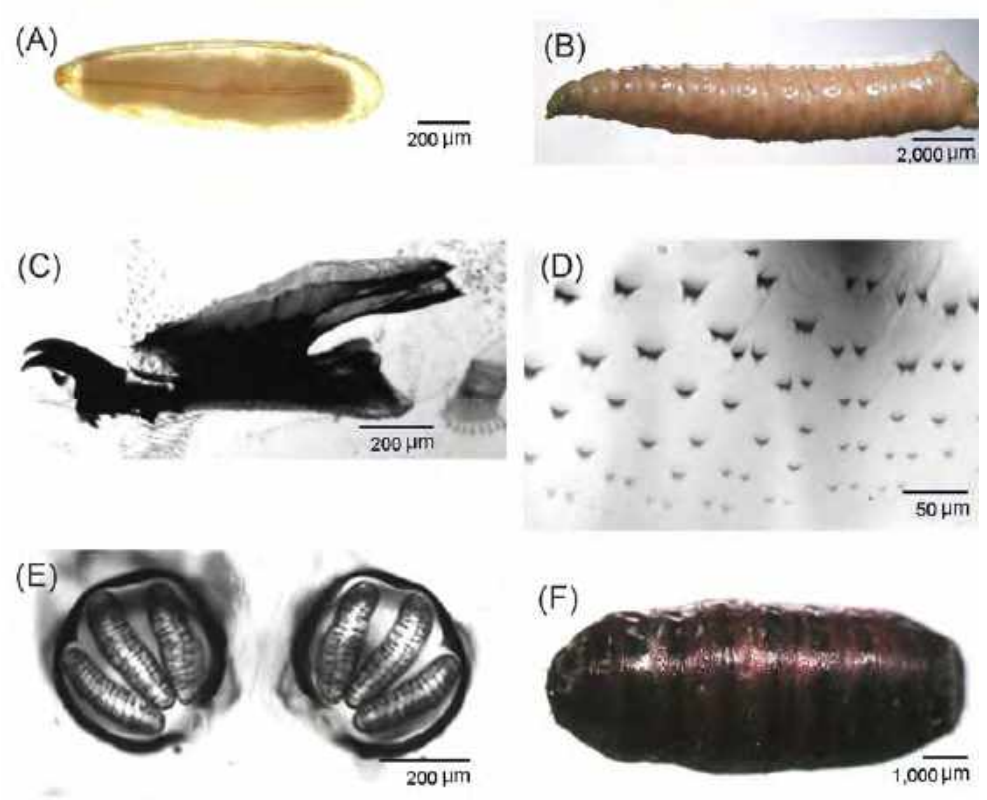
ตัวอ่อนระยะที่ 1: มีสีขาว ขนาดเล็ก ผิวลำตัวเรียบ ความยาว 1.7 ถึง 3.5 มิลลิเมตร รูหายใจหน้าขนาดเล็กมาก รูหายใจหลังยังเจริญไม่เต็มที่ spiracular slit 2 อันแต่ปลายชิดกันคล้ายตัวอักษร “V”

ตัวอ่อนระยะที่ 2: มีสีครีม ผิวลำตัวเรียบ ความยาวได้ถึง 8 มิลลิเมตร จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 8 ถึง 13 แขนง รูหายใจหลังมี spiracular slit 2 อันและแยกกัน

ตัวอ่อนระยะที่ 3: มีสีครีม ผิวลำตัวเรียบ ปลายปล้องสุดท้ายป้าน (รูปที่ 3.42, 3.60B) ความยาวได้ถึง 19 มิลลิเมตร[72] จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 8 ถึง 13 แขนง cephalopharyngeal skeleton แสดงในรูปที่ 3.60C ลักษณะหนามระหว่างอกปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 แสดงในรูปที่ 3.60D รูหายใจหลังมี peritreme เป็นวงแบบไม่สมบูรณ์ (รูปที่ 3.49B, 3.60E)

ดักแด้

เป็นรูปถังเบียร์ ดักแด้แก่มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ ความยาวเฉลี่ย 9.16 ± 0.50 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 3.34 ± 0.20 มิลลิเมตร (จากจำนวนตัวอย่าง 40 ตัวอย่าง) [84] (รูปที่ 3.60F)



รูปที่ 3.60 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* (A) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงไข่เมื่อย้อมด้วยสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ความเข้มข้นร้อยละ 1 นาน 1 นาที *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[63] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196840922106)* (B-E ตัวอ่อนระยะที่ 3) (B) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (C) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดง cephalopharyngeal skeleton (D) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงหนามระหว่างอกปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 (E) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงรูหายใจหลัง *(D, E ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[73] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ Entomological Society of America หมายเลขอนุญาต 27587592)* (F) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงดักแด้ *(B,C,F ภาพโดยรัชฎาวรรณ เงินกลั่น)*

❖ แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis*

ตัวเต็มวัย

ทั้งสองเพศลำตัวยาว 7.0 ถึง 9.7 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นคือ

หัว:

เพศเมีย (รูปที่ 3.61A) มีตาประกอบห่างกัน สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta กว้าง สีเกือบดำ parafacial สีส้ม แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดสีส้ม แต่ปล้องที่ 3 ส่วนหน้ามีสีเกือบดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.61C)

เพศผู้ (รูปที่ 3.61B) ตาประกอบชิดกันที่ตรงกลางของหัว สีน้ำตาล-แดง facet ขนาดใหญ่อยู่ด้านบนประมาณสองในสาม ส่วนด้านล่างประมาณหนึ่งในสามมีขนาดเล็ก frontal vitta แคบมาก สีเกือบดำ parafacial สีส้ม แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดสีส้ม แต่ปล้องที่ 3 ส่วนหน้ามีสีเกือบดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.61D)

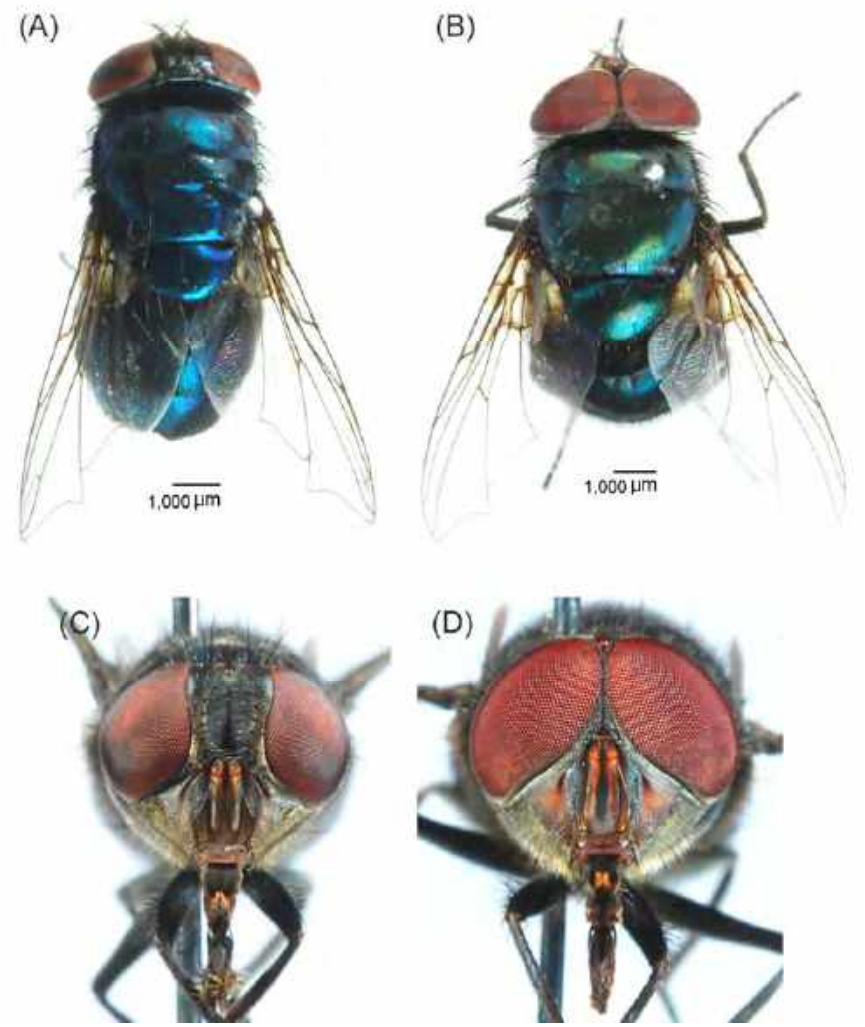
อก: อกส่วน scutum มีแสงที่สะท้อนออกมาสีเขียวแกมน้ำเงิน ส่วน scutellum สะท้อนสีน้ำเงิน-ม่วง รูหายใจหน้ามีขนาดใหญ่ สีน้ำตาลเข้ม บริเวณอกมี katepisternal setae 2 เส้น (1+1 หมายถึงด้านหน้า 1 เส้นและด้านท้าย 1 เส้น)

Calypter: upper calypter แยกเป็นสองส่วนชัดเจน ด้านหน้าสีขาวอมเทา ด้านหลังสีน้ำตาลอ่อน ใส lower calypter สีน้ำตาล ใส

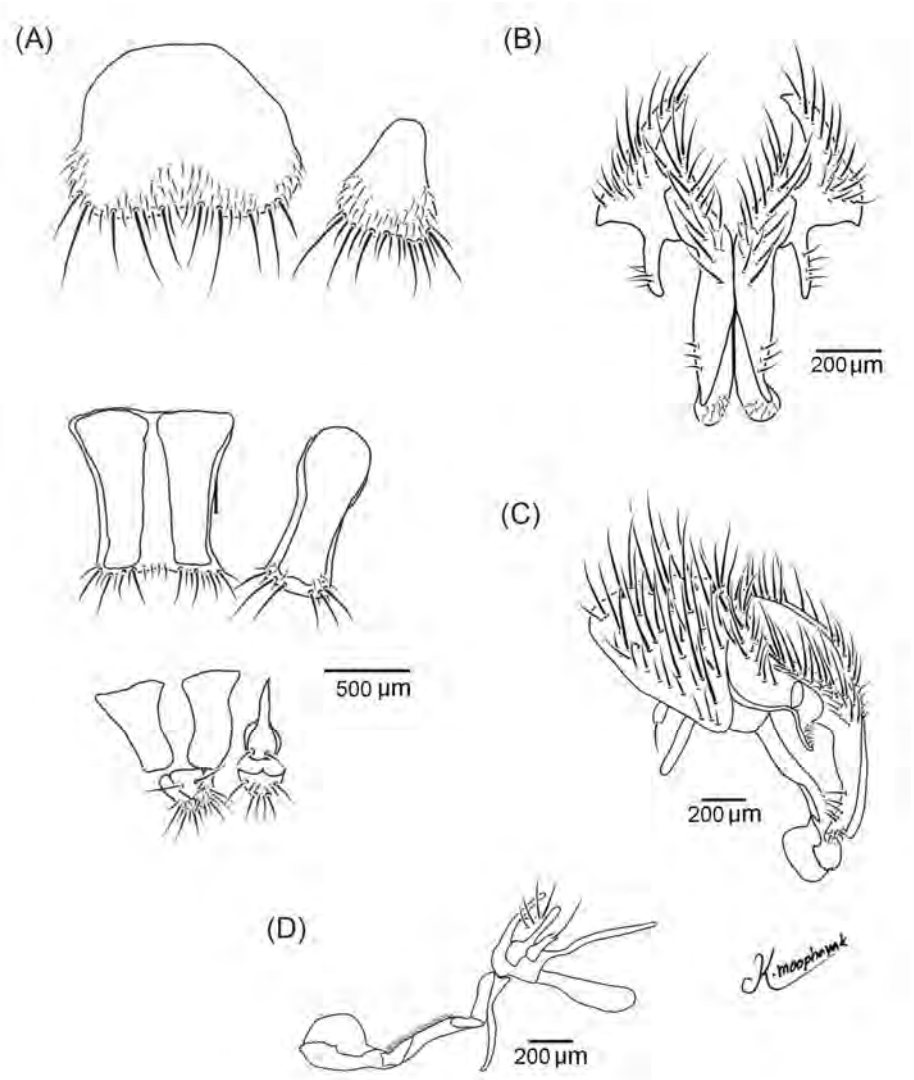
ขา: ขาเล็กยาวเรียว มีสีดำ

ปีก: มีลักษณะโปร่งแสง ฐานปีกมีสีเข้ม

ท้อง: สีเขียวแกมน้ำเงินและสะท้อนสีน้ำเงิน-ม่วง ปล้องท้องปล้องที่ 2 (T3) และปล้องที่ 3 (T4) มีแถบดำที่ปลายปล้อง แต่ไม่ชัดเจนเหมือนกับ *Chrysomya megacephala* มีขนสีดำปกคลุมด้านบนทุกปล้อง ท้องด้านล่าง (S2 ถึง S5) ปกคลุมด้วยขนสีดำเป็นส่วนใหญ่ แทรกด้วยขนสีครีม-น้ำตาล; ovipositor ของเพศเมีย และท้องส่วนปลายของเพศผู้ แสดงในรูปที่ 3.62A และ 3.62B,C,D ตามลำดับ



รูปที่ 3.61 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* (A) เพศเมีย (B) เพศผู้ (C) เพศเมียแสดงด้านหน้าส่วนหัว (D) เพศผู้แสดงด้านหน้าส่วนหัว *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*



รูปที่ 3.62 แผนภาพแสดงแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* (A) ovipositor (B) epandrium, cercus และ surstylus ด้านหลัง (C) epandrium, cercus และ surstylus ด้านข้าง (D) aedeagus *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

ไข่

ไม่พบข้อมูลไข่แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis*

ตัวอ่อน

ไม่พบข้อมูลตัวอ่อนระยะที่ 1 และตัวอ่อนระยะที่ 2 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis*

ตัวอ่อนระยะที่ 3: ผิวลำตัวเรียบ ปลายปล้องสุดท้ายป้านด้านบน ความยาวถึง 16 มิลลิเมตร[72] จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 9 ถึง 11 แขนง cephalopharyngeal skeleton คล้ายคลึงกับของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala*[72] รูหายใจหลังมี peritreme เป็นวงแบบไม่สมบูรณ์

ดักแด้

ไม่พบข้อมูลดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis*

❖ แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya chani*

ตัวเต็มวัย

ทั้งสองเพศลำตัวยาว 7.5 ถึง 9.5 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นคือ

หัว:

เพศเมีย (รูปที่ 3.63A) มีตาประกอบห่างกัน สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta กว้าง สีเกือบดำ parafacial สีส้มแกมดำ แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดสีส้มเข้มที่ปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 ส่วนปล้องที่ 3 สีส้มเกือบดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.63C)

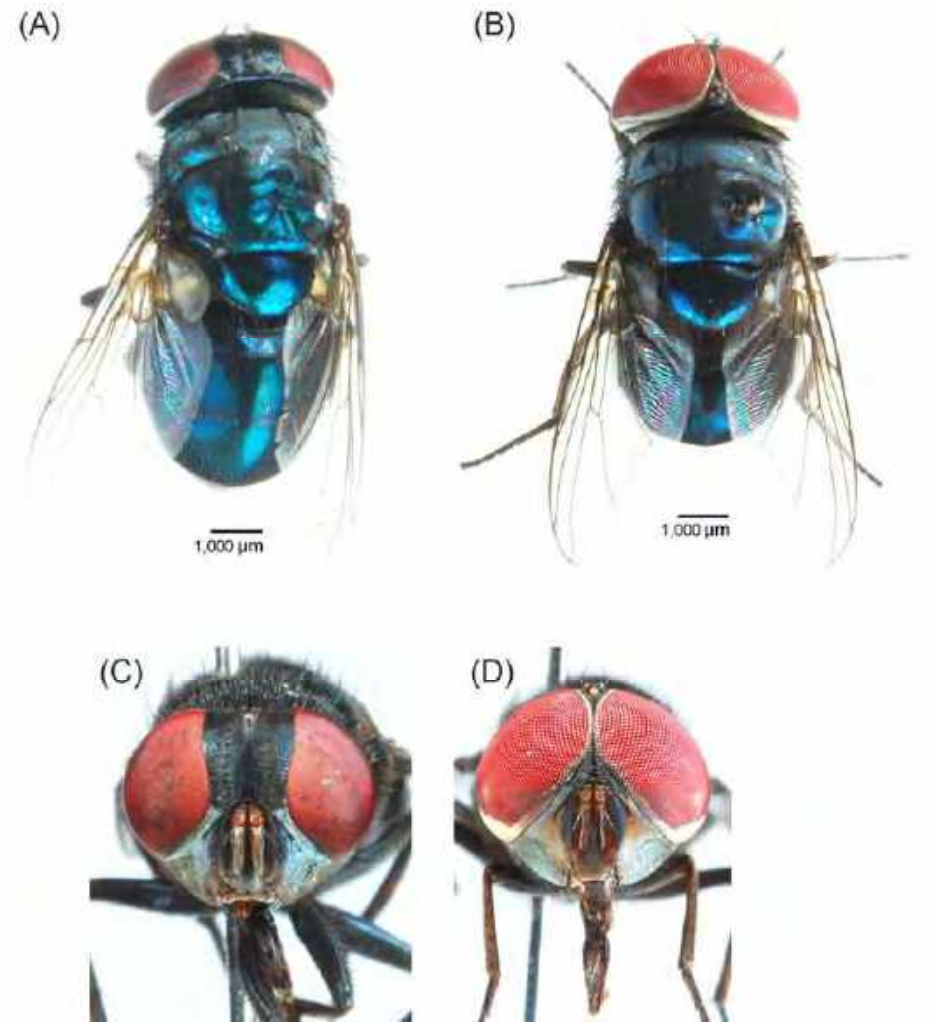
เพศผู้ (รูปที่ 3.63B) ตาประกอบชิดกันที่ตรงกลางของหัว สีน้ำตาล-แดง facet ขนาดใหญ่อยู่ด้านบนประมาณสองในสาม ส่วนด้านล่างประมาณหนึ่งในสามมีขนาดเล็ก frontal vitta แคบมาก สีเกือบดำ parafacial สีส้มแกมดำ แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดสีส้มเข้มที่ปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 ส่วนปล้องที่ 3 สีส้มเกือบดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.63D)

อก: อกส่วน scutum มีแสงที่สะท้อนออกมาสีเขียว ส่วน scutellum สะท้อนสีสีเขียวแกมน้ำเงิน รูหายใจหน้ามีขนาดใหญ่ สีน้ำตาลเข้ม บริเวณอกมี katepisternal setae 2 เส้น (1+1 หมายถึงด้านหน้า 1 เส้นและด้านท้าย 1 เส้น)

Calypter: upper calypter แยกเป็นสองส่วนชัดเจน ด้านหน้าสีขาวครีม มีขอบด้านล่างสีเหลือง ด้านหลังสีน้ำตาล ใส lower calypter สีน้ำตาล ใส

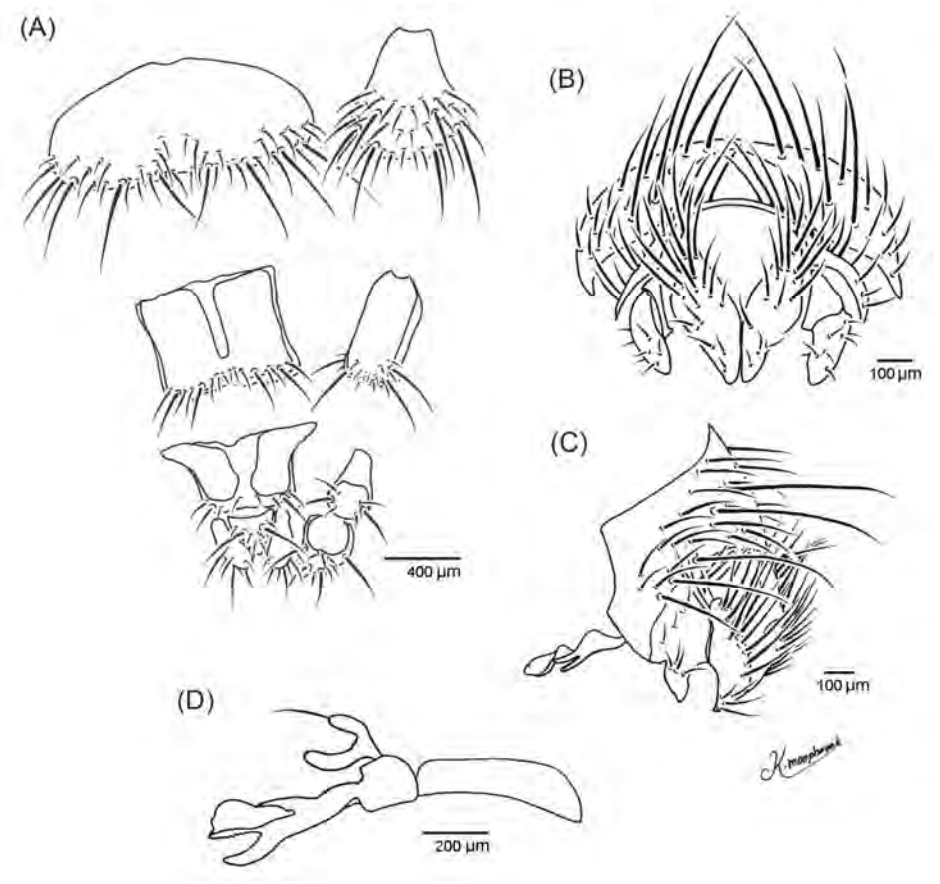
ขา: ขาเล็กยาวเรียว มีสีดำ

ปีก: มีลักษณะโปร่งแสง ฐานปีกมีสีเข้ม



รูปที่ 3.63 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya chani* (A) เพศเมีย (B) เพศผู้ (C) เพศเมียแสดงด้านหน้าส่วนหัว (D) เพศผู้แสดงด้านหน้าส่วนหัว *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

ท้อง: สีเขียวแกมน้ำเงินและสะท้อนสีเขียว ปล้องท้องปล้องที่ 2 (T3) และปล้องที่ 3 (T4) มีแถบดำที่ปลายปล้องแต่ไม่ชัดเจน มีขนสีดำปกคลุมด้านบนทุกปล้อง ท้องด้านล่าง (S2 ถึง S5) ปกคลุมด้วยขนสีดำ; ovipositor ของเพศเมีย และท้องส่วนปลายของเพศผู้ แสดงในรูปที่ 3.64A และ 3.64B,C,D ตามลำดับ



รูปที่ 3.64 แผนภาพแสดงแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya chani* (A) ovipositor (B) epandrium, cercus และ surstylus ด้านหลัง (C) epandrium, cercus และ surstylus ด้านข้าง (D) aedeagus *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

ไข่ ตัวอ่อนระยะที่ 1 ตัวอ่อนระยะที่ 2 และดักแด้

ไม่พบข้อมูล

ตัวอ่อนระยะที่ 3: ผิวลำตัวเรียบ จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 10 แขนง รูหายใจหลัง มี peritreme เป็นวงแบบไม่สมบูรณ์[85]

❖ แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya bezziana*

ตัวเต็มวัย

ทั้งสองเพศลำตัวยาว 10.0 ถึง 12.0 มิลลิเมตร[86] ลักษณะเด่นคือลำตัวสะท้อนแสงสีเขียว น้ำเงิน-ม่วง[87]

หัว:

เพศเมีย มีตาประกอบห่างกัน สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta กว้าง มีความกว้างเกือบเท่ากันตั้งแต่ส่วนบนลงล่าง parafacial สีส้ม แก้มสีส้ม หนวดสีส้ม palpus สีส้ม

เพศผู้ ตาประกอบชิดกันที่ตรงกลางของหัว facet มีขนาดเท่ากัน[87] frontal vitta แคบมาก parafacial สีส้ม แก้มสีส้ม หนวดสีส้ม palpus สีส้ม

ไข่

ความยาวประมาณ 1.25 มิลลิเมตร[88] median area ยาวมาก จนเกือบความยาวทั้งหมดของไข่ median area กว้างมาก โดยกว้างประมาณ 1 ใน 5 ส่วนของความกว้างทั้งหมด flange ไม่ยกตัวขึ้น รอยต่อเหลี่ยมของผิวไข่ไม่เด่นชัด ผิวเรียบ

ตัวอ่อน

ลักษณะเด่นของตัวอ่อนแมลงวันชนิดนี้คือลำตัวค่อนข้างอ้วน สีขาวครีม ผิวเรียบ

ตัวอ่อนระยะที่ 1: ความยาว 3 มิลลิเมตร

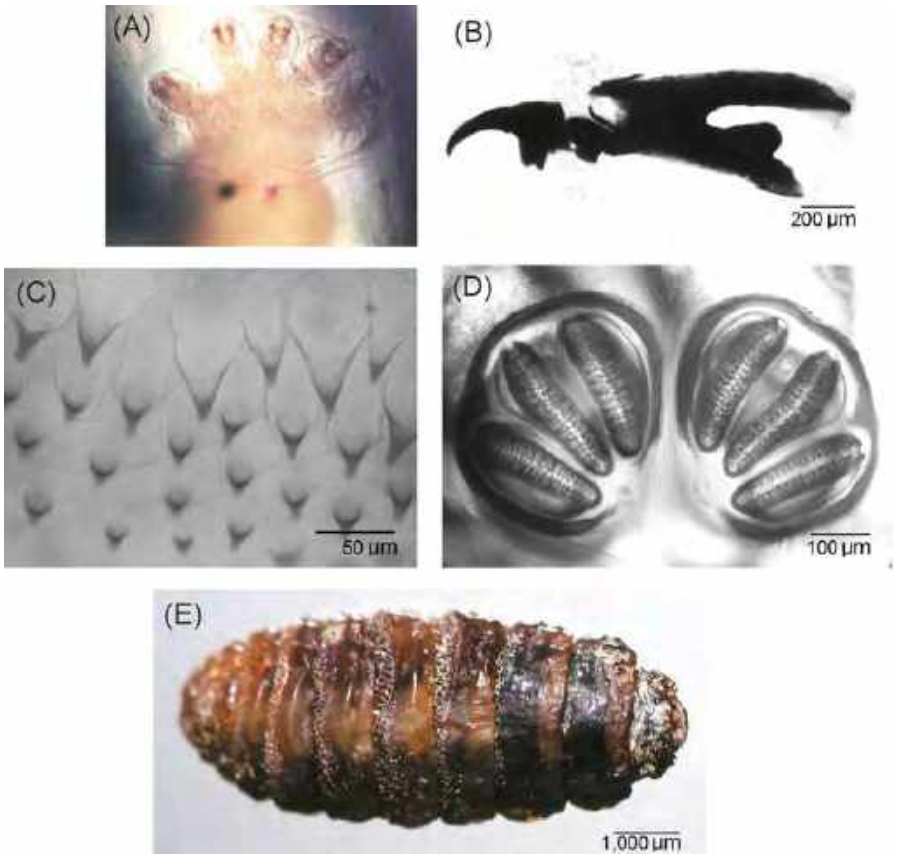
ตัวอ่อนระยะที่ 2: ผิวลำตัวเรียบ ความยาวได้ถึง 18 มิลลิเมตร จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 4 ถึง 6 แขนง (ส่วนใหญ่ 5 แขนง)

ตัวอ่อนระยะที่ 3: มีสีครีม ผิวลำตัวเรียบ จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 4 ถึง 6 แขนง (รูปที่ 3.65A) cephalopharyngeal skeleton แสดงในรูปที่ 3.65B ลักษณะ

หนามระหว่างอกปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 แสดงในรูปที่ 3.65C รูหายใจหลังอยู่ชิดกันมาก peritreme เป็นวงแบบไม่สมบูรณ์[83] (รูปที่ 3.65D)

ดักแด้

ผิวลำตัวเรียบ แต่หนามระหว่างปล้องชัดเจน ความยาว 9 ถึง 10 มิลลิเมตร[87] สีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้ม (รูปที่ 3.65E)



รูปที่ 3.65 ตัวอ่อนระยะที่ 3 และดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya bezziana* (A-D ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง) (A) รูหายใจหน้า objective lens 20× (B) cephalopharyngeal skeleton (C) หนามระหว่างอกปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 (D) รูหายใจหลัง (E) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงดักแด้ *(ภาพโดยรัชฎาวรรณ เงินกลั่น)*

❖ แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya thanomthini*

ตัวเต็มวัย

ทั้งสองเพศลำตัวยาว 12 ถึง 13 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นคือ

หัว:

เพศเมีย (รูปที่ 3.66A) ตาประกอบห่างกัน สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta กว้าง สีเกือบดำ parafacial สีส้ม แก้ม ดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ parafacial สีส้ม แก้มสีดำ[89] หนวดปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 สีส้ม ปล้องที่ 3 สีส้มปนดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.66C)

เพศผู้ (รูปที่ 3.66B) ตาประกอบชิดกันที่ตรงกลางของหัว สีน้ำตาล-แดง facet ขนาดใหญ่อยู่ด้านบนประมาณสองในสาม ส่วนด้านล่างประมาณหนึ่งในสามมีขนาดเล็ก frontal vitta แคบมาก สีเกือบดำ parafacial สีส้ม แก้มสีดำ และปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 สีส้ม ปล้องที่ 3 สีส้มปนดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.66D)

อก: อกส่วน scutum และ scutellum มีแสงที่สะท้อนออกมาสีน้ำเงิน-ม่วง รูหายใจหน้ามีขนาดใหญ่ สีน้ำตาลเข้ม บริเวณอกมี katepisternal setae 2 เส้น (1+1 หมายถึงด้านหน้า 1 เส้นและด้านท้าย 1 เส้น)

Calypter: upper calypter แยกเป็นสองส่วนชัดเจน ด้านหน้าสีขาวอมเทา ด้านหลังสีน้ำตาลใส lower calypter สีน้ำตาล ใส

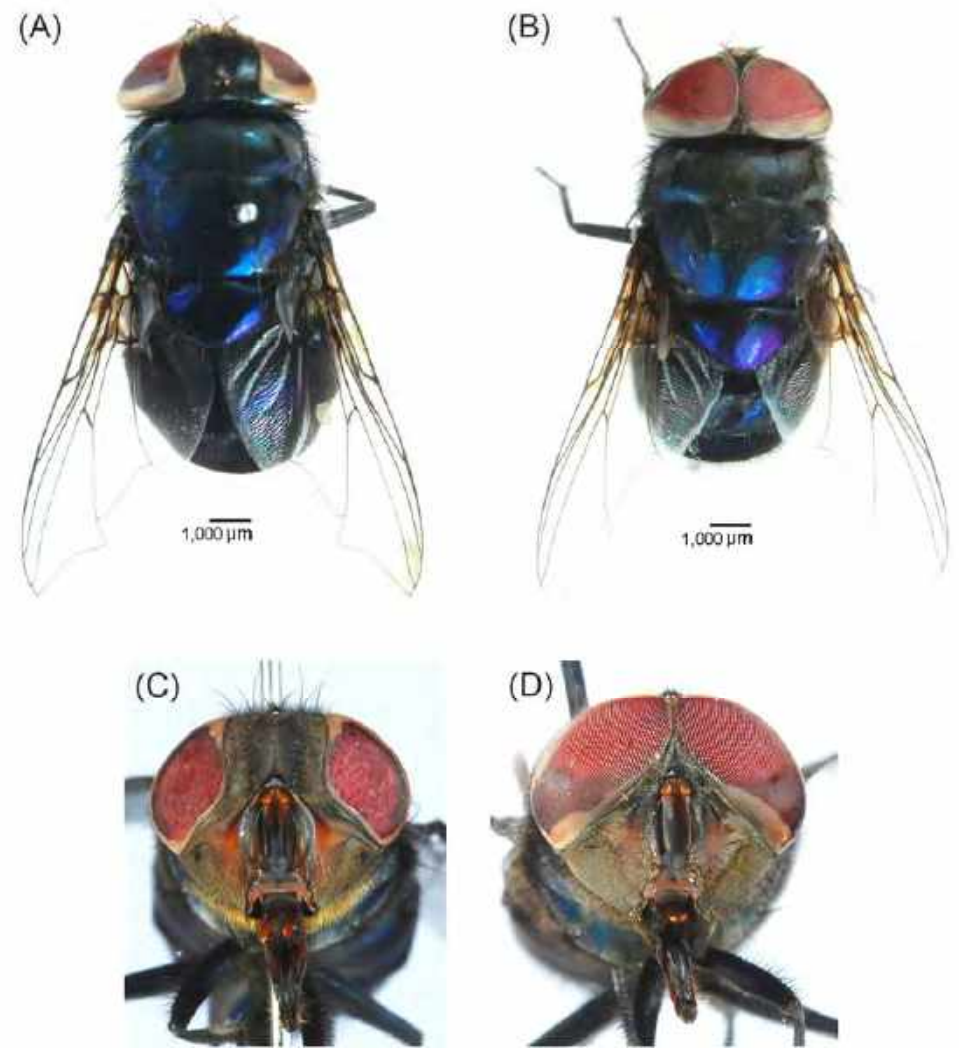
ขา: ขามีสีดำ

ปีก: มีลักษณะโปร่งแสง ฐานปีกมีสีเข้ม

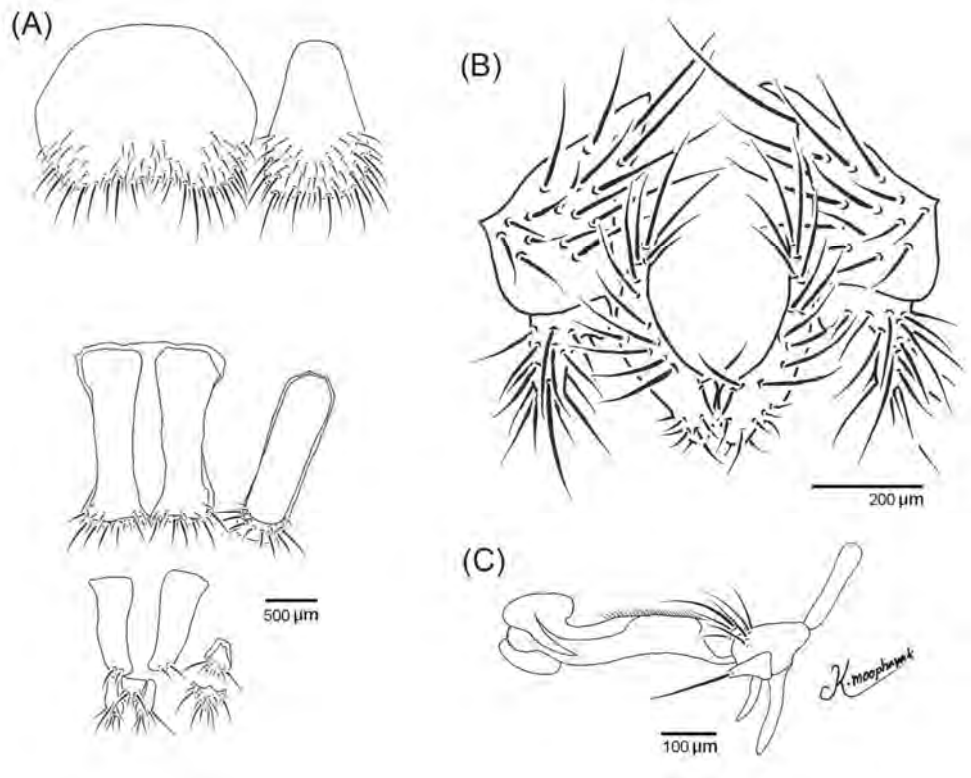
ท้อง: สีเขียวแกมน้ำเงินและสะท้อนสีน้ำเงิน-ม่วง ปล้องท้องปล้องที่ 2 (T3) และปล้องที่ 3 (T4) มีแถบดำที่ปลายปล้องแต่ไม่ชัดเจน มีขนสีดำปกคลุมด้านบนทุกปล้อง ท้องด้านล่าง (S2 ถึง S5) มีขนสีดำเป็นส่วนใหญ่ แทรกด้วยขนสีครีม-น้ำตาล; ovipositor ของเพศเมีย และท้องส่วนปลายของเพศผู้ แสดงในรูปที่ 3.67A และ 3.67B,C ตามลำดับ

ไข่ ตัวอ่อนและดักแด้

ไม่พบข้อมูล



รูปที่ 3.66 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya thanomthini* (A) เพศเมีย (B) เพศผู้ (C) เพศเมียแสดงด้านหน้าส่วนหัว (D) เพศผู้แสดงด้านหน้าส่วนหัว *(ภาพโดย คม สุคนธสรรพ์)*



รูปที่ 3.67 แผนภาพแสดงแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya thanomthini* (A) ovipositor (B) epandrium, cercus และ surstylus ด้านหลัง (C) aedeagus *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

❖ แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies*

ตัวเต็มวัย

ทั้งสองเพศลำตัวยาว 10 ถึง 12 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นคือ

หัว:

เพศเมีย (รูปที่ 3.68A) มีตาประกอบห่างกัน สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta กว้าง สีเกือบดำ parafacial สีส้ม แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีขาว หนวดสีส้มปนดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.68C)

เพศผู้ (รูปที่ 3.68B) ตาประกอบชิดกันที่ตรงกลางของหัว สีน้ำตาล-แดง facet ขนาดใหญ่อยู่ด้านบนประมาณสองในสาม แต่ไม่แตกต่างอย่างชัดเจนกับส่วนล่างประมาณหนึ่งในสาม frontal vitta แคบมาก สีเกือบดำ หนวดสีส้ม แต่ปล้องที่ 3 ส่วนหน้ามีสีเกือบดำ parafacial สีส้ม แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีขาว หนวดสีส้มปนดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.68D)

อก: อกส่วน scutum มีแสงที่สะท้อนออกมาสีเขียว ส่วน scutellum สะท้อนสีน้ำเงิน รูหายใจหน้ามีขนาดใหญ่ สีขาว-ครีม บริเวณอกมี katepisternal setae 2 เส้น (1+1 หมายถึงด้านหน้า 1 เส้นและด้านท้าย 1 เส้น)

Calypter: upper calypter แยกเป็นสองส่วนชัดเจน ด้านหน้าสีขาวครีม ด้านหลังสีน้ำตาลอ่อน ใส lower calypter สีครีม ใส

ขา: ขามีสีดำ

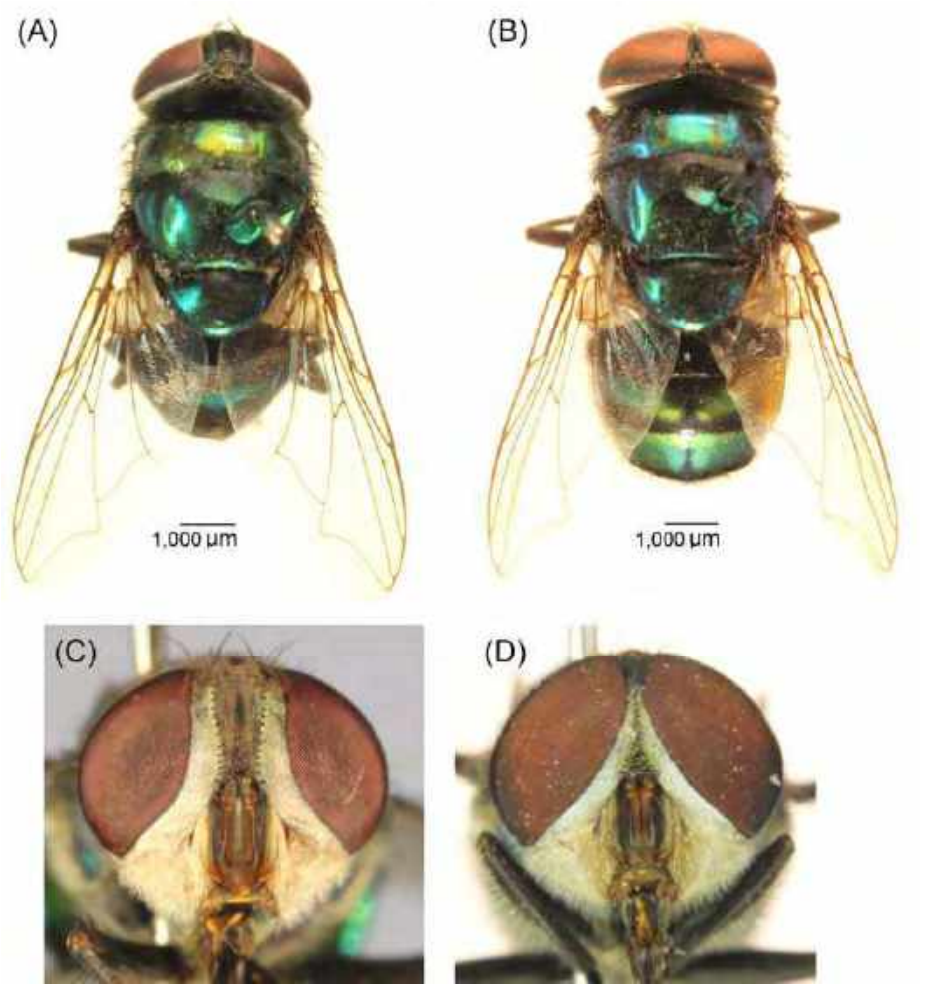
ปีก: มีลักษณะโปร่งแสง ฐานปีกมีสีเข้ม

ท้อง: สีเขียวแกมน้ำเงินและสะท้อนสีเขียว ปล้องท้องปล้องที่ 2 (T3) และปล้องที่ 3 (T4) มีแถบดำที่ปลายปล้อง มีขนสีดำปกคลุมด้านบนทุกปล้อง ท้องด้านล่าง (S2 ถึง S5) มีขนสีขาวเป็นส่วนใหญ่ แทรกด้วยขนสีดำเล็กน้อย; ovipositor ของเพศเมีย และท้องส่วนปลายของเพศผู้ แสดงในรูปที่ 3.69A และ 3.69B,C,D, 3.70 ตามลำดับ

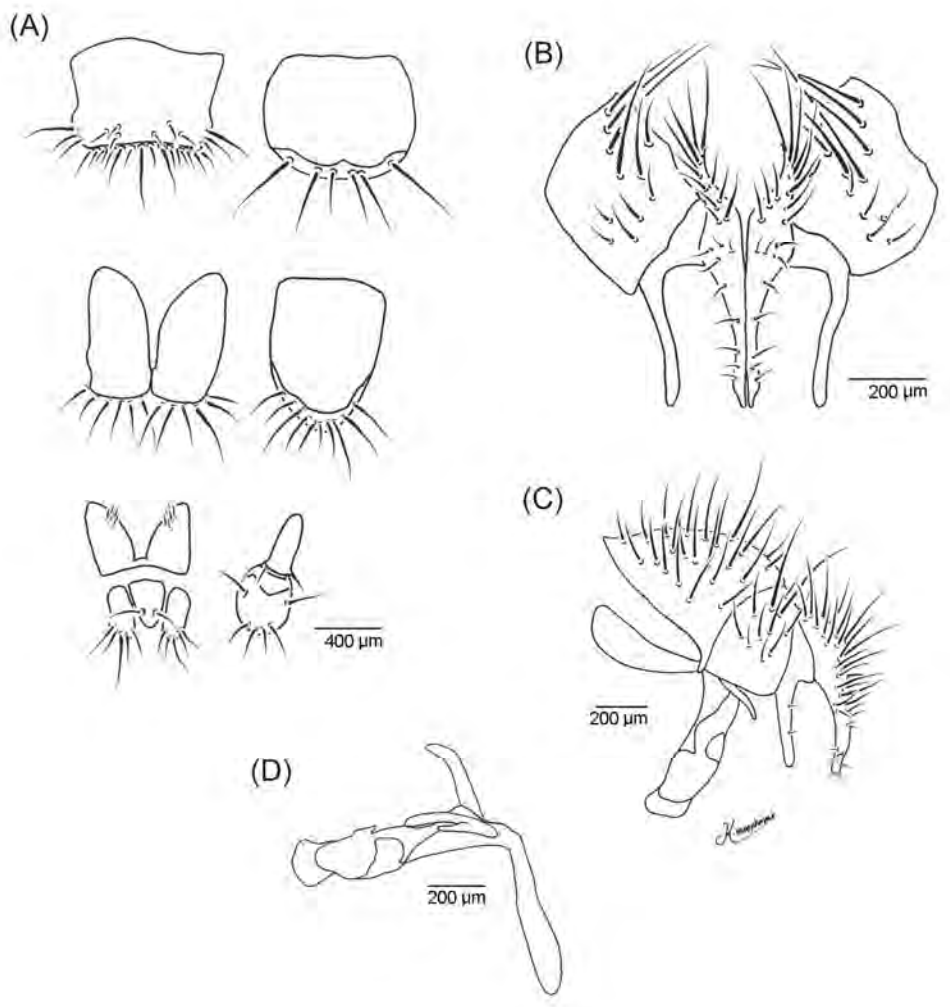
ไข่

ไม่สามารถแยกความแตกต่างของไข่แมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ ออกจากไข่แมลงหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ได้ ความยาวเฉลี่ย 1.47 ± 0.08 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 0.39 ± 0.05 มิลลิเมตร median area ยาวมาก จนเกือบความยาวทั้งหมดของไข่ (ความยาวเฉลี่ย 1.35 ± 0.07 มิลลิเมตร) median area แคบมาก เฉลี่ย 0.019 ± 0.007

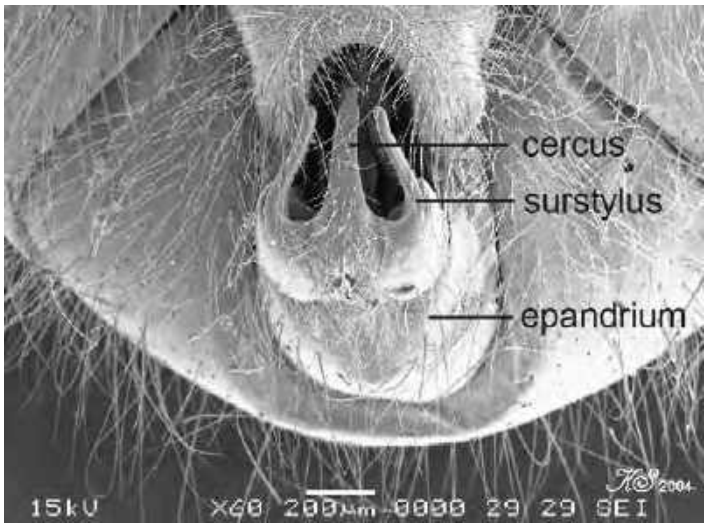
มิลลิเมตร (จากจำนวนตัวอย่าง 60 ตัวอย่าง) [63] flange ไม่นูน รอยต่อเหลี่ยมของผิวไข่ไม่เด่นชัด ผิวเรียบ



รูปที่ 3.68 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* (A) เพศเมีย (B) เพศผู้ (C) เพศเมียแสดงด้านหน้าส่วนหัว (D) เพศผู้แสดงด้านหน้าส่วนหัว *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*



รูปที่ 3.69 แผนภาพแสดงแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* (A) ovipositor (B) epandrium, cercus และ surstylus ด้านหลัง (C) epandrium, cercus และ surstylus ด้านข้าง (D) aedeagus *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*



รูปที่ 3.70 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง epandrium, cercus และ surstylus ของแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* เพศผู้ *(ภาพโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์)*

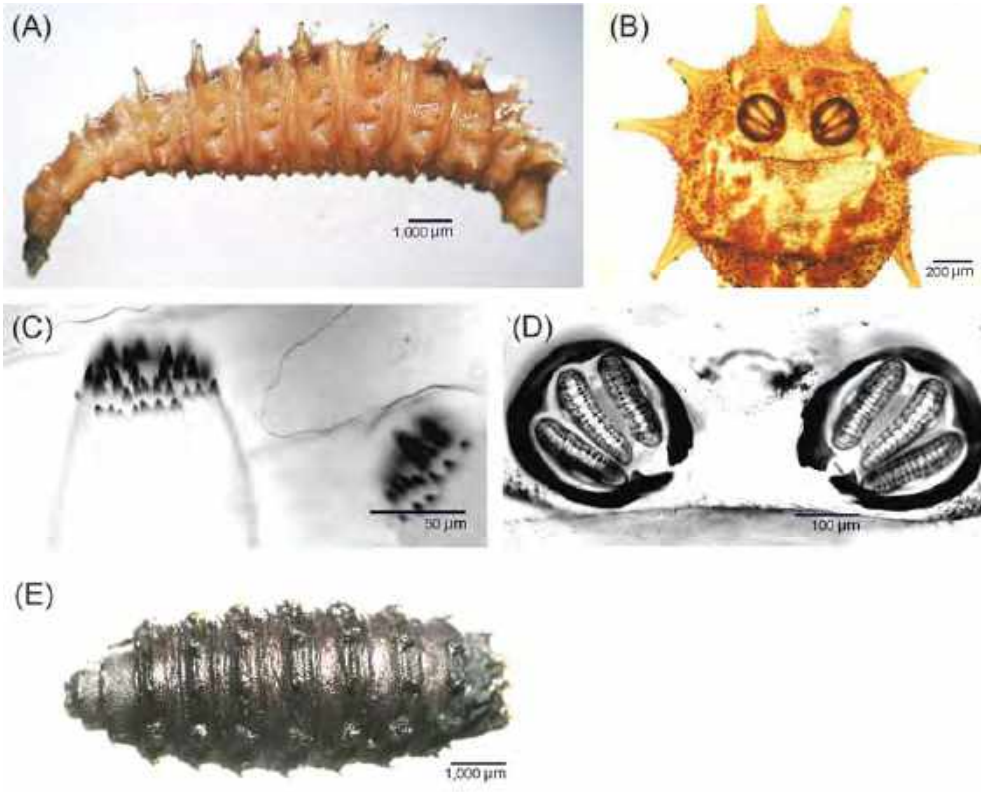
ตัวอ่อน

ลักษณะเด่นของตัวอ่อนแมลงวันชนิดนี้คือลำตัวมี tubercle ด้านบนและด้านข้าง

ตัวอ่อนระยะที่ 1: มีสีขาว ขนาดเล็ก ผิวลำตัวเรียบ ความยาว 1.9 ถึง 2.5 มิลลิเมตร[70] รูหายใจหน้าขนาดเล็กมาก รูหายใจหลังยังเจริญไม่เต็มที่ spiracular slit 2 อันแต่ปลายชิดกันคล้ายตัวอักษร “V” (รูปที่ 3.48A)

ตัวอ่อนระยะที่ 2: ลำตัวมี tubercle ยื่นออกมาทางด้านบนและด้านข้าง ลำตัวมีความยาวถึง 8 มิลลิเมตร จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 9 ถึง 12 แขนง[73] รูหายใจหลังมี spiracular slit 2 อันและแยกกัน (รูปที่ 3.48B)

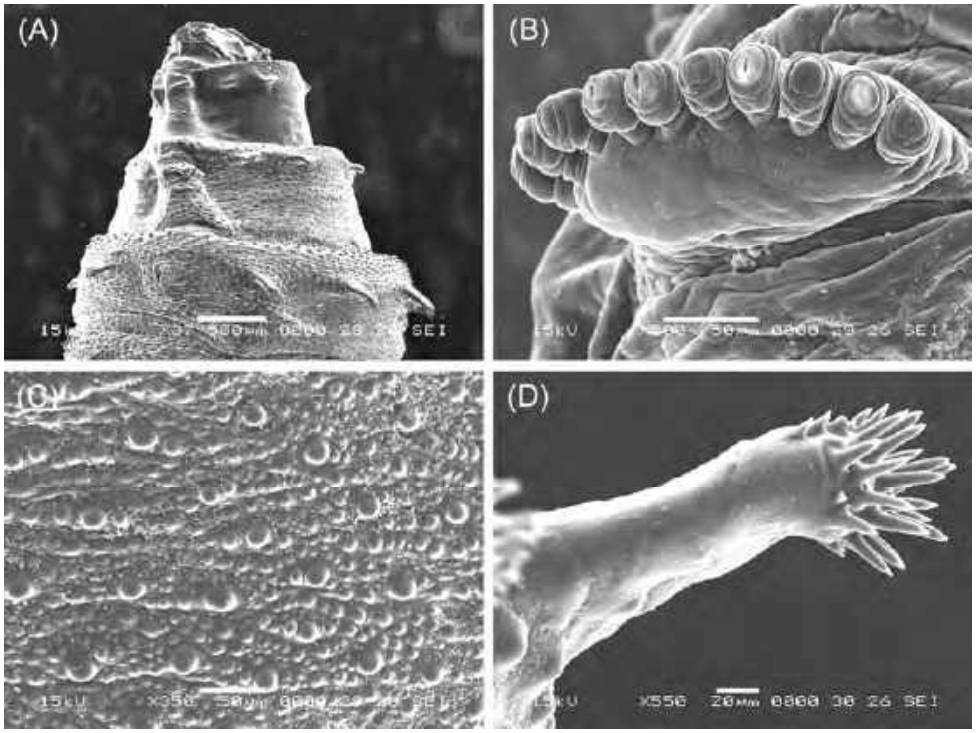
ตัวอ่อนระยะที่ 3: ผิวลำตัวขรุขระ มี tubercle ยื่นออกมาทางด้านบนและด้านข้าง (รูปที่ 3.71A,B) ปลาย tubercle มีหนามประมาณ 3 วง[70] (รูปที่ 3.71C) ความยาวได้ถึง 14 มิลลิเมตร[72] จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 9 ถึง 12 แขนง[73] หนามระหว่างอกปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 มีขนาดใหญ่ ปลายสีเข้ม[73] รูหายใจหลังอยู่ห่างกัน peritreme หนา เป็นวงแบบไม่สมบูรณ์[73] (รูปที่ 3.71D)



รูปที่ 3.71 ตัวอ่อนระยะที่ 3 และดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* (A) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงตัวอ่อนระยะที่ 3 (B-D ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง) (B) ตัวอ่อนระยะที่ 3 ด้านท้าย (C) หนามที่ปลาย tubercle (D) รูหายใจหลัง *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ*[73] *โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ Entomological Society of America หมายเลขอนุญาต 27587592)* (E) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงดักแด้ *(A,B,C และ E ภาพโดยรัชฎาวรรณ เงินกลั่น)*

ดักแด้

ลักษณะเด่นคือมี tubercle ที่ด้านบนและด้านข้าง (รูปที่ 3.71E) ปลาย tubercle มีหนามขนาดเล็ก ความยาวดักแด้เฉลี่ย 8.42 ± 0.41 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 3.23 ± 0.13 มิลลิเมตร (จากจำนวนตัวอย่าง 40 ตัวอย่าง)[84] ผิวขรุขระ ระยะห่างระหว่างรูหายใจหลัง 173.86 ถึง 235.22 มิลลิเมตร (จากจำนวนตัวอย่าง 30 ตัวอย่าง)[84] ภาพดักแด้ที่ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงในรูปที่ 3.72



รูปที่ 3.72 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* (A) ปล้องอกปล้องที่ 1 ถึงปล้องท้องปล้องที่ 1 (B) รูหายใจหน้า (C) ผิวดักแด้ (D) หนามที่ปลาย tubercle *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ[71] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196961082612)*

❖ แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus villeneuvi*

ตัวเต็มวัย

ทั้งสองเพศลำตัวยาว 10 ถึง 12 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นคือ

หัว:

เพศเมีย (รูปที่ 3.73A) มีตาประกอบห่างกัน สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta กว้าง สีเกือบดำ parafacial สีส้ม แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีส้ม หนวดสีส้มปนดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.73C)

เพศผู้ (รูปที่ 3.73B) ตาประกอบแยกกันที่ตรงกลางของหัว สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta ใกล้เคียงกับของเพศเมีย สีเกือบดำ parafacial สีส้ม แก้มสีดำ และปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีส้ม หนวดสีส้มปนดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.73D)

อก: อกส่วน scutum และ scutellum มีแสงที่สะท้อนออกมาสีเขียวหรือน้ำเงิน รูหายใจหน้ามีขนาดใหญ่ สีน้ำตาลเข้ม บริเวณอกมี katepisternal setae 2 เส้น (1+1 หมายถึงด้านหน้า 1 เส้นและด้านท้าย 1 เส้น)

Calypter: upper calypter แยกเป็นสองส่วนชัดเจน ด้านหน้าสีขาวครีม ด้านหลังสีน้ำตาล ใส lower calypter สีน้ำตาล ใส

ขา: ขาสีดำ เพศผู้ขาส่วน femur และ tibia มีขนาดใหญ่ทั้งสามคู่

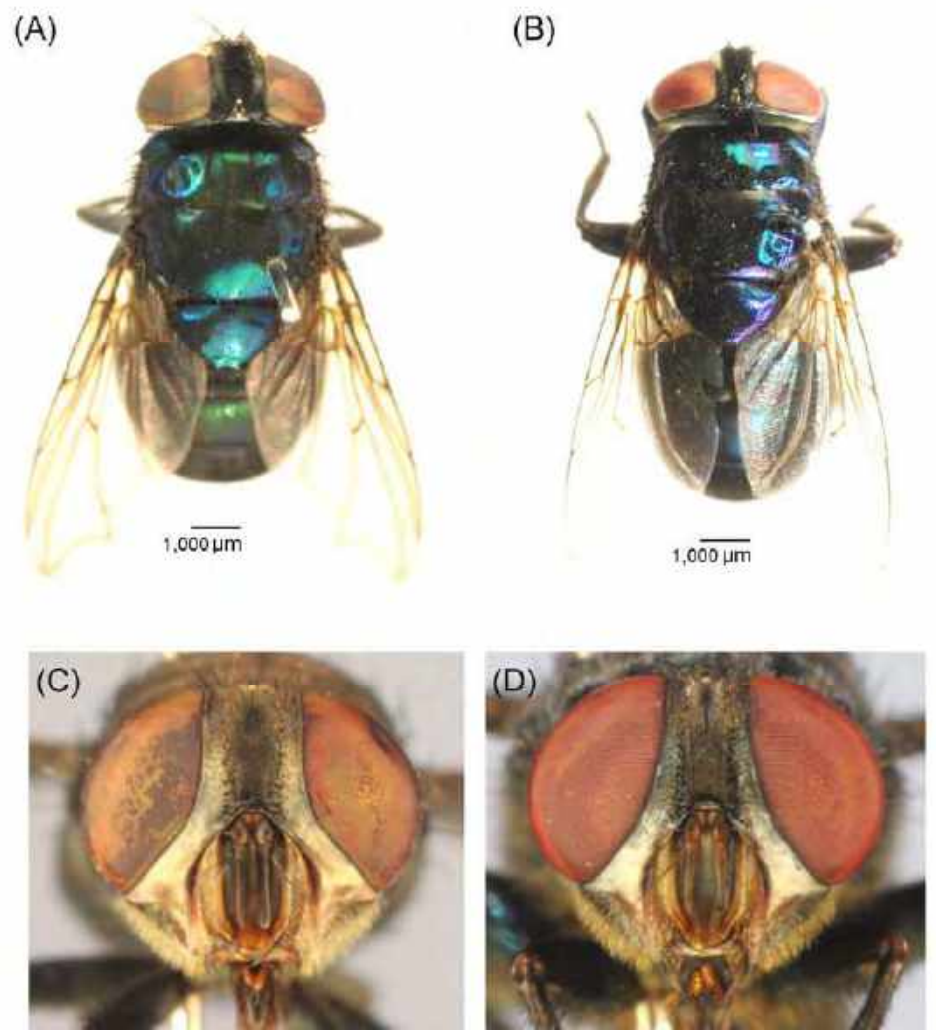
ปีก: มีลักษณะโปร่งแสง ฐานปีกมีสีเข้ม

ท้อง: สีเขียวแกมน้ำเงินและสะท้อนสีเขียวหรือน้ำเงิน ปล้องท้องปล้องที่ 2 (T3) และปล้องที่ 3 (T4) มีแถบดำที่ปลายปล้องแต่ไม่ชัดเจน มีขนสั้นๆ สีดำปกคลุมด้านบนทุกปล้อง ท้องด้านล่าง (S2 ถึง S5) มีขนสั้นๆ สีดำ แทรกด้วยขนสีขาว-ครีม; ovipositor ของเพศเมีย และท้องส่วนปลายของเพศผู้ แสดงในรูปที่ 3.74A และ 3.74B,C,D ตามลำดับ

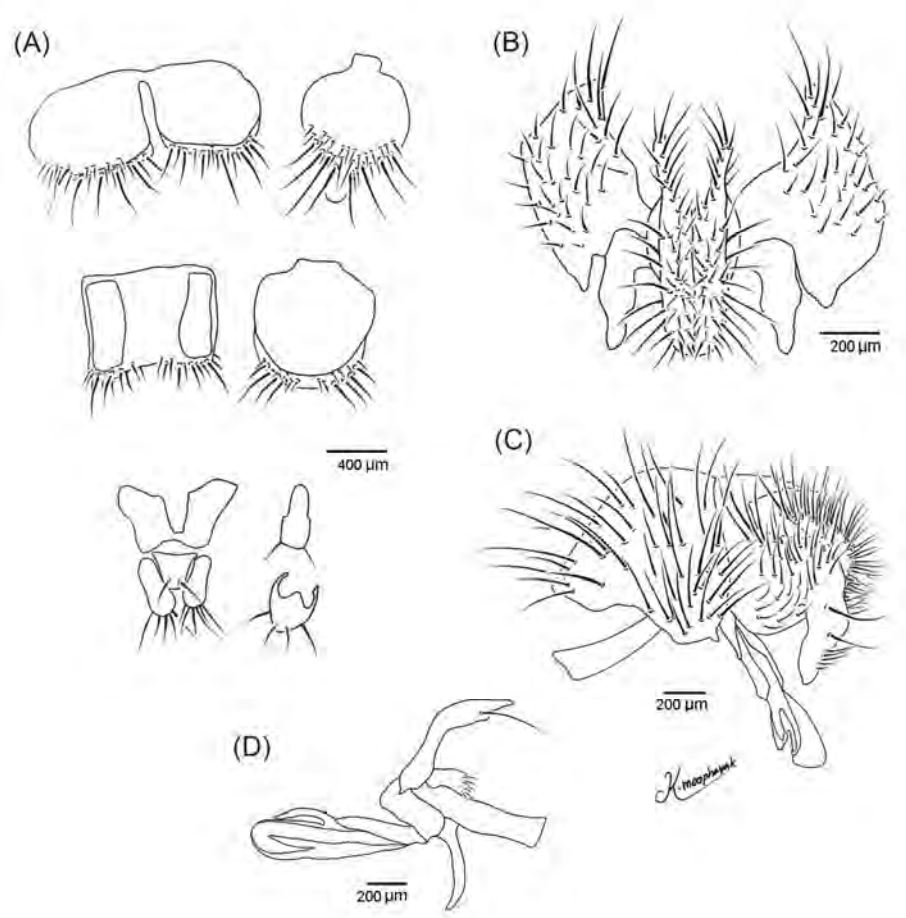
ไข่และตัวอ่อนระยะที่ 1

ไม่พบข้อมูล

ตัวอ่อนระยะที่ 2: ลักษณะเด่นคือลำตัวมี tubercle ที่ยื่นออกมาทางด้านบนและด้านข้าง (รูปที่ 3.75A รูปล่าง) ปลาย tubercle มีหนามอันใหญ่ ประมาณ 4 อัน จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 13 ถึง 15 แขนง[76]

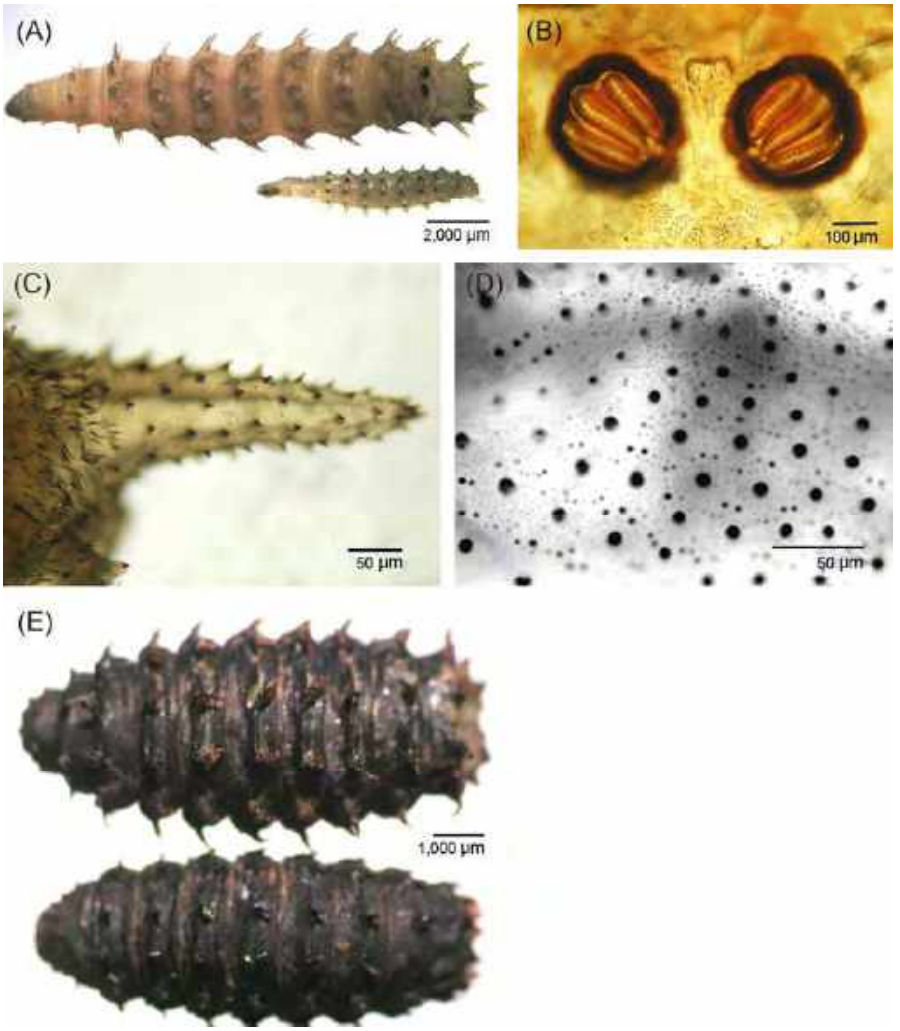


รูปที่ 3.73 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus villeneuvi* (A) เพศเมีย (B) เพศผู้ (C) เพศเมียแสดงด้านหน้าส่วนหัว (D) เพศผู้แสดงด้านหน้าส่วนหัว *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*



รูปที่ 3.74 แผนภาพแสดงแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus villeneuvi* (A) ovipositor (B) epandrium, cercus และ surstylus ด้านหลัง (C) epandrium, cercus และ surstylus ด้านข้าง (D) aedeagus *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

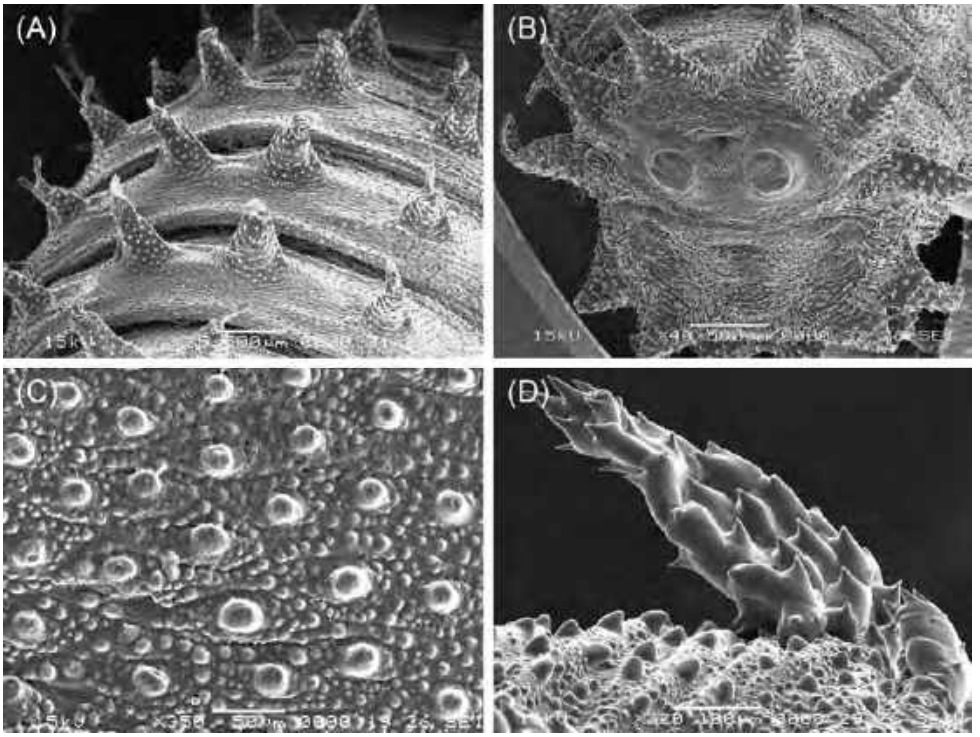
ตัวอ่อนระยะที่ 3 (รูปที่ 3.75A-D)**:** ลักษณะเด่นคือ มี tubercle ขนาดใหญ่ยื่นออกมาทางด้านบนและด้านข้างลำตัว (รูปที่ 3.75A รูปบน) หนามขนาดเล็กกระจายตัวอยู่ทั่วทั้ง tubercle (รูปที่ 3.75C) ผิวลำตัวขรุขระ (รูปที่ 3.75D) จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 13 ถึง 15 แขนง[76] รูหายใจหลังมี peritreme เป็นวงแบบไม่สมบูรณ์ คล้ายกับของ *Achoetandrus rufifacies* (รูปที่ 3.75B)



รูปที่ 3.75 ตัวอ่อนระยะที่ 2 ตัวอ่อนระยะที่ 3 และดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus villeneuvi* (A) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงตัวอ่อนระยะที่ 2 (รูปล่าง) และตัวอ่อนระยะที่ 3 (รูปบน) (B-D ตัวอ่อนระยะที่ 3 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง) (B) รูหายใจหลัง *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ*[76] *โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196951354510)* (C) tubercle (D) ผิวลำตัว (E) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงดักแด้ *Achoetandrus villeneuvi* (รูปบน) เปรียบเทียบกับดักแด้ *Achoetandrus rufifacies* (รูปล่าง) *(ภาพโดยรัชฎาวรรณ เงินกลั่น)*

ดักแด้

ลักษณะเด่นคือมี tubercle ที่ด้านบนและด้านข้าง (รูปที่ 3.75E รูปบน, 3.76A-D) ความยาวเฉลี่ย 7.91 ± 0.24 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 4.15 ± 0.27 มิลลิเมตร (จากจำนวนตัวอย่าง 6 ตัวอย่าง)[84] ผิวขรุขระ (รูปที่ 3.76C) ปลาย tubercle มีหนามขนาดเล็ก (รูปที่ 3.76A,B,D) ระยะห่างระหว่างรูหายใจหลัง 80.06 ถึง 120.08 มิลลิเมตร (จากจำนวนตัวอย่าง 6 ตัวอย่าง)[84]



รูปที่ 3.76 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus villeneuvi* (A) ด้านหลัง (B) ด้านท้าย (C) ผิวดักแด้ (D) tubercle *(ภาพจากงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ*[71] *โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196961082612)*

❖ แมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes*

ตัวเต็มวัย

ลำตัวยาวประมาณ 8 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นคือ

หัว:

เพศเมีย (รูปที่ 3.77A) มีตาประกอบห่างกัน สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta กว้าง สีเกือบดำ parafacial สีส้มเข้ม แก้มสีดำ และปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีขาว หนวดสีดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.77C)

เพศผู้ (รูปที่ 3.77B) ตาประกอบแยกกันที่ตรงกลางของหัว สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta กว้าง ใกล้เคียงกับของเพศเมีย สีเกือบดำ parafacial สีส้มเข้ม แก้มสีดำ และปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีขาว หนวดสีดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.77D)

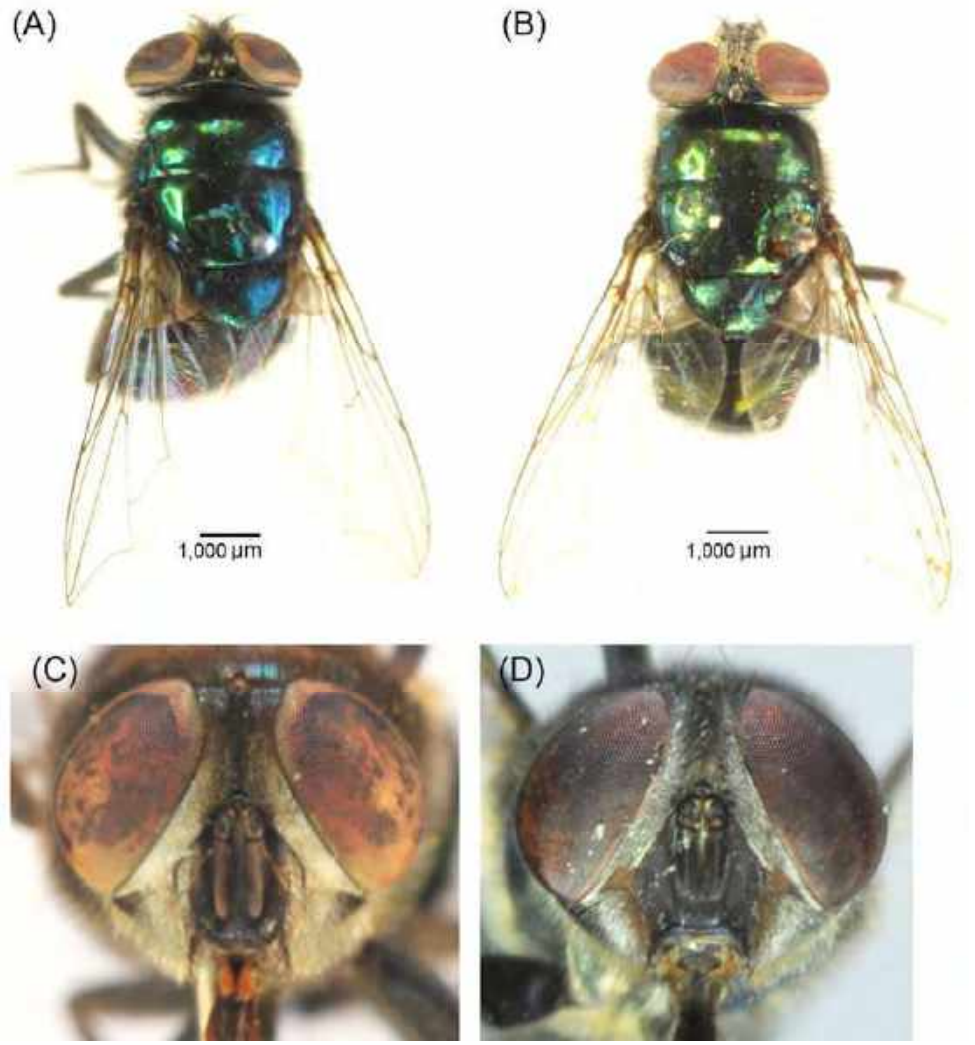
อก: อกส่วน scutum มีแสงที่สะท้อนออกมาสีเขียว ส่วน scutellum สะท้อนสีเขียวแกมน้ำเงิน รูหายใจหน้ามีขนาดใหญ่ สีขาว-ครีม บริเวณอกมี katepisternal setae 1 เส้น (0+1 หมายถึงไม่มีขนแข็งด้านหน้า แต่มีด้านท้าย 1 เส้น)

Calypter: upper calypter แยกเป็นสองส่วนชัดเจน ด้านหน้าสีขาวครีม ด้านหลังสีน้ำตาลอ่อน ใส lower calypter สีน้ำตาลอ่อน ใส

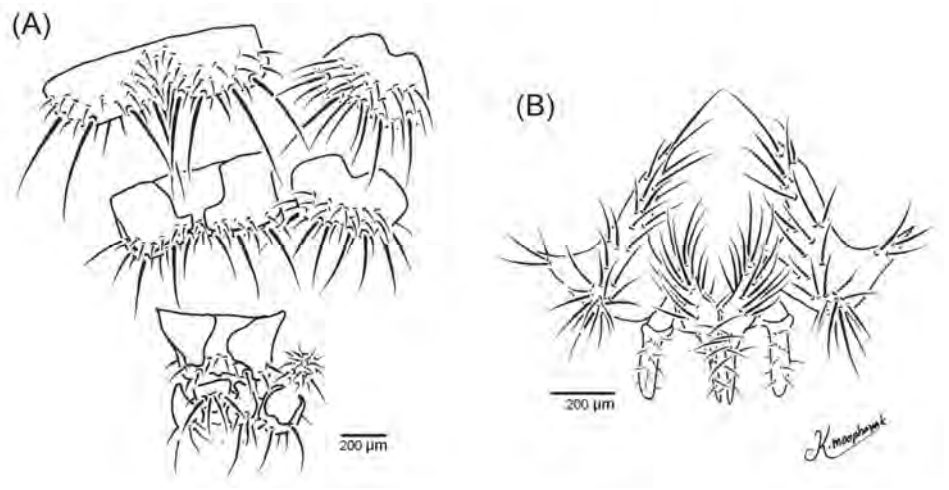
ขา: ขาสีดำ

ปีก: มีลักษณะโปร่งแสง ฐานปีกมีสีเข้ม

ท้อง: สีเขียวแกมน้ำเงินและสะท้อนสีเขียว ปล้องท้องปล้องที่ 2 (T3) และปล้องที่ 3 (T4) มีแถบดำที่ปลายปล้อง มีขนสีดำปกคลุมด้านบนทุกปล้อง ท้องด้านล่าง (S2 ถึง S5) มีขนสีขาวทั้งหมด; ovipositor ของเพศเมีย และท้องส่วนปลายของเพศผู้ แสดงในรูปที่ 3.78A และ 3.78B ตามลำดับ



รูปที่ 3.77 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* (A) เพศเมีย (B) เพศผู้ (C) เพศเมียแสดงด้านหน้าส่วนหัว (D) เพศผู้แสดงด้านหน้าส่วนหัว *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*



รูปที่ 3.78 แผนภาพแสดงแมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* (A) ovipositor (B) epandrium, cercus และ surstylus ด้านหลัง *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

ไข่

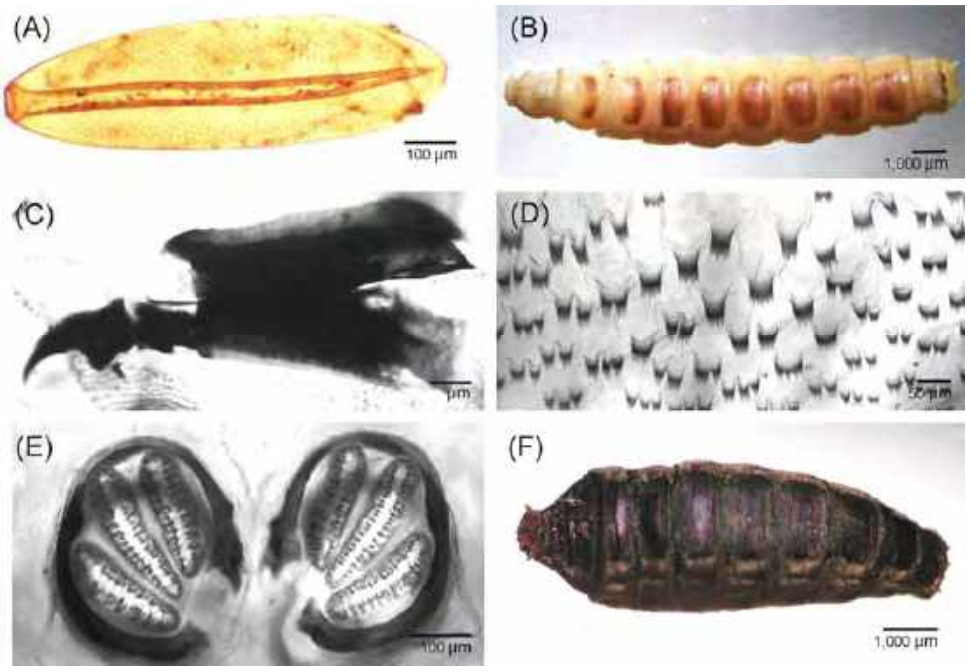
ความยาวเฉลี่ย 1.18 ± 0.03 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 0.34 ± 0.03 มิลลิเมตร median area ยาวมาก จนเกือบความยาวทั้งหมดของไข่ (ความยาวเฉลี่ย 1.13 ± 0.05 มิลลิเมตร) median area กว้าง (รูปที่ 3.79A) เฉลี่ย 0.028 ± 0.017 มิลลิเมตร (จากจำนวนตัวอย่าง 50 ตัวอย่าง) [63] รอยต่อเหลี่ยมของผิวไข่เด่นชัดมาก

ตัวอ่อน

ลักษณะเด่นของตัวอ่อนแมลงวันชนิดนี้คือ มีลำตัวค่อนข้างเล็ก สีขาวครีม ผิวเรียบ

ตัวอ่อนระยะที่ 1: ผิวลำตัวเรียบ cephalopharyngeal skeleton แสดงในรูปที่ 3.43A

ตัวอ่อนระยะที่ 2: ผิวลำตัวเรียบ ด้านบนมีกลุ่มขนเป็นกระจุกสีน้ำตาล จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 9 ถึง 13 แขนง cephalopharyngeal skeleton แสดงในรูปที่ 3.43B



รูปที่ 3.79 แมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* (A) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงไข่ เมื่อย้อมด้วยสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ความเข้มข้นร้อยละ 1 นาน 1 นาที *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[63] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196840922106)* (B-E ตัวอ่อนระยะที่ 3) (B) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (C) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดง cephalopharyngeal skeleton (D) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงหนามระหว่างอกปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 (E) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงรูหายใจหลัง *(C,D,E ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[67] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ Entomological Society of America หมายเลขอนุญาต 27587590)* (F) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงดักแด้ *(B,F ภาพโดยรัชฎาวรรณ เงินกลั่น)*

ตัวอ่อนระยะที่ 3: ผิวลำตัวเรียบ ด้านบนมีกลุ่มขนเป็นกระจุกสีน้ำตาล (รูปที่ 3.79B) จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 9 ถึง 13 แขนง cephalopharyngeal skeleton แสดงในรูปที่ 3.79C ลักษณะของหนามระหว่างอกปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 แสดงในรูปที่ 3.79D รูหายใจหลังมี peritreme เป็นวงแบบไม่สมบูรณ์ (รูปที่ 3.79E)

ดักแด้

ลักษณะเด่นของดักแด้แมลงวันชนิดนี้คือมีรอยคอดระหว่างปล้องอกปล้องที่ 3 กับปล้องท้องปล้องที่ 1 ทำให้มีลักษณะคล้ายสามเหลี่ยม (รูปที่ 3.57A,B, 3.79F) ความยาวเฉลี่ย 7.13 ± 0.44 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 2.33 ± 0.18 มิลลิเมตร (จากจำนวนตัวอย่าง 40 ตัวอย่าง)[84]

❖ แมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina*

ตัวเต็มวัย

ลำตัวยาว 6 ถึง 8 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นคือ

หัว:

เพศเมีย (รูปที่ 3.80A) ตาประกอบห่างกัน สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta กว้าง สีเกือบดำ parafacial สีส้มเข้มปนดำ แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดสีดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.80C)

เพศผู้ (รูปที่ 3.80B) ตาประกอบห่างกันเล็กน้อย สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta แคบ สีเกือบดำ parafacial สีน้ำตาลเข้ม แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดสีดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.80D)

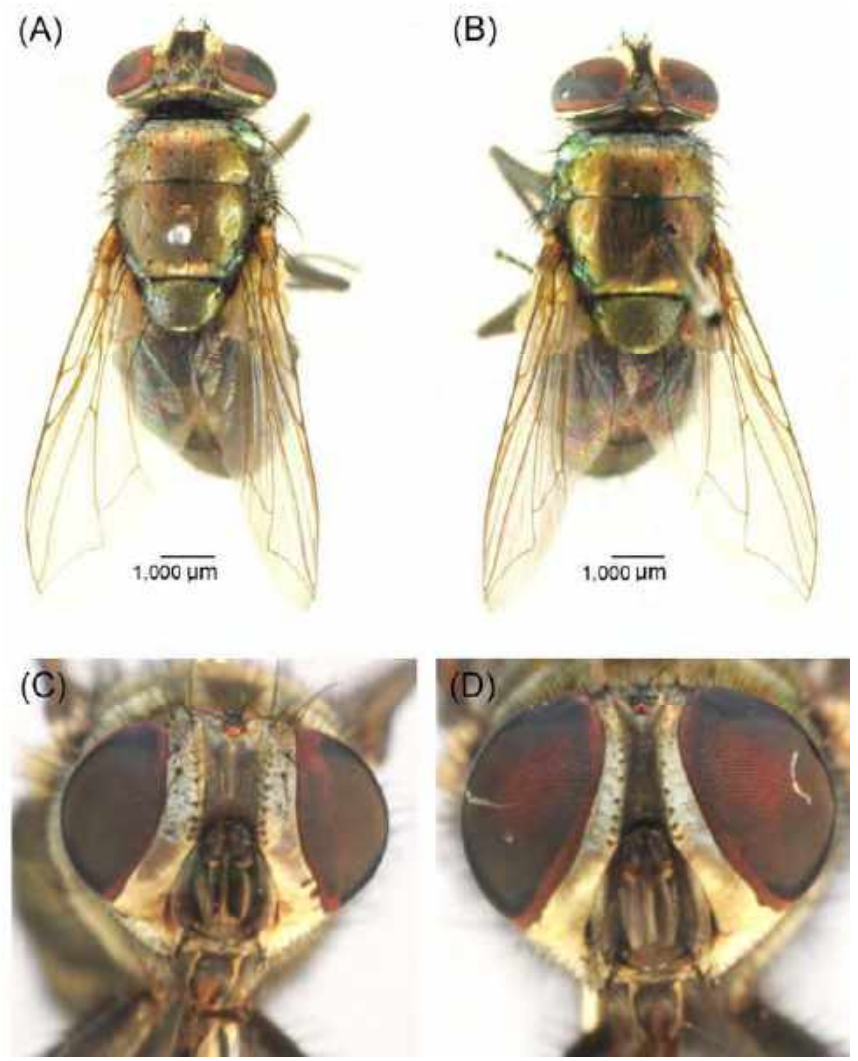
อก: อกส่วน scutum และ scutellum สะท้อนสีเขียวปนทองแดง รูหายใจหน้ามีขนาดใหญ่ สีน้ำตาลเข้มเกือบดำ บริเวณอกมีขนแข็ง post *ac* 3 คู่ katepisternal setae 3 เส้น (2+1 หมายถึงด้านหน้า 2 เส้นและด้านท้าย 1 เส้น)

Calypter: upper calypter ไม่แยกเป็นสองส่วนชัดเจน เป็นสีขาวครีม lower calypter สีขาวครีม

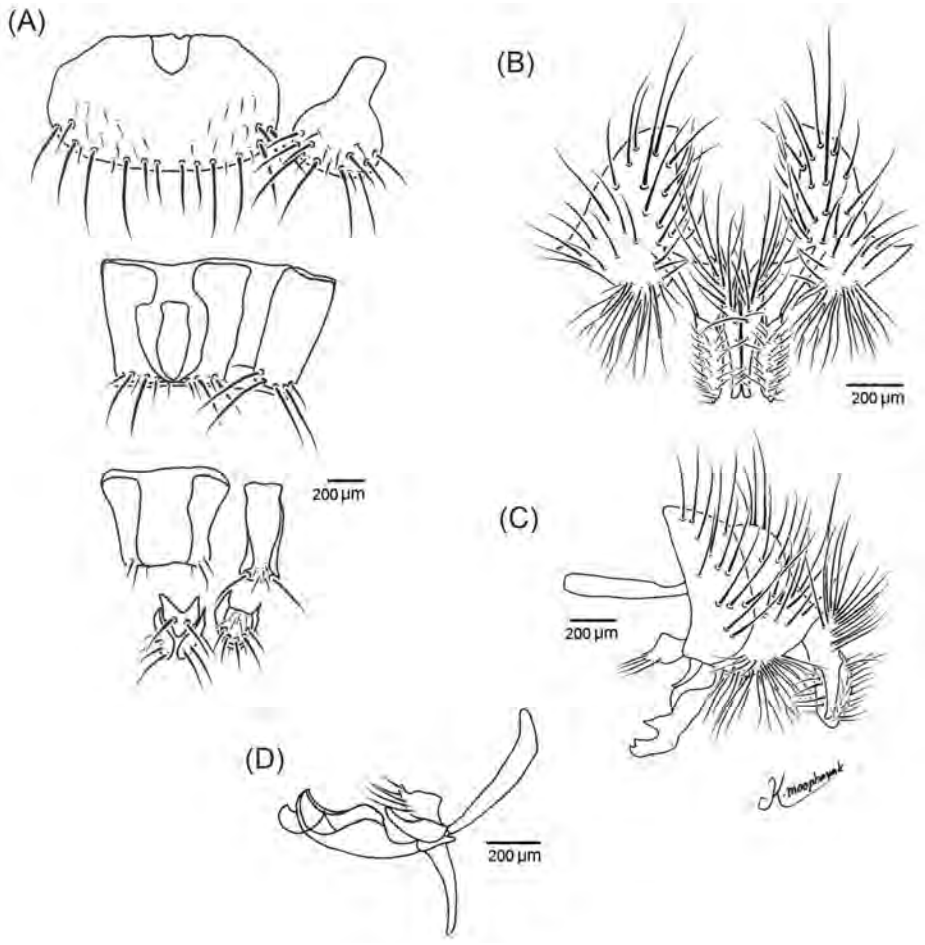
ขา: ขาสีดำ

ปีก: มีลักษณะโปร่งแสง ฐานปีกมีสีเข้ม

ท้อง: สีเขียวปนทองแดง ปล้องท้องปล้องที่ 2 (T3) และปล้องที่ 3 (T4) ไม่มีแถบดำที่ปลายปล้อง มีขนสีดำปกคลุมด้านบนทุกปล้อง ท้องด้านล่าง (S2 ถึง S5) มีขนสีดำทั้งหมด; ovipositor ของเพศเมีย และท้องส่วนปลายของเพศผู้ แสดงในรูปที่ 3.81A และ 3.81B,C,D ตามลำดับ



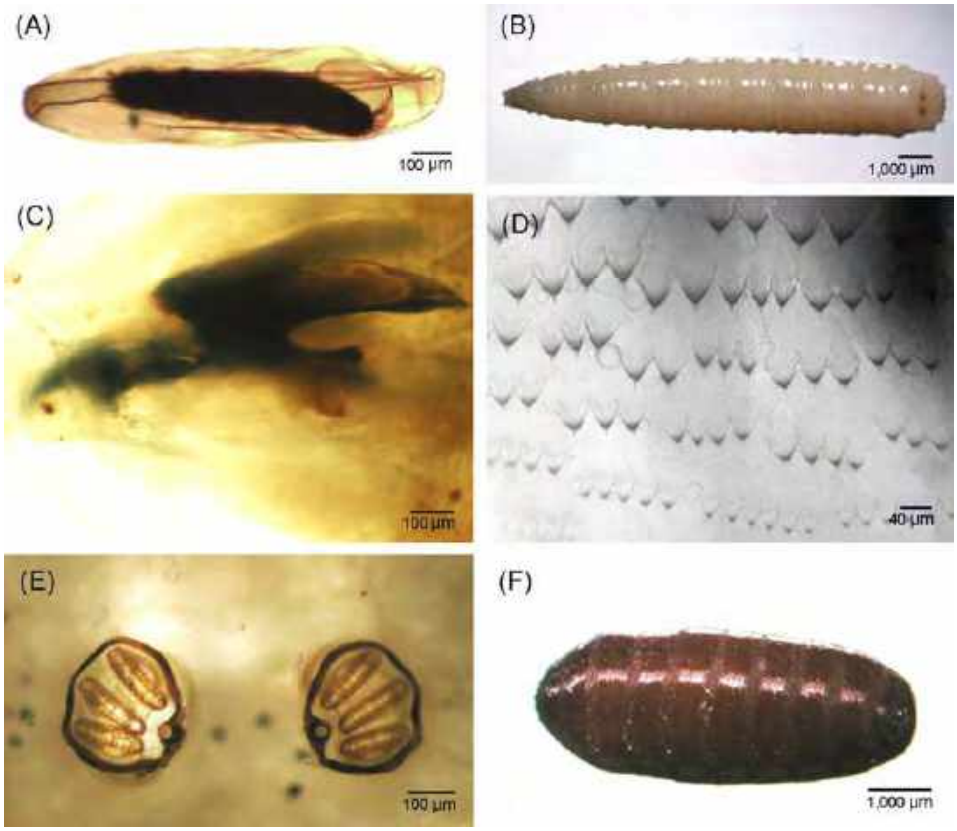
รูปที่ 3.80 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* (A) เพศเมีย (B) เพศผู้ (C) เพศเมียแสดงด้านหน้าส่วนหัว (D) เพศผู้แสดงด้านหน้าส่วนหัว *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*



รูปที่ 3.81 แผนภาพแสดงแมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* (A) ovipositor (B) epandrium, cercus และ surstylus ด้านหลัง (C) epandrium, cercus และ surstylus ด้านข้าง (D) aedeagus *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

ไข่

ความยาวเฉลี่ย 1.09 ± 0.07 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 0.25 ± 0.05 มิลลิเมตร median area ยาวมาก จนเกือบเต็มความยาวทั้งหมดของไข่ (ความยาวเฉลี่ย 1.03 ± 07 มิลลิเมตร) median area กว้าง (รูปที่ 3.82A) เฉลี่ย 0.022 ± 0.006 มิลลิเมตร (จากจำนวนตัวอย่าง 50 ตัวอย่าง)[63] flange ยื่นขึ้นมาด้านบน รอยต่อเหลี่ยมของผิวไข่ไม่เด่นชัด



รูปที่ 3.82 แมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* (A) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงไข่ เมื่อย้อมด้วยสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ความเข้มข้นร้อยละ 1 นาน 1 นาที *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[63] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196840922106)* (B-E ตัวอ่อนระยะที่ 3) (B) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (C) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดง cephalopharyngeal skeleton (D) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงหนามระหว่างอกปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[73] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ Entomological Society of America หมายเลขอนุญาต 27587592)* (E) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงรูหายใจหลัง (F) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงดักแด้ *(B,C,E,F ภาพโดยรัชฎาวรรณ เงินกลั่น)*

ตัวอ่อน

ไม่พบข้อมูลตัวอ่อนระยะที่ 1 และตัวอ่อนระยะที่ 2

ตัวอ่อนระยะที่ 3: ลักษณะเด่นคือผิวลำตัวเรียบ สีขาวครีม (รูปที่ 3.82B) จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 4 ถึง 7 แขนง (จากจำนวนตัวอย่าง 31 ตัวอย่าง)[90] cephalopharyngeal skeleton แสดงในรูปที่ 3.82C ลักษณะของหนามระหว่างอกปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 แสดงในรูปที่ 3.82D รูหายใจหลังมี peritreme เป็นวงแบบสมบูรณ์ (รูปที่ 3.82E) ความยาวระหว่างรูหายใจหลังทั้งสองมีค่าเฉลี่ย 207.3 ± 16.9 ไมโครเมตร

ดักแด้

ความยาวเฉลี่ย 5.97 ± 0.25 มิลลิเมตร กว้างเฉลี่ย 2.31 ± 0.10 มิลลิเมตร (จากจำนวนตัวอย่าง 40 ตัวอย่าง)[84] (รูปที่ 3.82F)

❖ แมลงวันหัวเขียว *Lucilia porphyrina*

ตัวเต็มวัย

ลำตัวยาว 6 ถึง 8 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นคือ

หัว:

เพศเมีย (รูปที่ 3.83A) ตาประกอบห่างกัน สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta กว้าง สีเกือบดำ parafacial สีดำ แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดสีดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.83C)

เพศผู้ (รูปที่ 3.83B) ตาประกอบเกือบชิดกันที่ตรงกลางของหัว สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta แคบ สีเกือบดำ parafacial สีส้มเข้ม แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดสีดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.83D)

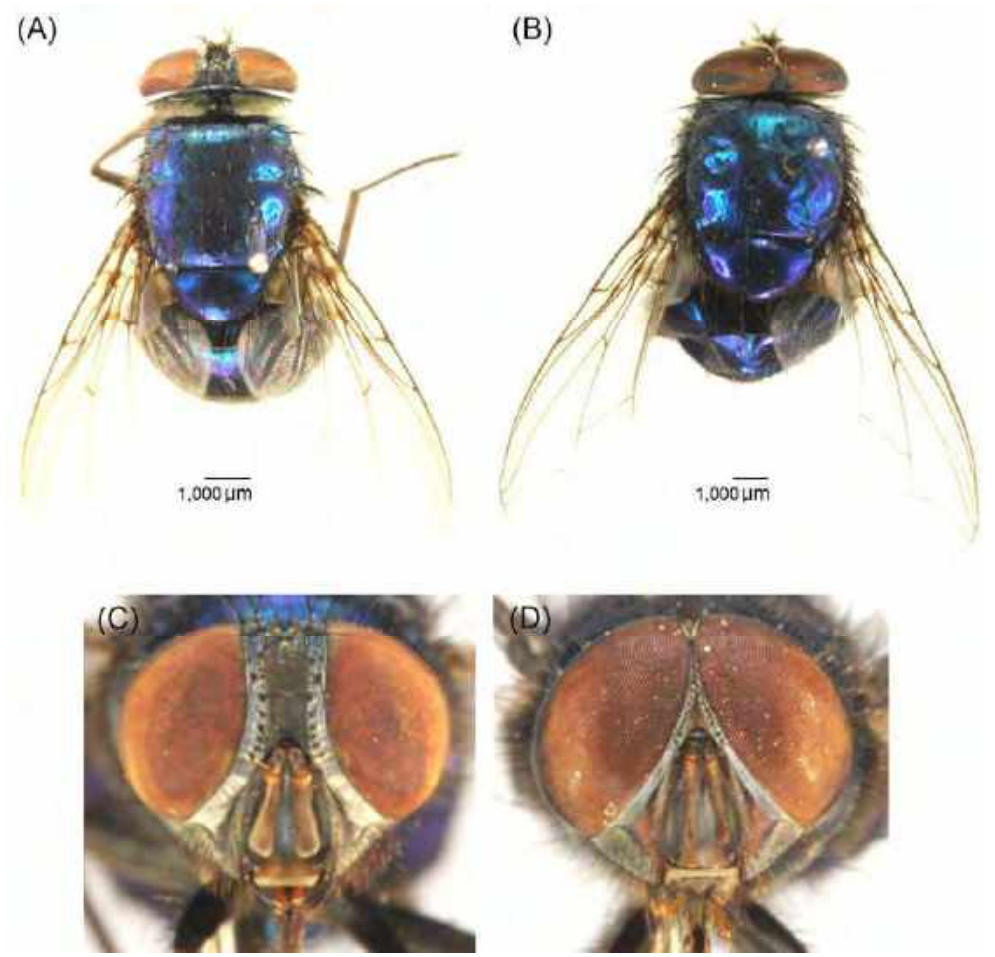
อก: อกส่วน scutum และ scutellum สะท้อนสีม่วง รูหายใจหน้ามีขนาดใหญ่ สีน้ำตาลเข้มเกือบดำ บริเวณอกมีขนแข็ง post *ac* 2 คู่ katepisternal setae 3 เส้น (2+1 หมายถึงด้านหน้า 2 เส้นและด้านท้าย 1 เส้น)

Calypter: upper calypter แยกเป็นสองส่วนชัดเจน ด้านหน้ามีขาวปนเทา ด้านหลังสีน้ำตาล ใส lower calypter สีน้ำตาล ใส

ขา: ขาสีดำ

ปีก: มีลักษณะโปร่งแสง ฐานปีกมีสีเข้ม

ท้อง: สะท้อนสีม่วงหรือน้ำเงิน ปล้องท้องปล้องที่ 2 (T3) และปล้องที่ 3 (T4) ไม่มีแถบดำที่ปลายปล้อง มีขนสีดำปกคลุมด้านบนทุกปล้อง ท้องด้านล่าง (S2 ถึง S5) มีขนสีดำทั้งหมด; ovipositor ของเพศเมีย และท้องส่วนปลายของเพศผู้ แสดงในรูปที่ 3.84A และ 3.84B,C,D ตามลำดับ

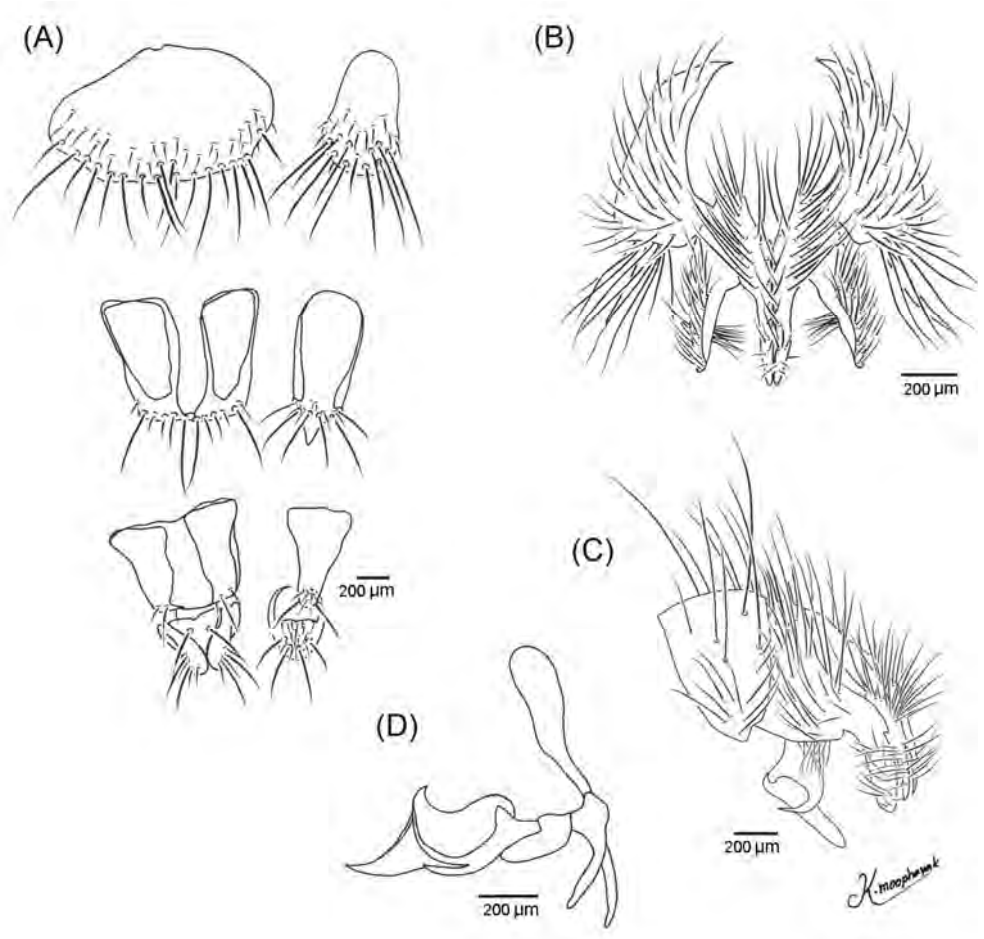


รูปที่ 3.83 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Lucilia porphyrina* (A) เพศเมีย (B) เพศผู้ (C) เพศเมียแสดงด้านหน้าส่วนหัว (D) เพศผู้แสดงด้านหน้าส่วนหัว *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

ไข่ ตัวอ่อนระยะที่ 1 ตัวอ่อนระยะที่ 2 และดักแด้

ไม่พบข้อมูล

ตัวอ่อนระยะที่ 3: ลักษณะเด่นคือลำตัวเรียบ สีขาวครีม ความยาวลำตัวถึง 15 มิลลิเมตร จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 6 ถึง 9 แขนง รูหายใจหลัง มี peritreme เป็นวงแบบสมบูรณ์[72]



รูปที่ 3.84 แผนภาพแสดงแมลงวันหัวเขียว *Lucilia porphyrina* (A) ovipositor (B) epandrium, cercus และ surstylus ด้านหลัง (C) epandrium, cercus และ surstylus ด้านข้าง (D) aedeagus *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

❖ แมลงวันหัวเขียว *Lucilia papuensis*

ตัวเต็มวัย

ลำตัวยาว 6 ถึง 8 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นคือ

หัว:

เพศเมีย (รูปที่ 3.85A) ตาประกอบห่างกัน สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta กว้าง สีเกือบดำ parafacial สีส้มเข้ม แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดสีดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.85C)

เพศผู้ (รูปที่ 3.85B) ตาประกอบเกือบชิดกันที่ตรงกลางของหัว สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta แคบ สีเกือบดำ parafacial สีส้มเข้ม แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดสีดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.85D)

อก: อกส่วน scutum และ scutellum สะท้อนสีเขียว-น้ำเงิน รูหายใจหน้ามีขนาดใหญ่ สีน้ำตาลเข้มเกือบดำ บริเวณอกมีขนแข็ง post *ac* 2 คู่ katepisternal setae 3 เส้น (2+1 หมายถึงด้านหน้า 2 เส้นและด้านท้าย 1 เส้น)

Calypter: upper calypter แยกเป็นสองส่วนแต่ไม่ชัดเจน ด้านหน้ามีขาว-ครีม ด้านหลังสีน้ำตาล ใส lower calypter สีน้ำตาล ใส

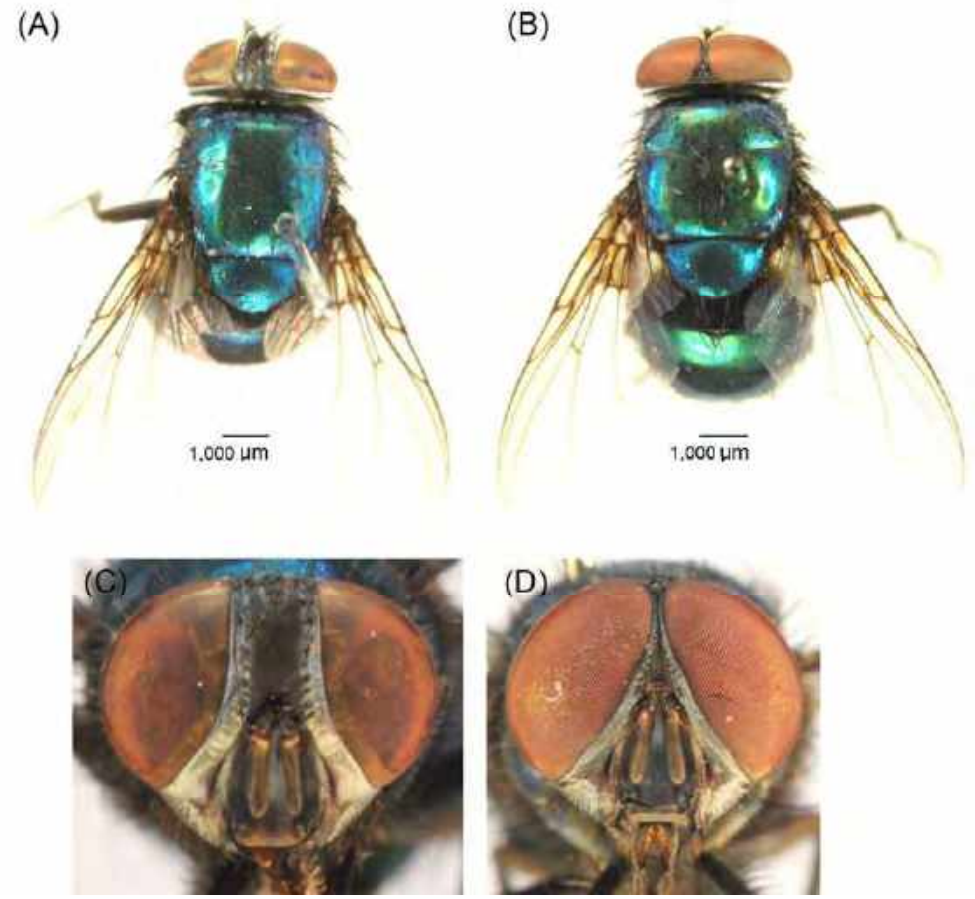
ขา: ขาสีดำ

ปีก: มีลักษณะโปร่งแสง ฐานปีกมีสีเข้ม

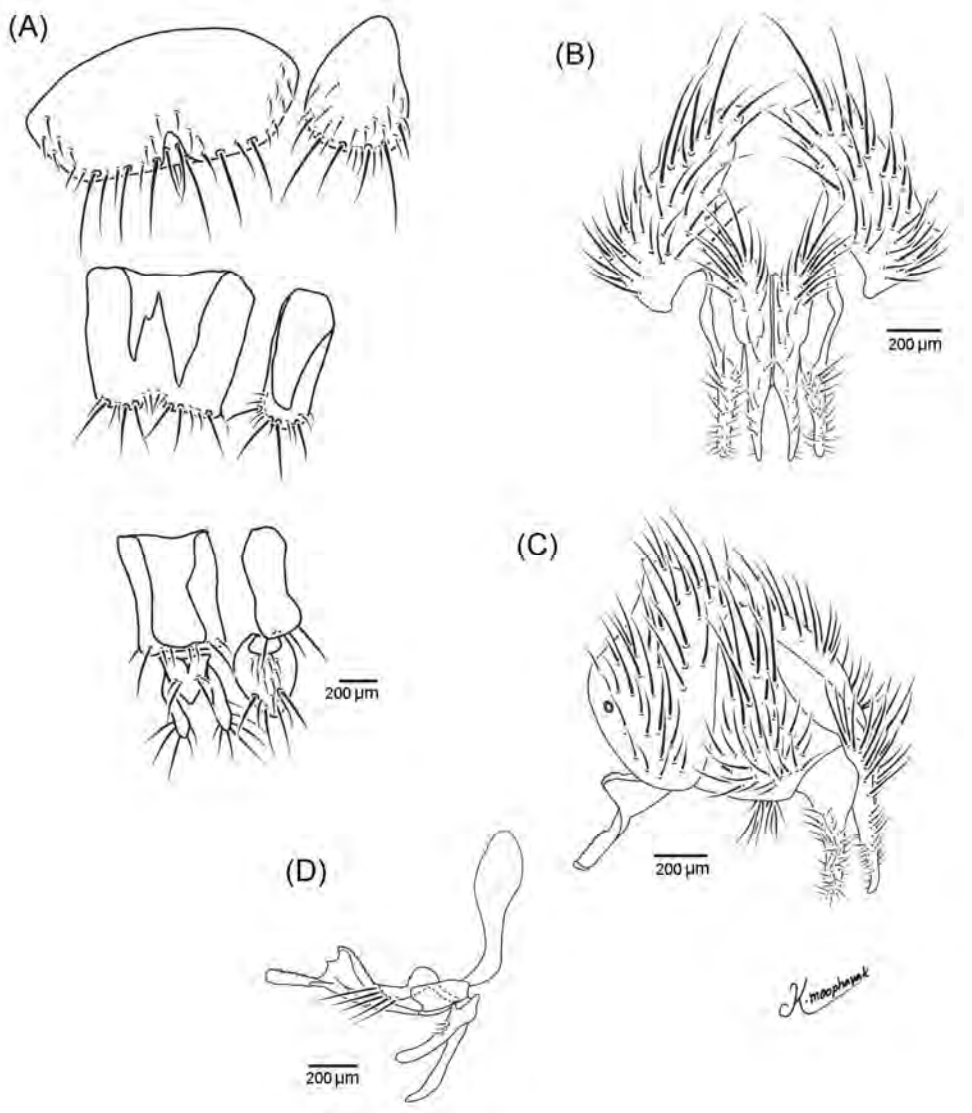
ท้อง: สะท้อนสีเขียว-น้ำเงิน ปล้องท้องปล้องที่ 2 (T3) และปล้องที่ 3 (T4) มีแถบดำที่ปลายปล้อง มีขนสีดำปกคลุมด้านบนทุกปล้อง ท้องด้านล่าง (S2 ถึง S5) มีขนสีดำทั้งหมด; ovipositor ของเพศเมีย และท้องส่วนปลายของเพศผู้ แสดงในรูปที่ 3.86A และ 3.86B,C,D ตามลำดับ

ไข่ ตัวอ่อนและดักแด้

ไม่พบข้อมูล



รูปที่ 3.85 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Lucilia papuensis* (A) เพศเมีย (B) เพศผู้ (C) เพศเมียแสดงด้านหน้าส่วนหัว (D) เพศผู้แสดงด้านหน้าส่วนหัว *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*



รูปที่ 3.86 แผนภาพแสดงแมลงวันหัวเขียว *Lucilia papuensis* (A) ovipositor (B) epandrium, cercus และ surstylus ด้านหลัง (C) epandrium, cercus และ surstylus ด้านข้าง (D) aedeagus *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

❖ แมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia ligurriens*

ตัวเต็มวัย

ลำตัวยาวประมาณ 10 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นคือ

หัว:

เพศเมีย (รูปที่ 3.87A) ตาประกอบห่างกัน สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta กว้าง สีเกือบดำ parafacial สีส้มเข้ม แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดสีดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.87C)

เพศผู้ (รูปที่ 3.87B) ตาประกอบเกือบชิดกันที่ตรงกลางของหัว สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta แคบ สีเกือบดำ parafacial สีส้มเข้ม แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดสีดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.87D)

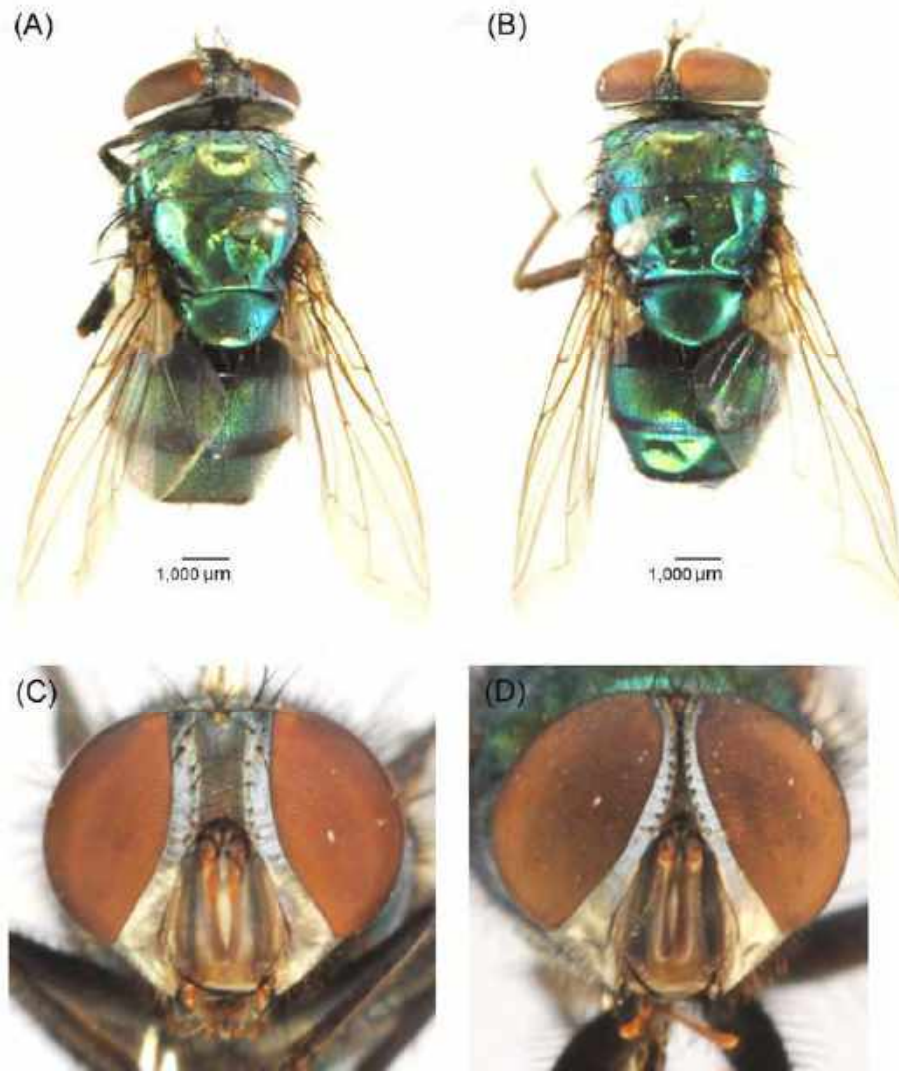
อก: อกส่วน scutum และ scutellum สะท้อนสีเขียว-น้ำเงิน รูหายใจหน้ามีขนาดใหญ่ สีน้ำตาลเข้มเกือบดำ บริเวณอกมีขนแข็ง post *ac* 2 คู่ katepisternal setae 3 เส้น (2+1 หมายถึงด้านหน้า 2 เส้นและด้านท้าย 1 เส้น)

Calypter: upper calypter ไม่แยกเป็นสองส่วน สีขาว lower calypter สีขาว

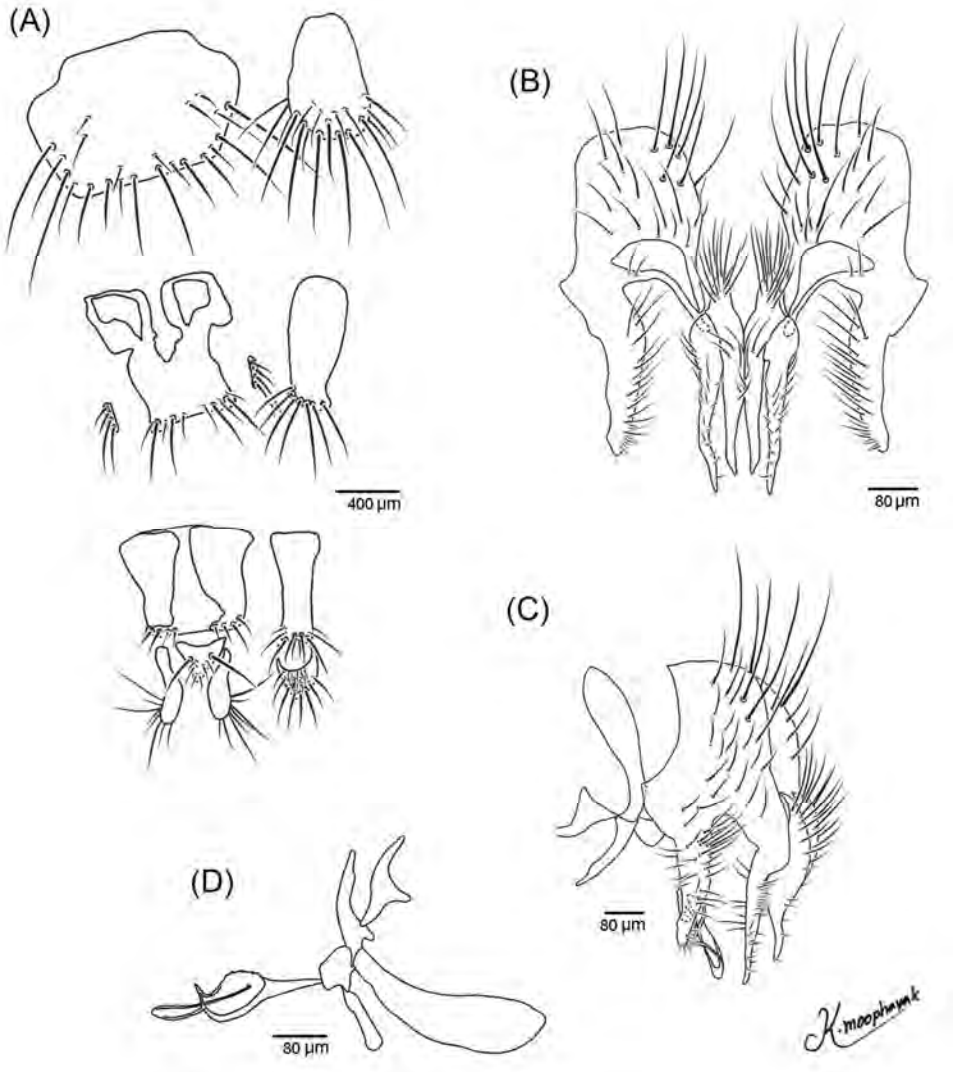
ขา: ขาสีดำ

ปีก: มีลักษณะโปร่งแสง ฐานปีกมีสีเข้ม

ท้อง: สะท้อนสีเขียว-น้ำเงิน ปล้องท้องปล้องที่ 2 (T3) และปล้องที่ 3 (T4) มีแถบดำที่ปลายปล้องแต่ไม่ชัดเจน และมีลักษณะคล้ายถูกปกคลุมด้วยฝุ่นสีขาว (dust) มีขนสีดำปกคลุมด้านบนทุกปล้อง ท้องด้านล่าง (S2 ถึง S5) มีลักษณะคล้ายถูกปกคลุมด้วยฝุ่นสีขาว ส่วนขนมีสีดำทั้งหมด; ovipositor ของเพศเมีย และท้องส่วนปลายของเพศผู้ แสดงในรูปที่ 3.88A และ3.88B,C,D ตามลำดับ



รูปที่ 3.87 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia ligurriens* (A) เพศเมีย (B) เพศผู้ (C) เพศเมียแสดงด้านหน้าส่วนหัว (D) เพศผู้แสดงด้านหน้าส่วนหัว *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*



รูปที่ 3.88 แผนภาพแสดงแมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia ligurriens* (A) ovipositor (B) epandrium, cercus และ surstylus ด้านหลัง (C) epandrium, cercus และ surstylus ด้านข้าง (D) aedeagus *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

ไข่

median area ยาวมาก จนเกือบเต็มความยาวทั้งหมดของไข่[62] median area กว้าง รอยต่อเหลี่ยมของผิวไข่ไม่เด่นชัด

ตัวอ่อน

ลักษณะเด่นของตัวอ่อนแมลงวันชนิดนี้คือ สีขาวครีม ผิวเรียบ

ตัวอ่อนระยะที่ 1: มีสีครีม ขนาดเล็ก สีขาวครีม mouth hook มีลักษณะเป็นกลุ่มของหนาม oral groove มี 2 เส้น[62]

ตัวอ่อนระยะที่ 2: มีสีครีม ผิวลำตัวเรียบ จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 5 ถึง 11 แขนง[62]

ตัวอ่อนระยะที่ 3: มีสีครีม ผิวลำตัวเรียบ (รูปที่ 3.89A) จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 5 ถึง 11 แขนง (จากจำนวนตัวอย่าง 31 ตัวอย่าง)[90] cephalopharyngeal skeleton แสดงในรูปที่ 3.89B ลักษณะของหนามระหว่างอกปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 แสดงในรูปที่ 3.89C รูหายใจหลังมี peritreme เป็นวงแบบสมบูรณ์ (รูปที่ 3.89D) ความยาวระหว่างรูหายใจหลังทั้งสองมีค่าเฉลี่ย 143.8 ± 51.7 ไมโครเมตร

ดักแด้

ความยาวเฉลี่ย 6.76 ± 0.2 มิลลิเมตร กว้างเฉลี่ย 2.70 ± 0.11 มิลลิเมตร (จากจำนวนตัวอย่าง 40 ตัวอย่าง)[84] (รูปที่ 3.89E)

❖ แมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia pulchra*

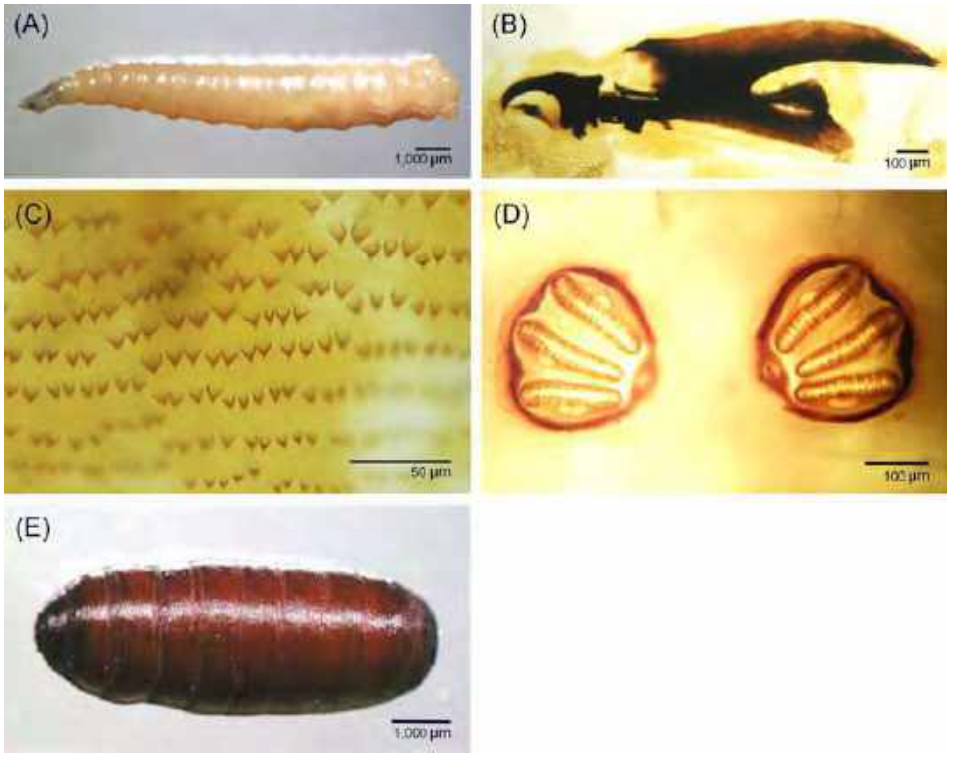
ตัวเต็มวัย

ลำตัวยาวประมาณ 9 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นคือ

หัว:

เพศเมีย (รูปที่ 3.90A) มีตาประกอบห่างกัน สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta กว้าง สีเกือบดำ parafacial สีดำ แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 สีดำ ปล้องที่ 3 สีส้ม palpus สีส้ม (รูปที่ 3.90B)

เพศผู้ ตาประกอบเกือบชิดกันที่ตรงกลางของหัว สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta แคบ สีเกือบดำ parafacial สีส้มเข้ม แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดสีดำ palpus สีส้ม



รูปที่ 3.89 แมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia ligurriens* (A-D ตัวอ่อนระยะที่ 3) (A) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (B) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดง cephalopharyngeal skeleton (C) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงหนามระหว่างอกปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 (D) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงรูหายใจหลัง (E) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงดักแด้ *(A-E ภาพโดย รัชฎาวรรณ เงินกลั่น)*

อก: อกส่วน scutum และ scutellum สะท้อนสีเขียว-น้ำเงิน รูหายใจหน้ามีขนาดใหญ่ สีน้ำตาลเข้มเกือบดำ บริเวณอกมีขนแข็ง post *ac* 2 คู่ katepisternal setae 3 เส้น (2+1 หมายถึงด้านหน้า 2 เส้นและด้านท้าย 1 เส้น)

Calypter: upper calypter ไม่แยกเป็นสองส่วน สีขาว lower calypter สีขาว

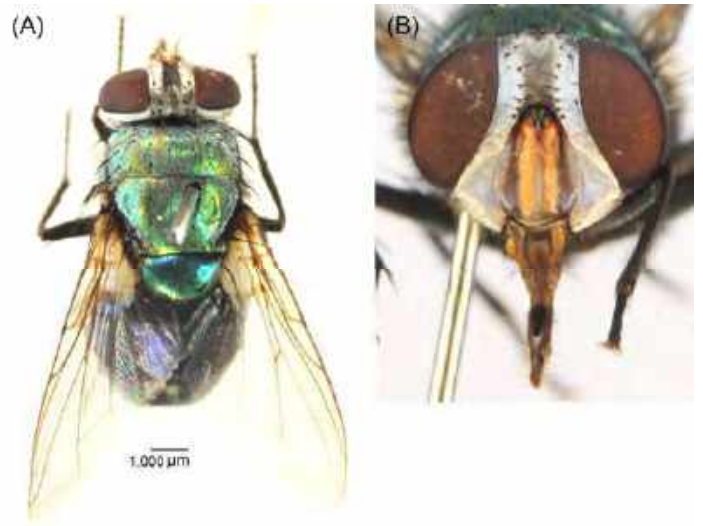
ขา: ขาสีดำ

ปีก: มีลักษณะโปร่งแสง ฐานปีกมีสีเข้ม

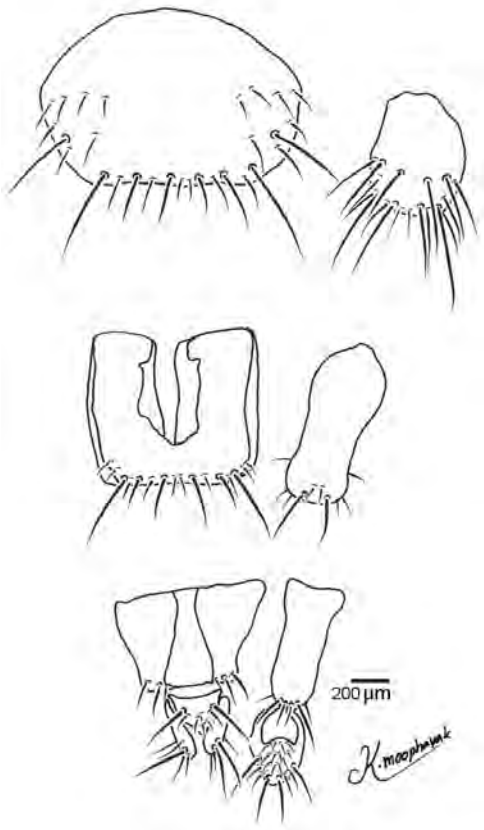
ท้อง: สะท้อนสีม่วง ปล้องท้องปล้องที่ 2 (T3) และปล้องที่ 3 (T4) มีแถบดำที่ปลายปล้องแต่ไม่ชัดเจน และมีลักษณะคล้ายถูกปกคลุมด้วยฝุ่นสีขาว มีขนสีดำปกคลุมด้านบนทุกปล้อง ท้องด้านล่าง (S2 ถึง S5) มีลักษณะคล้ายถูกปกคลุมด้วยฝุ่นสีขาว ส่วนขนมีสีดำทั้งหมด; ovipositor ของเพศเมีย แสดงในรูปที่ 3.91

ไข่ ตัวอ่อนและดักแด้

ไม่พบข้อมูล



รูปที่ 3.90 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia pulchra* (A) เพศเมีย (B) เพศเมียแสดงด้านหน้าส่วนหัว *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*



รูปที่ 3.91 แผนภาพแสดง ovipositor ของแมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia pulchra (วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

❖ แมลงวันหัวเขียว *Hypopygiopsis infumata*

ตัวเต็มวัย

ลำตัวยาวประมาณ 9 ถึง 16 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นคือ

หัว:

เพศเมีย มีตาประกอบห่างกัน สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta กว้าง สีเกือบดำ parafacial สีส้ม มีลักษณะคล้ายฝุ่นสีเงิน แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดสีดำ palpus สีส้ม

เพศผู้ (รูปที่ 3.92A) ตาประกอบเกือบชิดกันที่ตรงกลางของหัว สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta แคบ สีเกือบดำ parafacial สีส้มเข้ม มีลักษณะคล้ายฝุ่นสีเงิน แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีดำ หนวดสีดำ palpus สีส้ม (รูปที่ 3.92B)

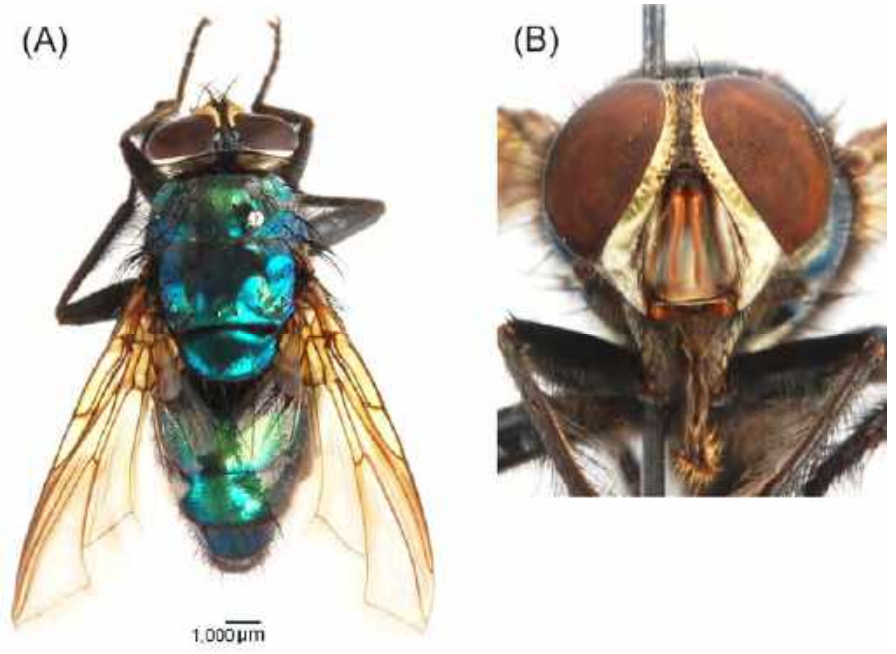
อก: อกส่วน scutum และ scutellum สะท้อนสีน้ำเงิน-ม่วง รูหายใจหน้ามีขนาดใหญ่ สีน้ำตาลเข้มเกือบดำ บริเวณอกมีขนแข็ง post *ac* 2 คู่ katepisternal setae 3 เส้น (2+1 หมายถึงด้านหน้า 2 เส้นและด้านท้าย 1 เส้น)

Calypter: upper calypter ไม่แยกเป็นสองส่วน สีขาว lower calypter สีขาว

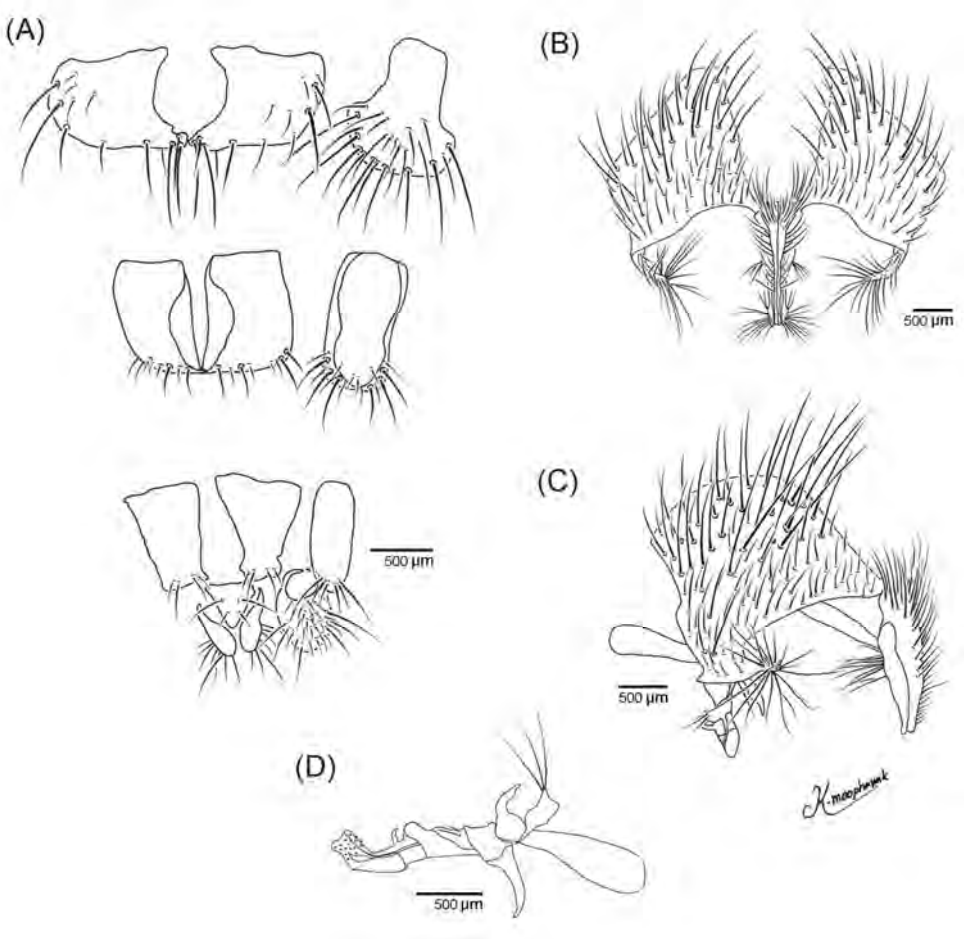
ขา: ขาสีดำในเพศผู้ มีขนเป็นแผง (fringe) ที่ femur และ tibia ของขาทั้งสามคู่ โดยเห็นชัดเจนที่ขาคู่หลัง

ปีก: มีลักษณะโปร่งแสง ฐานปีกมีสีเข้ม

ท้อง: สะท้อนสีน้ำเงิน-ม่วง ปล้องท้องปล้องที่ 2 (T3) และปล้องที่ 3 (T4) มีแถบดำที่ปลายปล้องแต่ไม่ชัดเจน มีขนสีดำปกคลุมด้านบนทุกปล้อง ท้องด้านล่าง (S2 ถึง S5) มีลักษณะคล้ายถูกปกคลุมด้วยฝุ่นสีขาว ส่วนขนมีสีดำ; ovipositor ของเพศเมีย และท้องส่วนปลายของเพศผู้ แสดงในรูปที่ 3.93A และ 3.93B,C,D ตามลำดับ



รูปที่ 3.92 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Hypopygiopsis infumata* เพศผู้ (A) ด้านหลัง (B) ด้านหน้าส่วนหัว *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*



รูปที่ 3.93 แผนภาพแสดงแมลงวันหัวเขียว *Hypopygiopsis infumata* (A) ovipositor (B) epandrium, cercus และ surstylus ด้านหลัง (C) epandrium, cercus และ surstylus ด้านข้าง (D) aedeagus *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

ไข่ ตัวอ่อนและดักแด้

ไม่พบข้อมูล

❖ แมลงวันหัวเขียว *Hypopygiopsis tumrasvini*

ตัวเต็มวัย

ลำตัวยาว 9 ถึง 15 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นคือ

หัว:

เพศเมีย (รูปที่ 3.94A) ตาประกอบห่างกัน สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta กว้าง ด้านบนสีดำ ด้านล่างสีส้ม parafacial สีส้ม มีลักษณะคล้ายฝุ่นสีทอง แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีส้ม หนวดสีส้ม palpus สีส้ม (รูปที่ 3.94C)

เพศผู้ (รูปที่ 3.94B) ตาประกอบเกือบชิดกันที่ตรงกลางของหัว สีน้ำตาล-แดง facet มีขนาดเล็กและเท่ากันเกือบทั้งหมด frontal vitta แคบ สีเกือบดำ parafacial สีส้ม มีลักษณะคล้ายฝุ่นสีทอง แก้มสีดำและปกคลุมด้วยขนเล็กๆ สีส้ม หนวดสีส้ม palpus สีส้ม (รูปที่ 3.94D)

อก: อกส่วน scutum และ scutellum สะท้อนสีน้ำเงิน-ม่วง รูหายใจหน้ามีขนาดใหญ่ สีน้ำตาลเข้มเกือบดำ บริเวณอกมีขนแข็ง post *ac* 2 คู่ katepisternal setae 3 เส้น (2+1 หมายถึงด้านหน้า 2 เส้นและด้านท้าย 1 เส้น)

Calypter: upper calypter แยกเป็นสองส่วนชัดเจน ด้านหน้าสีขาว ส่วนด้านหลังสีขาว-ครีม ใส lower calypter สีขาว-ครีม ใส

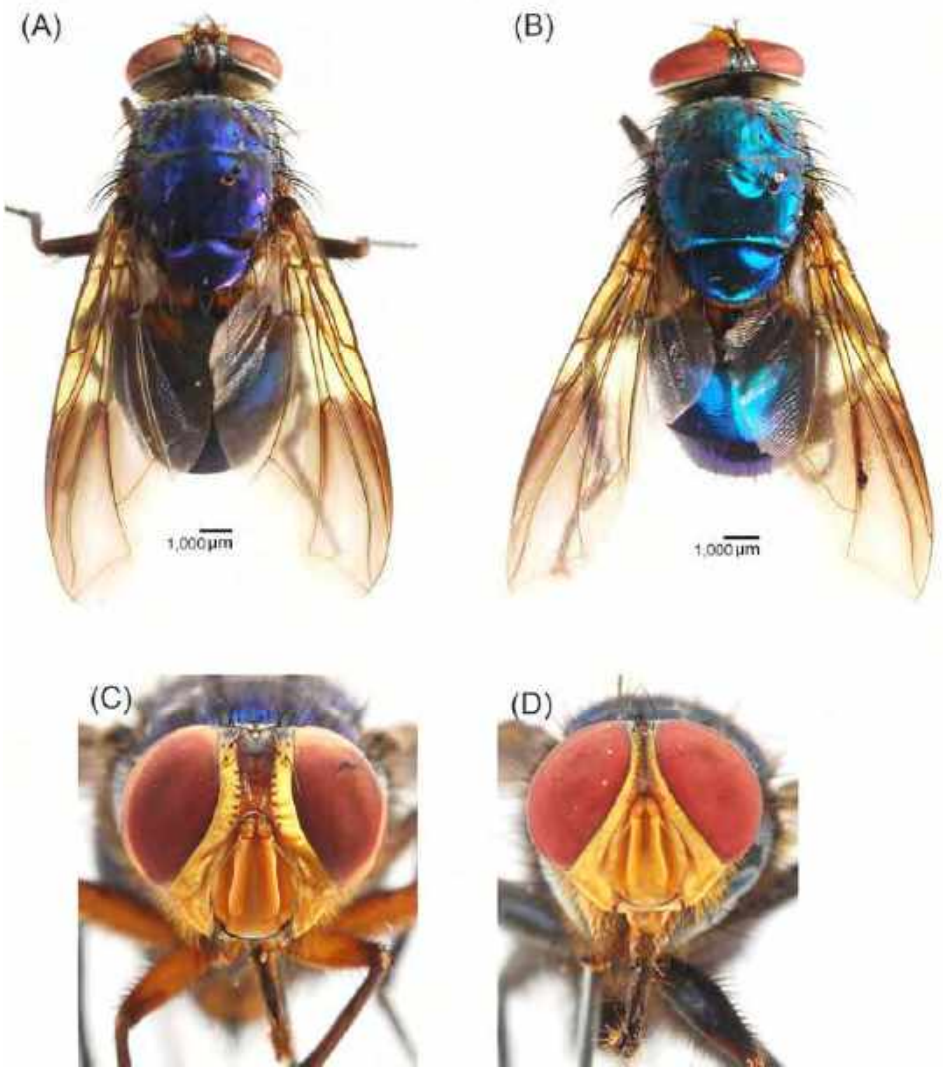
ขา: ขาสีส้มที่ femur ในเพศผู้ มีขนเป็นแผงที่ femur และ tibia ของขาทั้งสามคู่ โดยชัดเจนที่ขาคู่หลัง

ปีก: ปีกใส ปีกครึ่งหลังมีสีน้ำตาล

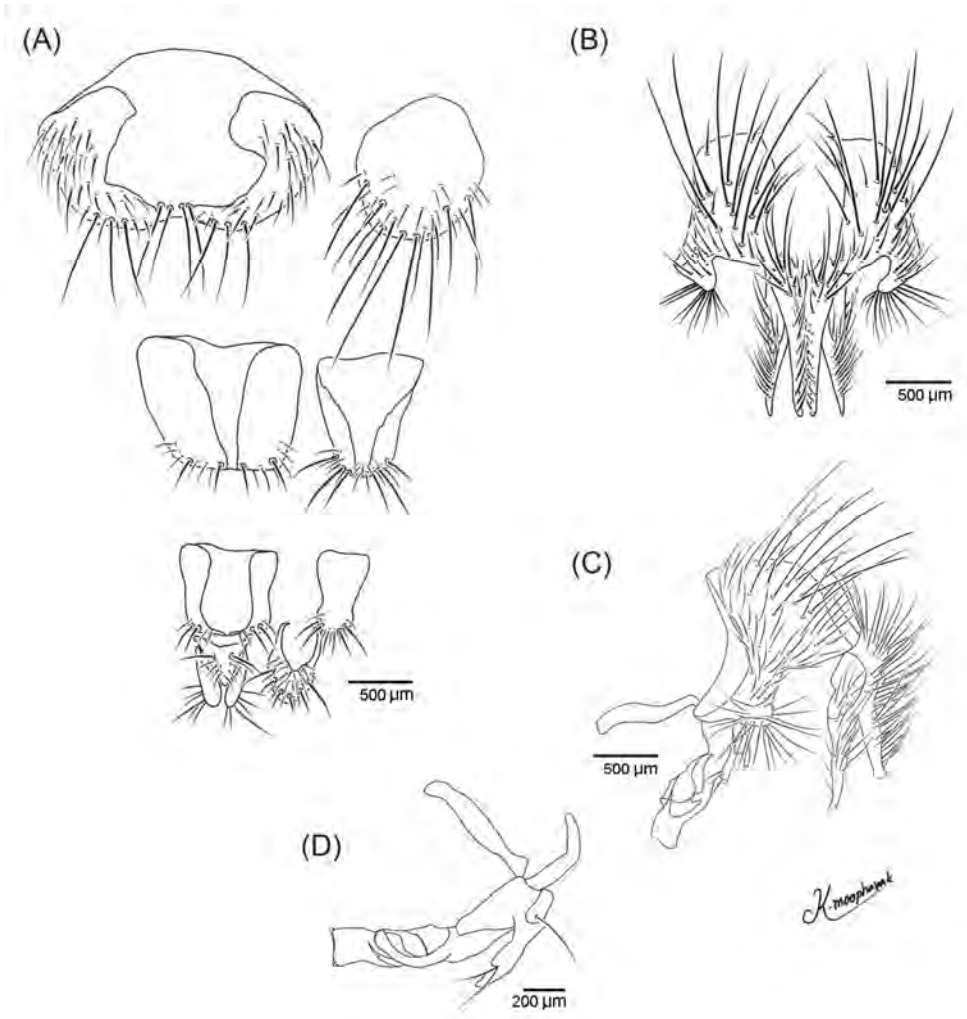
ท้อง: สะท้อนสีน้ำเงิน-ม่วง ปล้องท้องปล้องที่ 2 (T3) และปล้องที่ 3 (T4) มีแถบดำที่ปลายปล้องแต่ไม่ชัดเจน มีขนสีดำปกคลุมด้านบนทุกปล้อง ท้องด้านล่าง (S2 ถึง S5) มีลักษณะคล้ายถูกปกคลุมด้วยฝุ่นสีขาวเล็กน้อย ส่วนขนมีสีส้มทั้งหมด ส่วนขอบด้านล่างมีขนแข็งสีดำ; ovipositor ของเพศเมีย และท้องส่วนปลายของเพศผู้ แสดงในรูปที่ 3.95A และ 3.95B,C,D ตามลำดับ

ไข่ ตัวอ่อนและดักแด้

ไม่พบข้อมูล



รูปที่ 3.94 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Hypopygiopsis tumrasvini* (A) เพศเมีย (B) เพศผู้ (C) เพศเมียแสดงด้านหน้าส่วนหัว (D) เพศผู้แสดงด้านหน้าส่วนหัว *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*



รูปที่ 3.95 แผนภาพแสดงแมลงวันหัวเขียว *Hypopygiopsis tumrasvini* (A) ovipositor (B) epandrium, cercus และ surstylus ด้านหลัง (C) epandrium, cercus และ surstylus ด้านข้าง (D) aedeagus *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

สรุป

แมลงวันหัวเขียวประกอบด้วย 4 ระยะในวัฏจักรชีวิตคือ ไข่ ตัวอ่อน ดักแด้และตัวเต็มวัย ลักษณะที่เด่นชัดของตัวเต็มวัยคือ มีขนาดลำตัวปานกลางถึงค่อนข้างใหญ่ ลำตัวสะท้อนแสงสีเขียวเข้ม น้ำเงินหรือม่วง ลักษณะเด่นของไข่คือ รูปร่างเรียวยาว สีขาวครีม สามารถระบุชนิดได้โดยใช้ลักษณะคือ ขนาดไข่ ความกว้างและความยาวของ median area รอยต่อเหลี่ยมของผิวไข่ ส่วนตัวอ่อนมีสีขาวครีม ไม่มีขา มี 12 ปล้อง ส่วนหัวเรียวยาว ส่วนท้ายป้าน สามารถระบุชนิดของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวได้โดยดูที่ตัวอ่อนระยะที่ 3 โดยเปรียบเทียบสัณฐานวิทยาว่าลำตัวผิวเรียบหรือเป็นหนอนขน ความแตกต่างของรูหายใจหลัง จำนวนแขนงที่รูหายใจหน้า และสัณฐานวิทยาของหนามที่อยู่ระหว่างอกปล้องที่ 1 และอกปล้องที่ 2 ส่วนลักษณะเด่นของดักแด้คือ หัวและท้ายมนคล้ายถังเบียร์ สีน้ำตาลแดงถึงเกือบดำ ระบุชนิดของดักแด้แมลงวันหัวเขียวได้โดยใช้สัณฐานวิทยาคือ ผิวเรียบหรือมีขน ความแตกต่างของรูหายใจหลัง จำนวนแขนงที่รูหายใจหน้า การทราบชนิดของแมลงวันหัวเขียวนับว่าเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อเป็นพื้นฐานในการนำแมลงวันไปใช้ให้เป็นประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางนิติเวชกีฏวิทยา หรือเป็นพื้นฐานในการวางมาตรการเพื่อควบคุมจำนวนประชากรของชนิดที่ก่อให้เกิดโทษกับมนุษย์หรือสัตว์เศรษฐกิจ

เอกสารอ้างอิง

[1] McAlpine JF. Manual of Nearctic Diptera. Biosystematic Research Institute Research Monograph No. 27; 1981.

[2] Elzinga RJ. Fundamentals of entomology, 6th ed. New Jersey: Pearson Education, Inc.; 2004.

[3] Hewitt CG. The structure, development, and bionomics of the house fly, *Musca domestica*, Linn. Quart J Micr Sci 1907; 51: 395-448.

[4] Chapman RF. The insects structure and function, 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press; 1998.

[5] Balys M, Pyza E. Localization of the clock controlling circadian rhythms in the first neuropile of the optic lobe in the housefly. J Exp Biol 2001; 204: 3303-3310.

[6] Sukontason KL, Chaiwong T, Piangjai S, Upakut S, Moophayak K, Sukontason K. Ommatidia of blow fly, house fly, and flesh fly: implication of their vision efficiency. Parasitol Res 2008; 103: 123-131.

[7] Jander U, Jander R. Allometry and resolution of bee eyes (Apoidea). Arthropod Struct Dev 2002; 30: 179-193.

[8] Talarico F, Romeo M, Massolo A, Brandmayr P, Zetto T. Morphometry and eye morphology in three species of *Carabus* (Coleoptera: Carabidae) in relation to habitat demands. J Zool Syst Evol Res 2007; 45: 33-38.

[9] Lertthamnongtham S, Sukontason KL, Sukontason K, Piangjai S, Choochote W, Vogtsberger RC, Olson JK. Seasonal fluctuations in populations of the two most forensically important fly species in northern Thailand. Ann Trop Med Parasitol 2003; 97: 87-91.

[10] Sukontason K, Methanitikorn R, Kurahashi H, Vogtsberger RC, Sukontason KL. External morphology of *Chrysomya pinguis* (Walker) (Diptera: Calliphoridae) revealed by scanning electron microscopy. Micron 2008; 39: 190-197.

[11] Bernhard CG, Gemne G, Sällström Z. Comparative ultrastructure of corneal surface topography in insects with considerations on phylogeny and function. Z Vergl Physiol 1970; 67: 1-25.

[12] Carlson SD, Chi C. Surface fine structure of the eye of the housefly (*Musca domestica*): ommatidia and lamina ganglionaris. Cell Tissue Res 1974; 149: 21-41.

[13] Cadigan KM, Nusse R. Wingless signaling in the *Drosophila* eye and embryonic epidermis. Development 1996; 122: 2801-2812.

[14] Ngern-Klun R, Sukontason K, Methanitikorn R, Vogtsberger RC, Sukontason KL. Fine structure of *Chrysomya nigripes* (Diptera: Calliphoridae), a fly species of medical importance. Parasitol Res 2007; 100: 993-1002.

[15] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Choochote W, Vogtsberger RC. Ultrastructure of the ommatrichia in *Megaselia scalaris* (Loew) (Diptera: Phoridae). Micron 2005; 36: 191-194.

[16] Cagan RL, Ready DF. The emergence of order in the *Drosophila* pupal retina. Dev Biol 1989; 136: 346-362.

[17] Romoser WS, Stoffolano JGJ. The science of entomology, 3rd ed. Dubuque: Wm. C. Brown Publishers; 1994.

[18] Linzen B. The tryptophan to ommochrome pathway in insects. Adv Insect Physiol 1974; 10: 117-246.

[19] Goodman LJ. Organization and physiology of the insect dorsal ocellar system. In: Autrum H (ed.), Handbook of sensory physiology, vol. VII 6C. Berlin: Springer; 1981: 201-286.

[20] Nassel DR, Hagberg M. Ocellar interneurones in the blowfly *Calliphora erythocephala*: morphology and central projections . Cell Tissue Res 1985; 242: 417-426.

[21] Mizunami M. Functional diversity of neural organization in insect ocellar systems. Vision Res 1995; 35: 443-452.

[22] Gorb SN. Armored cuticular membranes in Brachycera (Insecta, Diptera). J Morphol 1997; 234: 213-222.

[23] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Boonchu N, Chaiwong T, Ngern-Klun R, Sripakdee D, Vogtsberger RC, Olson JK. Antennal sensilla of some forensically important flies in families Calliphoridae, Sarcophagidae and Muscidae. Micron 2004; 35: 671-679.

[24] Zacharuk RY. Antennal sensilla. In: Kerkut GA, Gilbert LI (eds.), Comparative insect physiology, biochemistry and pharmacology. Oxford: Pergamon Press; 1985: 1-69.
[25] Eisenbeis G, Wichard W. Atlas on the biology of soil arthropods. Berlin: Springer; 1987.
[26] Ochieng SA, Park KC, Zhu JW, Baker TC. Functional morphology of antennal chemoreceptors of the parasitoid *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae). Arthropod Struct Dev 2000; 29: 231-240.
[27] de Fernandes FF, Pimenta PF, Linardi PM. Antennal sensilla of the New World screwworm fly, *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae). J Med Entomol 2004; 41: 545-551.
[28] Dethier VG. The physiology of insect senses. London: Chapman & Hall; 1963.
[29] Mitchell BK, Itagaki H, Rivet MP. Peripheral and central structures involved in insect gustation. Microsc Res Tech 1999; 47: 401-415.
[30] Rahal Y, Barry P, Hawlitzky N, Renou M. Antennal olfactory sensilla of the parasitoid fly, *Pseudoperichaeta nigrolineata* Walker (Diptera: Tachinidae). Int J Insect Morphol Embryol 1996; 25: 145-152.
[31] Broeckling CD, Salom SM. Antennal morphology of two specialist predators of Hemlock Woolly Adelgid, *Adelges tsugae* Annand (Homoptera: Adelgidae). Ann Entomol Soc Am 2003; 96: 153-160.
[32] Altner H, Schaller-Selzer L, Stetter H, Wohlrab I. Poreless sensilla with inflexible sockets. A comparative study of a fundamental type of insect sensilla probably comprising thermo- and hygroreceptors. Cell Tissue Res 1983; 234: 279-307.
[33] Olson DM, Andow DA. Antennal sensilla of female *Trichogramma nubilale* (Ertle and Davis) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and comparisons with other parasitic Hymenoptera. Int J Insect Morphol Embryol 1993; 22: 507-520.
[34] Smith JJB. Feeding mechanisms. In: Kerkut GA, Gilbert LI (eds.), Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology. Oxford: Permagon Press; 1985: 33-85.
[35] Graham-Smith GS. Further observations on the anatomy and function of the proboscis of the blow fly, *Calliphora erythrocephala* L. Parasitology 1930; 22: 47-115.
[36] Sukontason K, Sukontason KL, Vogtsberger RC, Boonchu N, Chaiwong T, Piangjai S. Prestomal teeth of some flies of medical importance. Micron 2003; 34: 449-452.
[37] Sukontason KL, Methanitikorn R, Kurahashi H, Piangjai S, Sukontason K. Surface ultrastructure of prestomal teeth of some flies in the families Calliphoridae, Muscidae and Sarcophagidae. Parasitol Res 2005; 96: 410-412.
[38] Wallis DI. Olfactory stimuli and oviposition in the blowfly, *Phormia regina* Meigen. J Exp Biol 1962; 39: 603-615.
[39] Dethier VG. The hungry fly. Harvard: Harvard University Press; 1976.
[40] Chapman RF. General anatomy and function. In: Waterhouse DF, Carne PB, Naumann ID (eds.), The insects of Australia. A textbook for students and research workers. Melbourne: Melbourne University Press; 1991: 33-67.
[41] Preuss T, Hengstenberg R. Structure and kinematics of the prosternal organs and their influence on head position in the blowfly *Calliphora erythrocephala* Meig. J Comp Physiol A 1992; 171: 483-493.

[42] Borrer DJ, Triplehorn CA, Johnson NF. An introduction to the study of insects, 6th ed. Orlando: Saunders HBJ; 1989.

[43] Fraenkel G, Pringle JWS. Halteres of flies as gyroskopic organs of equilibrium. Nature 1938; 141: 919-921.

[44] Derham W. Physico-theology. London: W & J Innys.; 1714.

[45] Sherman A, Dickinson MH. A comparison of visual and haltere-mediated equilibium reflexes in the fruit fly *Drosophila melanogaster*. J Exp Biol 2003; 206: 295-302.

[46] Nalbach G. The halteres of the blowfly *Calliphora* 1. Kinematics and dynamics. J Comp Physiol A 1993; 173: 293-300.

[47] Pringle JWS. The gyroscopic mechanism of the halteres of Diptera. Phil Trans R Soc Lond B 1948; 233: 347-384.

[48] Chan WP, Prete F, Dickinson MH. Visual input to the efferent control system of a fly's "gyroscope". Science 1998; 280: 289-292.

[49] Betz O. Structure of the tarsi in some *Stenus* species (Coleoptera, Staphylinidae): external morphology, ultrastructure, and tarsal secretion. J Morphol 2003; 255: 24-43.

[50] Niederegger S, Gorb S. Tarsal movements in flies during leg attachment and detachment on a smooth substrate. J Insect Physiol 2003; 49: 611-620.

[51] Sukontason KL, Bunchu N, Methanitikorn R, Chaiwong T, Kuntalue B, Sukontason K. Ultrastructure of adhesive device in fly in families calliphoridae, muscidae and sarcophagidae, and their implication as mechanical carriers of pathogens. Parasitol Res 2006; 98: 477-481.

[52] Gaume L, Perret P, Gorb E, Gorb S, Labat JJ, Rowe N. How do plant waxes cause flies to slide? Experiment tests of wax-based trapping mechanisms in three pitfall carnivorous plants. Arthropod Struct Dev 2004; 33: 103-111.

[53] Gorb SN. Walking on the ceiling: structures, functional principles, and ecological implications. Arthropod Struct Dev 2004; 33: 1-2.

[54] Chaiwong T, Sukontason K, Olson JK, Kurahashi H, Chaithong U, Sukontason KL. Fine structure of the reproductive system of *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae): the external sexual organ. Parasitol Res 2008; 102: 973-980.

[55] Rice MJ, McRae TM. Contact chemoreceptors on the ovipositor of *Locusta migratoria* L. J Aust Entomol Soc 1976; 15: 364.

[56] Gullan PJ, Cranston PS. The insects: an outline of entomology, 4th ed. Chichester: Wiley-Blackwell; 2010.

[57] Margaritis LH. Structure and physiology of the eggshell. In: Kerkut GA, Gilbert LI (eds.), Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology, vol. 1, Embryogenesis and reproduction. Oxford: Pergamon Press; 1985: 153-230.

[58] Margaritis LH, Mazzini M. Structure of the egg. In: Harrison FW, Locke M (eds.), Microscopic anatomy of invertebrates, vol. 11C. New York: Wiley-Liss, Inc.; 1998: 995-1037.

[59] Hinton HE. Plastron respiration in the eggs of blowflies. J Insect Physiol 1960; 4: 176-183.

[60] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Choochote W, Boonchu N, Chaiwong T, Kurahashi H. Fine structure of the eggs of blowflies *Aldrichina grahami* and *Chyrsomya pacifica* (Diptera: Calliphoridae). Biol Res 2004; 37: 483-487.

[61] Sukontason KL, Bunchu N, Chaiwong T, Kuntalue B, Sukontason K. Fine structure of the eggshell of the blow fly, *Lucilia cuprina*. J Insect Sci 2007; 7: Article 9.

[62] Sukontason KL, Sribanditmongkol P, Chaiwong T, Vogtsberger RC, Piangjai S, Sukontason K. Morphology of immature stages of *Hemipyrellia ligurriens* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) for use in forensic entomology applications. Parasitol Res 2008; 103: 877-887.

[63] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Boonchu N, Kurahashi H, Hope M, Olson JK. Identification of forensically important fly eggs using a potassium permanganate staining technique. Micron 2004; 35: 391-395.

[64] Erzinclioglu YZ. The value of chorionic structure and size in the diagnosis of blowfly eggs. Med Vet Entomol 1989; 3: 281-285.

[65] Erzinclioglu YZ. The morphology of the egg of the bird-parasite *Protocalliphora azurea* (Diptera: Calliphoridae). Med Vet Entomol 1988; 2: 95-97.

[66] Greenberg B. Flies as forensic indicators. J Med Entomol 1991; 28: 565-577.

[67] Sukontason KL, Vogtsberger RC, Boonchu N, Chaiwong T, Sripakdee D, Ngern-Klun R, Piangjai S, Sukontason K. Larval morphology of *Chrysomya nigripes* (Diptera: Calliphoridae), a fly species of forensic importance. J Med Entomol 2005; 42: 233-240.

[68] Chu-Wang IW, Axtell RC. Fine structure of the dorsal organ of the house fly larva, *Musca domestica* L. Z Zellforsch 1971; 117: 17-34.

[69] Chu-Wang IW, Axtell RC. Fine structure of the terminal organ of the house fly larva, *Musca domestica* L. Z Zellforsch 1972; 127: 287-305.

[70] Sukontason KL, Sukontason K, Lertthamnongtham S, Kuntalue B, Thijuk N, Vogtsberger RC, Olson JK. Surface ultrastructure of *Chrysomya rufifacies* (Macquart) larvae (Diptera: Calliphoridae). J Med Entomol 2003; 40: 259-267.

[71] Sukontason KL, Narongchai P, Kanchai C, Vichairat K, Piangjai S, Boonsriwong W, Bunchu N, Sripakdee D, Chaiwong T, Kuntalue B, Siriwattanarungsee S, Sukontason K. Morphological comparison between *Chrysomya rufifacies* (Macquart) and *Chrysomya villeneuvi* Patton (Diptera: Calliphoridae) puparia, forensically important blow flies. Forensic Sci Int 2006; 164: 230-234.

[72] Ishijima H. Revision of the third stage larvae of synanthropic flies of Japan (Diptera: Anthomyiidae, Muscidae, Calliphoridae and Sarcophagidae). Jpn J Sanit Zool 1967; 18: 47-100.

[73] Sukontason K, Sukontason KL, Ngern-klun R, Sripakdee D, Piangjai S. Differentiation of the third instar of forensically important fly species in Thailand. Ann Entomol Soc Am 2004; 97: 1069-1075.

[74] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Chaiwong T, Boonchu N, Kurahashi H. Hairy maggot of *Chrysomya villeneuvi* (Diptera: Calliphoridae), a fly species of forensic importance. J Med Entomol 2003; 40: 983-984.

[75] Queiroz MMC, Mello RP, Lima MM. Morphological aspects of the larval instars of *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae) reared in the laboratory. Mem Inst Oswaldo Cruz 1997; 92: 187-196.

[76] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Narongchai P, Samai W, Boonchu N, Sripakdee D, Ngern-Klun R, Siriwattanarungsee S. Morphology of second and third instars of *Chrysomya villeneuvi* Patton (Diptera: Calliphoridae), a fly species of forensic importance. Forensic Sci Int 2005; 154: 195-199.

[77] Sukontason K, Narongchai P, Kanchai C, Vichairat K, Sribanditmongkol P, Bhoopat T, Kurahashi H, Chockjamsai M, Piangjai S, Bunchu N, Vongvivach S, Samai W, Chaiwong T, Methanitikorn R, Ngern-klun R, Sripakdee D, Boonsriwong W, Siriwattanarungsee S, Srimuangwong C, Hanterdsith B, Chaiwan K, Srisuwan C, Upakut S, Moopayak K, Vogtsberger RC, Olson JK, Sukontason KL. Forensic entomology cases in Thailand: a review of cases from 2000 to 2006. Parasitol Res 2007; 101: 1417-1423.

[78] Greenberg B, Kunich JC. Entomology and the law. Flies as forensic indicators. UK: Cambridge University Press; 2002.

[79] Liu D, Greenberg B. Immature stage of some flies of forensic importance. Ann Entomol Soc Am 1989; 82: 80-93.

[80] Sukontason KL, Kanchai C, Piangjai S, Boonsriwong W, Bunchu N, Sripakdee D, Chaiwong T, Kuntalue B, Siriwattanarungsee S, Sukontason K. Morphological observation of puparia of *Chrysomya nigripes* (Diptera: Calliphoridae) from human corpse. Forensic Sci Int 2006; 161: 15-19.

[81] Siriwattanarungsee S, Sukontason KL, Kuntalue B, Piangjai S, Olson JK, Sukontason K. Morphology of the puparia of the housefly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) and blowfly, *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae). Parasitol Res 2005; 96: 166-170.

[82] Sukontason KL, Piangjai S, Bunchu N, Chaiwong T, Sripakdee D, Boonsriwong W, Vogtsberger RC, Sukontason K. Surface ultrastructure of the puparia of the blow fly, *Lucilia cuprina* (Diptera: Calliphoridae), and flesh fly, *Liosarcophaga dux* (Diptera: Sarcophagidae). Parasitol Res 2006; 98: 482-487.

[83] Sukontason KL, Piangjai S, Boonsriwong W, Bunchu N, Ngern-Klun R, Vogtsberger RC, Sukontason K. Observations of the third instar larva and puparium of *Chrysomya bezziana* (Diptera: Calliphoridae). Parasitol Res 2006; 99: 669-674.

[84] Sukontason KL, Ngern-klun R, Sripakdee D, Sukontason K. Identifying fly puparia by clearing technique: application to forensic entomology. Parasitol Res 2007; 101: 1407-1416.

[85] Omar B. Key to third instar larvae of flies of forensic importance in Malaysia. In: Greenberg B, Kunich JC (eds.), Entomology and the law: flies as forensic indicators. Cambridge: Cambridge University Press; 2002: 120-127.

[86] Senior-White R, Aubertin D, Smart J. The fauna of British India, including the remainder of the Oriental region, Diptera. vol. VI. Family Calliphoridae. London: Taylor & Francis; 1940.

[87] Zumpt F. Myiasis in man and animals in the old world. London: Butterworths; 1965.

[88] Kitching RL. The immature stages of the Old-World screw-worm fly, *Chrysomya bezziana* Villeneuve, with comparative notes on other Australasian species of *Chrysomya* (Diptera, Calliphoridae). Bull Entomol Res 1976; 66: 195-203.

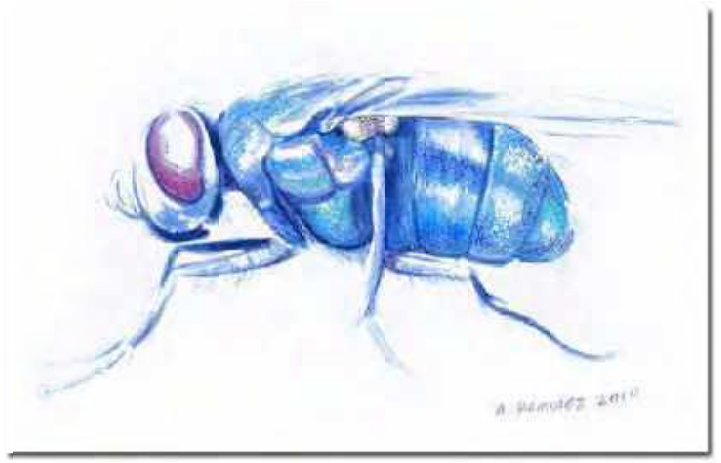
[89] Kurahashi H, Tumrasvin W. A new species of *Chrysomya* (Diptera, Calliphoridae) from Thailand and Burma. Kontyu 1977; 45: 242-246.

[90] Sukontason K, Sribanditmongkol P, Ngoen-klan R, Klong-klaew T, Moophayak K, Sukontason KL. Differentiation between *Lucilia cuprina* and *Hemipyrellia ligurriens* (Diptera: Calliphoridae) larvae for use in forensic entomology application. Parasitol Res 2010; 106: 641-646.

4

สัณฐานวิทยาภายในและสรีรวิทยา

คม สุคนธสรรพ์



ภาพโดย... Arnold Ramirez

สัณฐานวิทยาภายในและสรีรวิทยา

ระบบย่อยอาหาร	173
ระบบประสาท	183
ระบบขับถ่าย	187
ระบบหายใจ	188
ระบบกล้ามเนื้อ	191
ระบบไหลเวียนโลหิต	192
ระบบสืบพันธุ์	195
ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย	195
ระบบสืบพันธุ์เพศผู้	209
อวัยวะภายในของตัวอ่อน	218
ระบบย่อยอาหาร	218
ระบบขับถ่าย	224
สรุป	225
เอกสารอ้างอิง	227

ร่างกายของแมลงวันหัวเขียวประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ จำเป็นต้องมีอวัยวะต่างๆ เพื่อทำหน้าที่ส่งผ่านอาหาร ถ่ายเทของเสีย ถ่ายเทอากาศ และประสานการทำงานระหว่างเซลล์ เพื่อให้เซลล์สามารถดำรงชีวิตได้ อวัยวะเหล่านี้ทำหน้าที่ร่วมกันเป็นระบบ[1]

อวัยวะในระบบต่างๆ ของแมลงวันหัวเขียว ส่วนใหญ่อยู่ภายใต้โครงร่างแข็งภายนอก หรือเรียกว่า อวัยวะภายใน แม้ว่าแมลงวันหัวเขียวมีระบบการทำงานของอวัยวะเทียบเคียงกับสิ่งมีชีวิตชั้นสูง แต่ผู้นิพนธ์มีความคิดเห็นว่า ทั้งสัณฐานวิทยาภายในและสรีรวิทยาของแมลงวันหัวเขียว มีความแตกต่างจากของสัตว์ชั้นสูงมาก ข้อมูลการศึกษาเกี่ยวกับอวัยวะภายในของแมลงวันหัวเขียว มีผู้ศึกษาไว้ไม่มากนัก ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในระยะตัวเต็มวัย เป็นผลให้บทนี้มุ่งเน้นบรรยายสัณฐานวิทยาภายในของตัวเต็มวัยเป็นหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ที่ผู้นิพนธ์และคณะได้ทำการศึกษาไว้ค่อนข้างมาก ระบบอวัยวะที่พบในร่างกายของแมลงวันหัวเขียว ประกอบด้วย ระบบย่อยอาหาร ระบบประสาท ระบบขับถ่าย ระบบหายใจ ระบบกล้ามเนื้อ ระบบไหลเวียนโลหิต และระบบสืบพันธุ์[1]

ระบบย่อยอาหาร (Digestive system)

ระบบย่อยอาหารของแมลงวันมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการกินอาหาร การย่อยและการดูดซึมสารอาหารต่างๆ รวมทั้งการขับสารที่ไม่มีประโยชน์ออกจากร่างกาย ระบบย่อยอาหารเริ่มต้นจากอวัยวะภายนอกคือ ปาก (ดังที่ได้บรรยายแล้วในบทที่ 3 เรื่องสัณฐานวิทยาภายนอก) ต่อจากนั้นอวัยวะในระบบย่อยอาหารเป็นอวัยวะภายในประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ ทางเดินอาหาร (alimentary canal) และต่อมย่อยอาหาร (digestive gland)[1]

ทางเดินอาหารพัฒนามาจากเซลล์ 3 กลุ่มในระยะตัวอ่อน เซลล์ 2 กลุ่มพัฒนาจากเซลล์บริเวณขอบ และเซลล์กลุ่มที่ 3 พัฒนาจากเซลล์ส่วนกลางของตัวอ่อน[1] จากนั้นเซลล์ทั้ง 3 กลุ่มเจริญมาเชื่อมต่อกันเป็นทางเดินอาหาร เมื่อเป็นระยะตัวเต็มวัย ทางเดินอาหารของแมลงวันหัวเขียว ประกอบด้วยส่วนหลัก 3 ส่วน คือ

1) ทางเดินอาหารส่วนต้น (foregut, stomodeum) เจริญจากกลุ่มเซลล์ด้านขอบทางส่วนหัวของตัวอ่อน

2) ทางเดินอาหารส่วนกลาง (midgut, mesenteron) เจริญจากกลุ่มเซลล์บริเวณกลางลำตัวของตัวอ่อน

3) ทางเดินอาหารส่วนปลาย (hindgut, proctodeum) เจริญจากกลุ่มเซลล์ ด้านขอบทางส่วนท้ายของตัวอ่อน

ความยาวของทางเดินอาหาร ในแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ในตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมียไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในเพศผู้มีค่ากลาง (median) ของความยาวเท่ากับ 36.23 มิลลิเมตร ส่วนเพศเมียมีค่ากลาง (median) ของความยาวเท่ากับ 37.73 มิลลิเมตร ส่วนในตัวอ่อนระยะที่ 3 มีทางเดินอาหารที่ยาวมาก โดยมีค่ากลางของความยาวเท่ากับ 89.15 มิลลิเมตร (จากจำนวน 30 ตัวอย่าง)[2]

❖ ทางเดินอาหารส่วนต้น

ทางเดินอาหารส่วนต้นมีลักษณะเป็นท่อ เริ่มจากปากที่ถือว่าเป็นอวัยวะภายนอก ทางเดินอาหารส่วนที่ต่อจากปากถือเป็นอวัยวะภายใน โดยเริ่มจาก

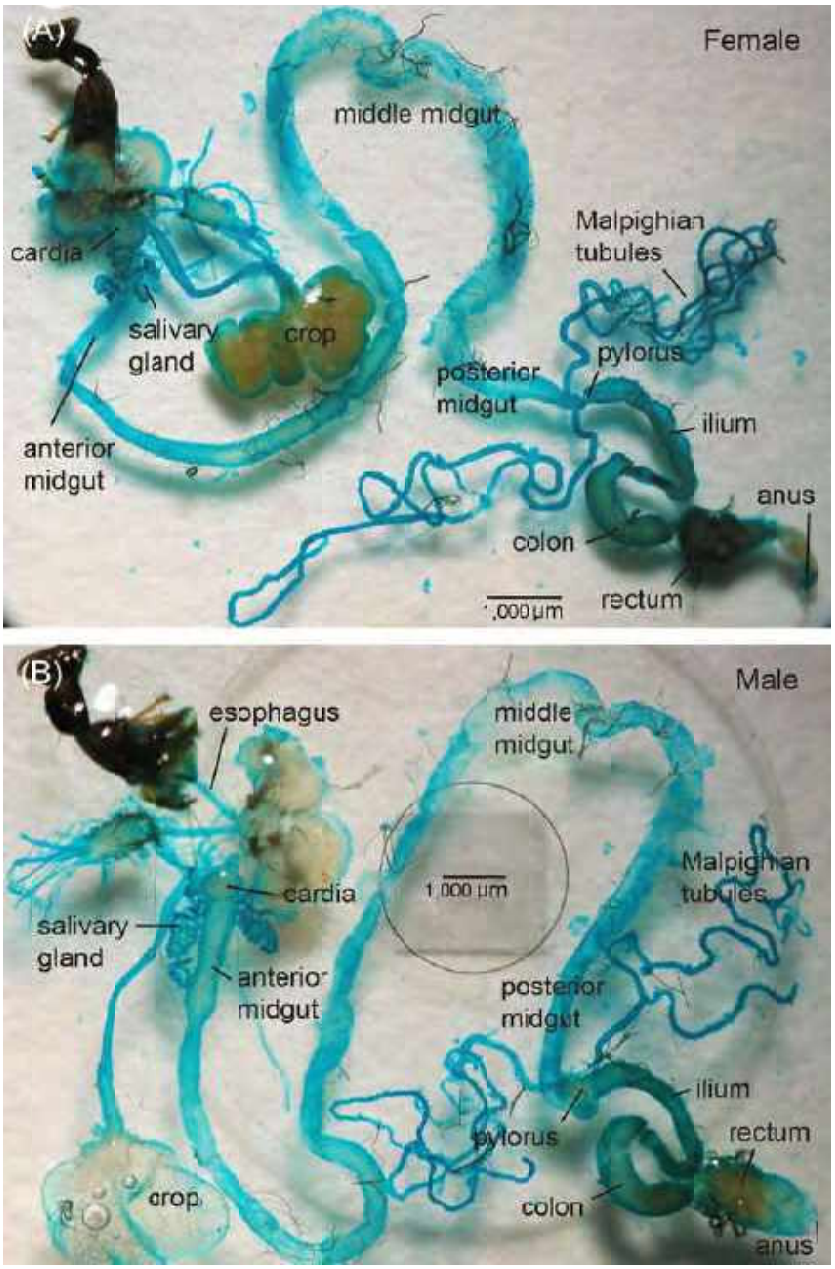
โพรงกระพุ้งแก้ม (buccal cavity)

คอหอย (pharynx)

หลอดอาหาร (esophagus)

และต่อไปยัง cardia (proventriculus) (รูปที่ 4.1) ซึ่งอยู่ระหว่างทางเดินอาหารส่วนต้นและทางเดินอาหารส่วนกลาง นอกจากนี้ยังมีท่อที่เปิดเข้าสู่ทางเดินอาหารส่วนต้น คือ ท่อที่ไปกระเพาะพักอาหาร (crop) และต่อมน้ำลาย (salivary gland)

ทางเดินอาหารส่วนต้นมีหน้าที่ในการกินอาหาร บดย่อยอาหาร เก็บพักอาหาร ควบคุมการผ่านของอาหาร ส่งผ่านอาหารไปยังทางเดินอาหารส่วนกลาง และป้องกันการขย้อนของอาหาร[3] หลอดอาหารบริเวณใกล้รอยต่อกับ cardia มีปมประสาทขนาดเล็ก เรียกว่า proventricular ganglion ซึ่งสื่อสารไปที่ปมประสาทหัวโดยเส้นประสาทขนาดเล็ก[4]



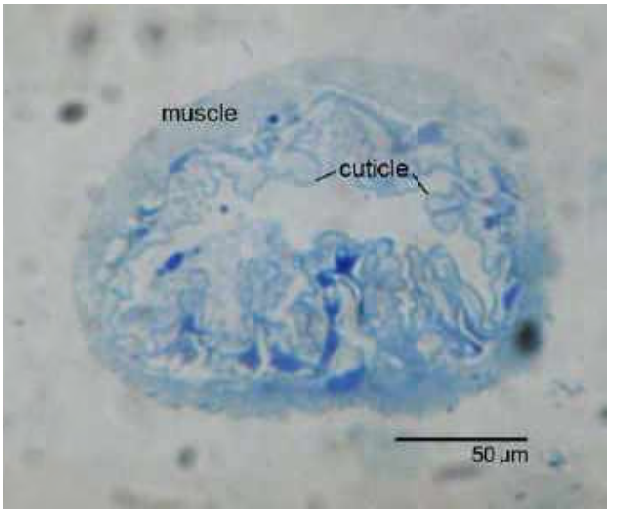
รูปที่ 4.1 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงทางเดินอาหารของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* (A) เพศเมีย (B) เพศผู้ *(ภาพโดยวรโชติ บุญศรีวงศ์)*

คอหอย

เป็นส่วนของทางเดินอาหารสั้นๆ เริ่มจากปากและสิ้นสุดที่ส่วนต้นของหลอดอาหาร คอหอยเป็นส่วนที่มีกล้ามเนื้อแข็งแรงล้อมรอบ หน้าที่หลักคือ ดูดหรือกลืนอาหาร[5]

หลอดอาหาร

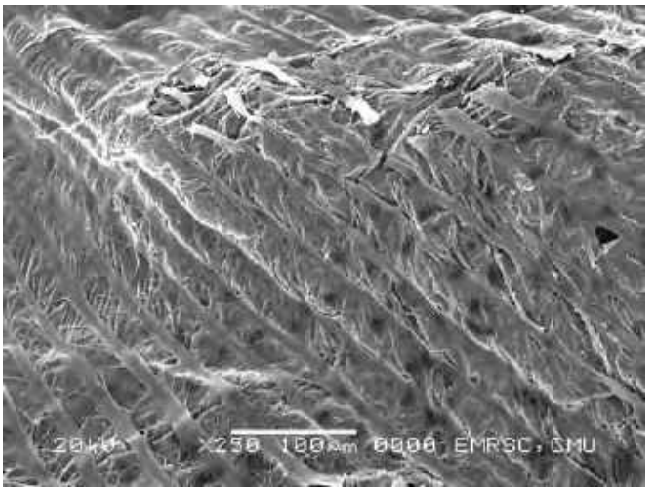
ลักษณะเป็นท่อกลวงยาว ทำหน้าที่ส่งอาหารจากปากไปกระเพาะพักอาหาร[5] ผนังหลอดอาหารประกอบด้วย ชั้นกล้ามเนื้อโอบล้อมอยู่ด้านนอกเซลล์เนื้อเยื่อบุผิว (epithelial cell) ผนังชั้นในสุดเป็น cuticle[4] (รูปที่ 4.2) หลอดอาหารแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้และเพศเมียมีความยาวที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในเพศผู้และเพศเมียมีค่ากลางของความยาวเท่ากับ 2.63 มิลลิเมตร และ 2.65 มิลลิเมตรตามลำดับ[2]



รูปที่ 4.2 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงภาพตัดขวางหลอดอาหาร ของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ *(ภาพโดยวร โชติ บุญศรีวงศ์)*

กระเพาะพักอาหาร

กระเพาะพักอาหาร ทำหน้าที่เก็บอาหารและส่งผ่านอาหาร ควบคุมโดยการบีบตัวของกล้ามเนื้อ ภายในมีรอยย่นทั้งแนวตั้งและแนวนอน กระเพาะพักอาหารสามารถขยายตัวได้มากหากมีอาหารอยู่ภายในทำให้รอยย่นเหล่านี้หายไป[5] ผนังภายนอกกระเพาะพักอาหารมีใยกล้ามเนื้อหุ้มและโยงทับกัน มีลักษณะคล้ายตาข่าย (รูปที่ 4.3) ส่วนผนังชั้นในสุดเป็นเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวที่มี cuticle บางมาก[4] กระเพาะพักอาหารในตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ทั้งเพศผู้และเพศเมียมีลักษณะเป็นถุงใหญ่ 2 ถุงเชื่อมต่อกัน (รูปที่ 4.1) และเปิดสู่ท่อทางเดินอาหารส่วนต้นโดยผ่านท่อยาว ที่มีค่ากลางความยาวเท่ากับ 4.70 มิลลิเมตร ทั้งในเพศผู้และเพศเมีย[2]



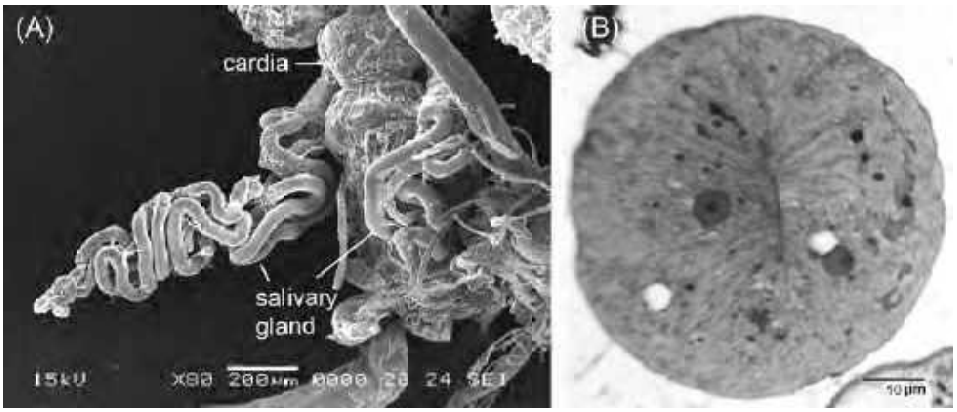
รูปที่ 4.3 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงกระเพาะพักอาหารของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ)*

ต่อมน้ำลาย

ต่อมน้ำลายของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มีลักษณะภายนอกเป็นท่อยาวปลายตัน ขดตัวพันเกลียวเป็นก้อน มีทั้งหมด 2 ก้อน ภายนอกถูกหุ้มด้วย fat body ต่อมน้ำลายมีความกว้างใกล้เคียงกันโดยตลอดท่อ

ยกเว้นในส่วนปลายที่อยู่บริเวณด้านบนและด้านล่างของท้อง กว้างมากขึ้นเล็กน้อย และต่อด้วยท่อน้ำลาย ก้อนละ 1 ท่อ ท่อน้ำลายทั้ง 2 ท่อ (รูปที่ 4.4) จะรวมกันเป็นท่อเดียวคล้ายกับท่อน้ำลายของแมลงวันหัวเขียว *Calliphora vicina*[6]

ผู้นิพนธ์และคณะพบว่า ภายในต่อมน้ำลายของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน มีลักษณะเป็นพูจำนวนหลายพูเชื่อมต่อกัน คล้ายประสานนิ้วมือ (inter digitation) ภายในสุดเป็น lumen ชั้นก่อนถึง lumen มีผนังที่เป็นเยื่อสองชั้น (double membrane) บางตำแหน่งของผนังนี้จะเห็นสารที่หลั่งออกมาจากเซลล์เข้าสู่ lumen เมื่อศึกษาส่วนไซโทพลาซึม (cytoplasm) ของเซลล์พบว่าภายในประกอบด้วยออร์แกเนลล์ (organelle) ต่างๆ เช่น ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) ไรโบโซม (ribosome) รวมทั้งสารคล้ายกับโปรตีน globulin และมี vesicle แทรกตัวอยู่ ขอบภายนอกสุดของต่อมน้ำลายมีท่อลม (trachea) หรือท่อลมขนาดเล็กมาก ที่เรียกว่า tracheole แทรกตัวอยู่



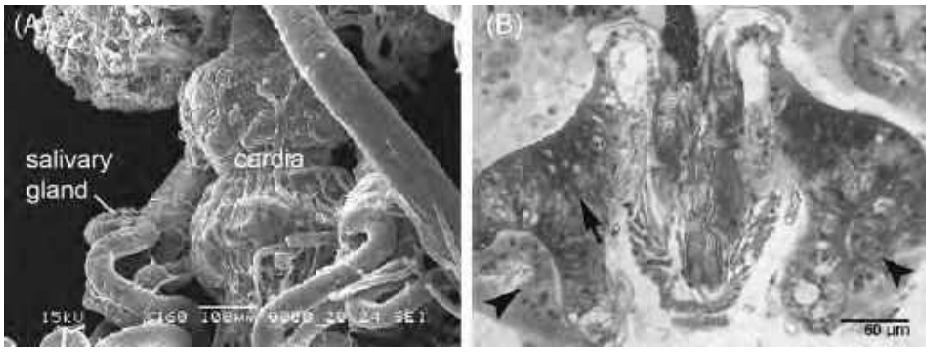
รูปที่ 4.4 ต่อมน้ำลายของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ (A) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ)* (B) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงภาพตัดขวาง *(ภาพโดยวรโชติ บุญศรีวงศ์)*

cardia

cardia ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ลักษณะเป็นกระเปาะกลม 2 ก้อนเชื่อมกันอยู่ (รูปที่ 4.5A) ผู้นิพนธ์และคณะศึกษาโดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน ในแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* พบว่า cardia ประกอบด้วย 2 ส่วน คล้ายคลึงกับที่มีการศึกษาในแมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina*[7] คือ cardia ส่วนหน้า เป็นส่วนท้ายสุดของทางเดินอาหารส่วนต้น และ cardia ส่วนหลัง เป็นส่วนต้นของทางเดินอาหารส่วนกลาง

cardia ส่วนหน้า

มีโครงสร้างเหมือนกับทางเดินอาหารส่วนต้น ประกอบด้วยมัดกล้ามเนื้อจำนวนมาก ภายในมีเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวหนา (รูปที่ 4.5B) เซลล์เนื้อเยื่อบุผิวแต่ละเซลล์อยู่กันแบบหลวมๆ ไม่ชิดกันมาก

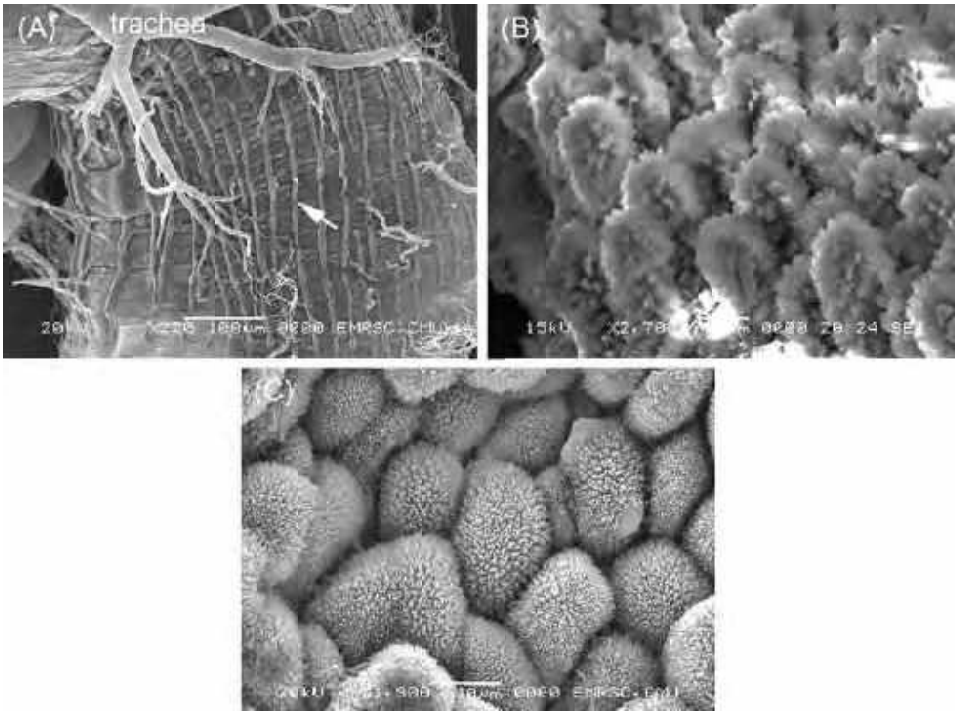


รูปที่ 4.5 cardia ของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ (A) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ)* (B) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดง cardia ส่วนหน้า (ลูกศรชี้) และ cardia ส่วนหลัง (หัวลูกศรชี้) *(ภาพโดยวรโชติ บุญศรีวงศ์)*

❖ ทางเดินอาหารส่วนกลาง

ทางเดินอาหารส่วนกลางกำเนิดมาจากเนื้อเยื่อชั้นเอนโดเดิร์ม (endoderm) เป็นส่วนที่มีความยาวมากที่สุดของระบบย่อยอาหาร ต่อมาจากทางเดินอาหารส่วนต้น โดยมี cardia ส่วนหลังเป็นส่วนแรกของทางเดินอาหารส่วนกลาง จาก cardia ส่วนหลัง ทางเดินอาหารส่วนกลางยาวต่อเนื่องมา เป็นส่วน anterior midgut มีลักษณะเป็นท่อกว้างหุ้มด้วยกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ เมื่อถึงส่วน middle midgut ท่อทางเดินอาหารมีความกว้างมากที่สุด (รูปที่ 4.1) แต่มัดกล้ามเนื้อที่หุ้มมีขนาดเล็กลง (รูปที่ 4.6A) จากนั้นทางเดินอาหารส่วนกลางแคบลงอีกครั้งเมื่อผ่านช่วงต่อระหว่างอกและท้อง และเข้าสู่ส่วน posterior midgut (รูปที่ 4.1) คล้ายคลึงกับที่ปรากฏในแมลงวันบ้าน[4] และแมลงวันหัวเขียว *Calliphora erythrocephala*[1] ทางเดินอาหารส่วนกลางเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการย่อยอาหาร โดยที่ anterior midgut ทำหน้าที่กำจัดน้ำที่เกิน middle midgut ทำหน้าที่ย่อยอาหาร และ posterior midgut ทำหน้าที่ดูดซึมอาหาร

โครงสร้างของทางเดินอาหารส่วนกลาง รวมทั้ง cardia ส่วนหลัง มีลักษณะเหมือนกัน ประกอบด้วยเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวแบบ columnar (รูปที่ 4.6B) ผิวด้านนอกเซลล์ทางด้านบนมี microvilli จำนวนมาก ยื่นออกมาเพื่อเพิ่มพื้นที่การดูดซึมอาหาร (รูปที่ 4.6C) ตั้งแต่ cardia ส่วนหลังเรื่อยลงมาในทางเดินอาหารส่วนกลาง มีเยื่อ peritrophic membrane (หรือ peritrophic matrix) กั้นระหว่างเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวและ lumen ของทางเดินอาหาร ทำหน้าที่เป็น semiselective ultrafilter รวมทั้งป้องกันเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวไม่ให้เกิดอันตรายจากเชื้อโรคหรือสารพิษ[8] ในแมลงวันหัวเขียว *Calliphora vicina* เยื่อนี้ยอมให้กรดอะมิโน น้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) และสารที่โมเลกุลขนาดเล็กผ่านไปได้ทันที แต่ไม่ยอมให้สารจำพวกแป้งหรือโปรตีน เช่น อัลบูมิน casein หรือเจละติน (gelatin) ผ่าน[9]



รูปที่ 4.6 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงทางเดินอาหารส่วนกลางของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศเมีย (A) middle midgut ที่หุ้มด้วยกล้ามเนื้อขนาดเล็ก (ลูกศรชี้) (B,C) เซลล์เนื้อเยื่อบุผิวที่มี microvilli *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ)*

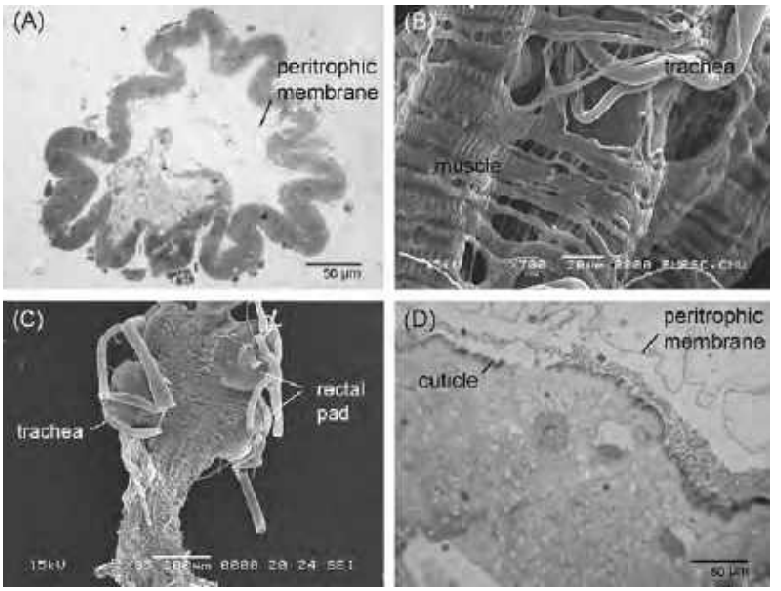
❖ ทางเดินอาหารส่วนปลาย

ทางเดินอาหารส่วนปลาย เป็นท่อที่ภายนอกมีกล้ามเนื้อหุ้มต่อเนื่องจากทางเดินอาหารส่วนกลาง (รูปที่ 4.1) ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ pylorus ลำไส้เล็กส่วนปลาย (ileum) ลำไส้ใหญ่ (colon) ไส้ตรง (rectum) (รูปที่ 4.7) และทวารหนัก (anus) บริเวณรอยต่อของทางเดินอาหารส่วนกลางและทางเดินอาหารส่วนท้าย มีท่อ Malpighian tubules แยกออกมา

ผนังของ pylorus ลำไส้เล็กส่วนปลาย (รูปที่ 4.7A) ลำไส้ใหญ่ (รูปที่ 4.7B) ไส้ตรงและทวารหนัก ประกอบด้วยเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวแบบ cuboidal ที่มีนิวเคลียสขนาด

ใหญ่ บริเวณส่วนนี้ของทางเดินอาหารส่วนปลายมี peritrophic membrane (รูปที่ 4.7D) ซึ่งต่อมาจากทางเดินอาหารส่วนกลาง

ไส้ตรงมีลักษณะขยายตัวออกเป็นถุงใหญ่ จึงเรียกไส้ตรงว่า rectal gland ไส้ตรงส่วนต้นของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ทั้งเพศผู้และเพศเมีย และแมลงวันหัวเขียว *Calliphora erythrocephala*[10] โป่งพองมากและมี rectal pad จำนวน 4 ก้อน (รูปที่ 4.7C) ในขณะที่ไส้ตรงส่วนปลายมีลักษณะเรียวยาว ภายนอกของไส้ตรงมีกล้ามเนื้อ (circular muscle) หุ้มอยู่ ยกเว้นบริเวณ rectal pad ที่ไม่มีกล้ามเนื้อ หน้าที่ของไส้ตรงคือ ดูดซึมน้ำและเกลือแร่ต่างๆ ที่มีประโยชน์กลับเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิต ไส้ตรงยังเป็นส่วนขับถ่ายของเสียออกจาก hemolymph ผ่านทางเซลล์ของ rectal gland ทางรูบนเยื่อหุ้มภายนอก[4] นอกจากนี้พบว่าบริเวณ rectal pad มีท่อลมมาเปิดจำนวนมาก (รูปที่ 4.7C) อาจมีส่วนช่วยเซลล์ในขบวนการขับถ่าย



รูปที่ 4.7 ทางเดินอาหารส่วนปลายของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ (A) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงภาพตัดขวางลำไส้เล็กส่วนปลาย (B) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงลำไส้ใหญ่หุ้มด้วยกล้ามเนื้อ (C) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง rectal pad ของไส้ตรง (D) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงเซลล์ของไส้ตรงที่บุด้วย cuticle ตรงกลางมี peritrophic membrane *(A,D ภาพโดยวรโชติ บุญศรีวงศ์; B,C ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ)*

ระบบประสาท (Nervous system)

ระบบประสาทของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว ทำหน้าที่รับความรู้สึกและตอบสนองต่อสิ่งเร้าเช่นเดียวกับแมลงชนิดอื่น ทั้งสิ่งเร้าภายนอกเช่น กลิ่น แสง และสิ่งเร้าภายในเช่น ฮอร์โมน ระบบประสาทของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวประกอบด้วยปมประสาทและเส้นประสาท โดยมีปมประสาทสำคัญ แบ่งตามตำแหน่งที่ตั้งของปมประสาท คือ

• สมอง (brain, cephalic ganglion) เป็นปมประสาทที่ใหญ่ที่สุด อยู่ภายในกะโหลกเหนือต่อหลอดอาหาร เนื้อสมองที่ผ่าใหม่มีสีครีม ปกคลุมด้วยเส้นใยประสาท (nerve fiber) จำนวนมาก (รูปที่ 4.8) ด้านหลังสมองมีเส้นใยประสาทที่ออกมาจากหลายส่วนของสมองส่วนกลาง[11] สมองมีลักษณะที่เกือบจะรวมกับปมประสาทใต้หลอดอาหาร (subesophageal ganglion) ทำให้ Hewitt[4] ได้เสนอให้เรียกทั้งสองส่วนรวมกันเป็นปมประสาทหัว (cephalic ganglion)

• ปมประสาทอก (thoracic ganglion)

รูปที่ 4.8 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงสมองตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ที่อายุ 3 วัน ลูกศรแสดง optic lobe *(ภาพโดยรุ่งกานต์ เมธานิติกร)*

สมองของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว ประกอบด้วย 3 ส่วน (รูปที่ 4.9) คือ

1) **protocerebrum** เป็นสมองส่วนที่สำคัญที่สุด อยู่ด้านบนของสมอง มี 2 ซีก คือซีกซ้ายและซีกขวา ด้านนอกสุดทั้งสองข้างเป็น optic lobe ข้างละ 1 พู optic lobe มีการเชื่อมต่อกับตาประกอบ protocerebrum ประกอบด้วย

• peduncle เป็นก้อนใหญ่ที่สุดใน protocerebrum แต่ละซีก peduncle มีบริเวณที่เรียกว่า corpora pedunculata หรือ mushroom bodies ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ประสาทมีหน้าที่เกี่ยวกับการเรียนรู้และความจำ ส่วนล่างของ peduncle แบ่งออกเป็น 2 พู (lobe) คือ alpha (α) และ beta (β) (รูปที่ 4.10)

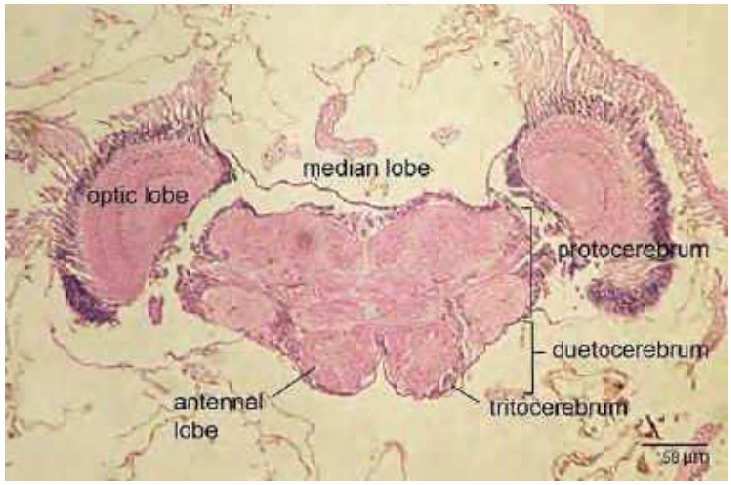
บริเวณที่เชื่อม peduncle ทั้งสองซีก คือ

• pars intercerebralis เป็นส่วนเชื่อมที่อยู่บนสุด

• protocerebral bridge อยู่ใต้ต่อ pars intercerebralis

• central complex (central body) อยู่ใต้ pars intercerebralis แต่อยู่เหนือต่อ esophageal foramen โดย central complex เป็นก้อนของ neutophil ที่อยู่ตรงกลางสุดของ protocerebrum ที่มีเส้นใยประสาทหลายแบบมาเชื่อมต่อ เช่น จาก pars intercerebralis หรือ antennal lobe ที่มาจากสมองส่วน duetocerebrum

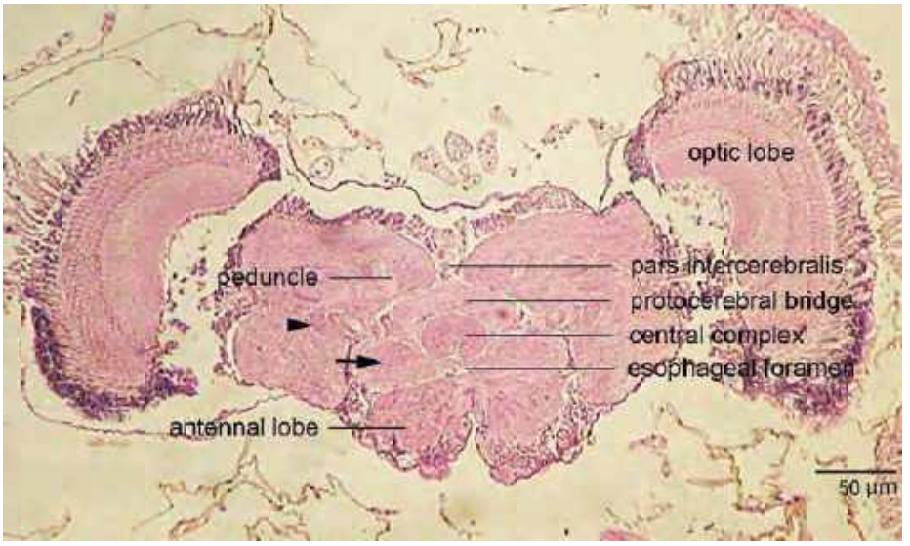
• esophageal foramen



รูปที่ 4.9 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงสมองของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ที่อายุ 3 วัน *(ภาพโดยรุ่งกานต์ เมธานิติกร)*

2) **duetocerebrum** เป็นสมองส่วนที่อยู่ถัดจาก protocerebrum มาทางด้านล่างใต้ต่อ esophageal foramen และ peduncle สมองส่วน deutocerebrum มีส่วนที่เห็นเด่นชัดที่สุดคือ antennal lobe 2 พู ซีกซ้าย 1 พูและซีกขวา 1 พู ทั้งสองพูมีขนาดเท่ากัน (รูปที่ 4.9)

3) **tritocerebrum** เป็นสมองส่วนที่มีขนาดเล็กที่สุด อยู่ด้านล่างเยื้องจาก deutocerebrum (รูปที่ 4.9)



รูปที่ 4.10 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงสมองของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ที่อายุ 3 วัน (ลูกศรแสดง β lobe, หัวลูกศรแสดง α lobe) *(ภาพโดยรุ่งกานต์ เมธานิติกร)*

มีรายงานการศึกษาสมองตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ในระดับจุลกายวิภาค ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน[11] พบว่าสมองประกอบด้วยทั้งเซลล์ประสาทและ glial cell เซลล์ประสาทสามารถแบ่งได้อย่างน้อย 3 กลุ่ม ตามขนาดของเซลล์และลักษณะของนิวเคลียส คือ

1) เซลล์ชนิดที่ 1 เป็นเซลล์ประสาทขนาดเล็ก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ถึง 6 ไมโครเมตร รูปร่างหลายเหลี่ยม นิวเคลียสขนาดใหญ่มากเกือบเต็มเซลล์ และเห็นเป็นก้อนทึบ โครมาทิน (chromatin) ติดสีเข้ม เห็นเด่นชัดกระจายอยู่โดยทั่ว ไมโทคอนเดรียขนาดใหญ่ รูปร่างค่อนข้างกลม เห็น cristae ชัดเจน เซลล์ประสาทชนิดนี้พบได้ทั่วไปทุกตำแหน่งในสมอง

2) เซลล์ชนิดที่ 2 เป็นเซลล์ประสาทขนาดเล็ก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ถึง 6 ไมโครเมตร รูปร่างกลม นิวเคลียสกลมแต่ไม่ทึบ โครมาทินอยู่ทั้งหนาแน่นและกระจายตัว เซลล์ประสาทชนิดนี้พบได้ทั่วไปทุกตำแหน่งในสมอง

3) เซลล์ชนิดที่ 3 เป็นเซลล์ประสาทขนาดใหญ่ที่สุด มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 ถึง 10 ไมโครเมตร นิวเคลียสขนาดใหญ่ กลม เห็นเป็นช่องว่าง (vacuolated) โครมาทินกระจายตัวมาก ไม่เป็นก้อนทึบ เซลล์ประสาทชนิดนี้พบได้เฉพาะในสมองส่วนลึกๆ

glial cell เป็นเซลล์ที่มีลักษณะทรงรี ขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ถึง 20 ไมโครเมตร ภายในประกอบด้วยไซโทพลาซึมลักษณะคล้ายฟองน้ำ นิวเคลียสใหญ่มาก ลักษณะกลมหรือรีเล็กน้อย เส้นผ่านศูนย์กลาง 9 ถึง 10 ไมโครเมตร ไมโทคอนเดรียรูปร่างรี

จำนวนเซลล์ประสาทของแมลงวันที่อายุมาก (30 วัน) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับแมลงวันที่มีอายุน้อย (3 วัน) นอกจากนี้พบสภาวะเสื่อมถอยของสมองในแมลงวันที่อายุ 30 วัน โดย neutophil กระจายตัว ไม่เกาะแน่นเป็นก้อนและติดชิดกันแน่น เห็นเป็นช่องว่างเกิดขึ้นมากในหลายส่วนของสมอง ลักษณะที่พบคล้ายกับที่มีรายงานในสมองของแมลงวันบ้านที่อายุมาก (30 วัน) ที่มีการลดลงของไรโบโซม มีการเสื่อมสภาพของไซโทพลาซึมซึ่งเป็นจุดๆ ภายในเซลล์ การเกิด autophagy และการสะสมของ acid-phosphatase positive dense residual bodies ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสันนิษฐานว่า น่าจะเกิดจากการเสื่อมถอยในหน้าที่การทำงานของระบบประสาท ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ประสาทมากกว่าการลดลงของจำนวนเซลล์[12]

ระบบขับถ่าย (Excretory system)

เซลล์ต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตมีกระบวนการเมแทบอลิซึมเพื่อให้เกิดพลังงาน ทำให้เกิดของเสียตามมา ในสัตว์หลายเซลล์จำเป็นต้องมีอวัยวะในการรวบรวมของเสียจากเซลล์ และขับออกนอกร่างกาย ของเสียที่เกิดขึ้นจากเซลล์สิ่งมีชีวิตประเภทแมลงส่วนใหญ่เกิดจากการสันดาปโปรตีน ทำให้เกิดของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบหลัก ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของกรดยูริค[13] แมลงวันหัวเขียวมีอวัยวะในการขับถ่ายของเสียประกอบด้วย Malpighian tubules และ rectal gland

Malpighian tubules อยู่บริเวณรอยต่อของทางเดินอาหารส่วนกลางและส่วนต้นทางเดินอาหารส่วนปลาย (รูปที่ 4.1) ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ทั้งสองเพศและตัวอ่อนระยะที่ 3 มี Malpighian tubules ทั้งหมด 4 ท่อ ลักษณะเป็นท่อยาวสีเหลืองอ่อน ยื่นออกมาจากทางเดินอาหารในทิศทางตรงข้ามกันข้างละ 1 ท่อ จากนั้นแต่ละท่อแตกแขนงอีกเป็น 2 ท่อที่มีความยาวมาก[2] การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่า Malpighian tubules มีลักษณะเป็นก้อนกลมๆ เชื่อมต่อกัน (รูปที่ 4.11) มีลักษณะภายนอกและความกว้างเหมือนกันตลอดทั้งท่อ Malpighian tubules มีการขดพันกันเนื่องจากท่อมีความยาวมาก และมีการเชื่อมกับ fat body[4]

รูปที่ 4.11 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง Malpighian tubules ของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ)*

Malpighian tubules เป็นอวัยวะหลักในการขับถ่ายของเสียของแมลงวัน มีหน้าที่ควบคุมสมดุลระดับน้ำ เกลือแร่ ประจุธาตุอาหารต่างๆ และการขับกรดยูริคออกจากร่างกาย การศึกษาในแมลงวันบ้านพบว่า ทางเดินอาหารส่วนท้ายทำงานอยู่ภายใต้การควบคุมของ neuro-endocrine โดยฮอร์โมน diuretic และ antidiuretic สัญญาณการปล่อยฮอร์โมน diuretic มาจาก stretch receptor ที่อยู่บนกล้ามเนื้อท้องด้านบนและล่าง[14]

fat body เป็นโครงสร้างหลวมๆ ของเซลล์ อยู่รอบทางเดินอาหารและอวัยวะอื่น มีหน้าที่หลักในกระบวนการเมแทบอลิซึม เป็นที่สะสมหลักของน้ำตาลโมเลกุลใหญ่ โดยการดึงน้ำตาล trehalose ซึ่งเป็นรูปแบบของน้ำตาลในแมลงจาก hemolymph เปลี่ยนเป็นรูปของโมเลกุลใหญ่ คือ disaccharide trehalose เพื่อสะสมไว้ใช้ และจะสลายออกเป็น trehalose เข้าสู่ hemolymph เมื่อแมลงต้องการ นอกจากนี้เป็นที่สะสมหลักของไขมันในรูปของ triglyceride และทำหน้าที่ในการขจัดพิษ (detoxification) ของของเสียที่เกิดขึ้นในร่างกาย[13]

ระบบหายใจ (Respiratory system, Tracheal system)

ระบบหายใจมีลักษณะเป็นระบบเปิด ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ รูหายใจและท่อลม

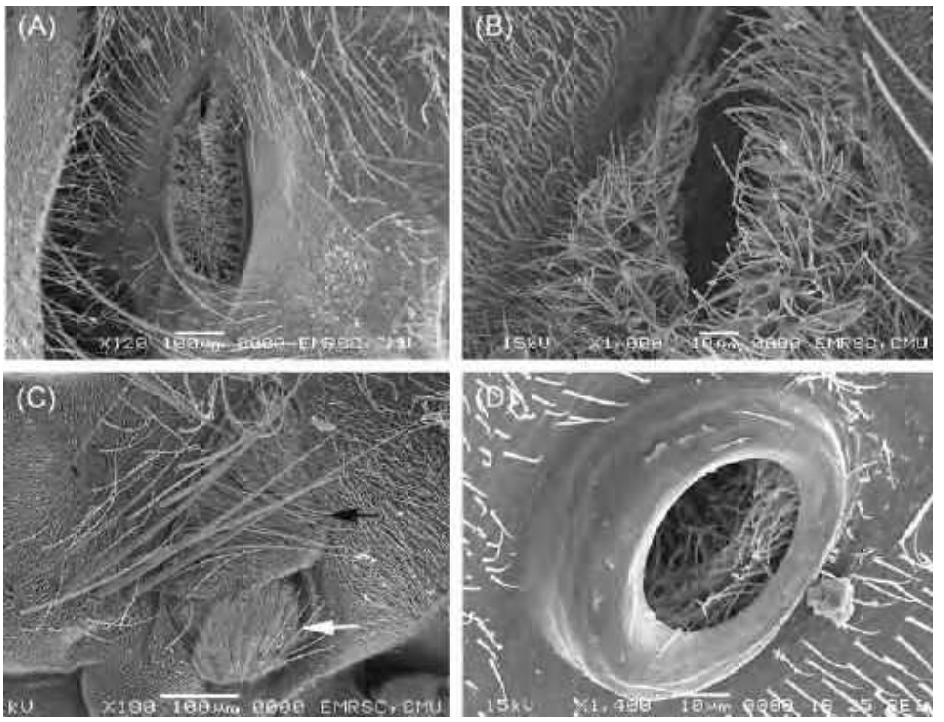
รูหายใจ

เป็นบริเวณที่ท่อลมเปิดออกสู่ภายนอกร่างกาย แม้ว่ารูหายใจมีทั้งส่วนที่เป็นอวัยวะภายนอกและส่วนที่อยู่ภายในร่างกาย ผู้นิพนธ์เห็นว่าควรบรรยายระบบหายใจไว้ในบทนี้ จะทำให้เข้าใจระบบหายใจได้ดีกว่าการแยกบรรยายเฉพาะส่วนรูหายใจไว้ในบทสัณฐานวิทยาภายนอก ในขณะที่ส่วนอื่นๆ ของระบบหายใจบรรยายไว้ในบทสัณฐานวิทยาภายใน

ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวมีรูหายใจ 2 ตำแหน่ง คือ

1) **รูหายใจอก** 2 ตำแหน่ง (รูปที่ 3.23) คือ

• รูหายใจหน้า ตั้งอยู่ที่ด้านข้างของอกปล้องแรก ต่อจาก proepisternum และอยู่เหนือขาคู่แรก รูหายใจหน้ามีลักษณะยาวรี (รูปที่ 4.12A) ล้อมรอบด้วยวงแหวนไคทินที่เรียกว่า peritreme ด้านนอกมีขนที่มีแขนงมากมายปิดอยู่ สัณฐานวิทยาของขนในแมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes*[15] มีความแตกต่างเล็กน้อยจากขนที่ปกคลุมของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis*[16] ขนดังกล่าวทำหน้าที่กรองฝุ่นหรือสิ่งแปลกปลอมอื่นไม่ให้เข้าไปในรูหายใจ[4;5] (รูปที่ 4.12B) ภายในรูหายใจหน้ามีลักษณะเป็นแอ่ง และมีลิ้น (valve) ควบคุมโดยกล้ามเนื้อสามารถปิดเปิดได้[17] รูหายใจหน้าทำหน้าที่รับอากาศเพื่อส่งไปบริเวณส่วนหัว อกส่วนหน้า อกส่วนกลาง และขา



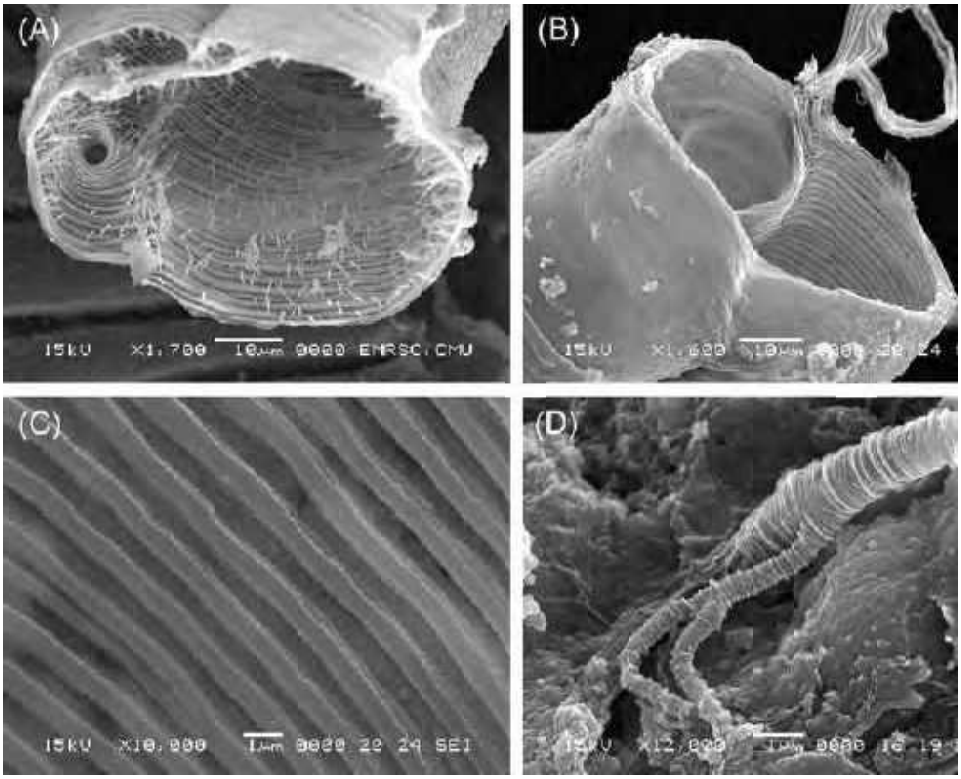
รูปที่ 4.12 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงรูหายใจของแมลงวันหัวเขียว (A) รูหายใจหน้าของ *Ceylonomyia nigripes* เพศเมีย (B) ภาพขยายรูหายใจหน้าแสดงขนที่ปกคลุมภายนอก (C) รูหายใจหลังของแมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* เพศเมียแสดงลิ้นส่วนบน (ลูกศรสีดำ) และลิ้นส่วนล่าง (ลูกศรสีขาว) (D) รูหายใจท้อง ที่ปล้องที่ 3 ของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ)*

• รูหายใจหลัง ตั้งอยู่บนแผ่นแข็ง katepimeron รูหายใจหลังของแมลงวันหัวเขียวมีรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยม ภายนอกมีลิ้นสำหรับเปิดและปิด ลิ้นดังกล่าวในแมลงวันหัวเขียว *Calliphora erythrocephala*[17] และ *Ceylonomyia nigripes*[15] มี 2 ลิ้นคือ ลิ้นส่วนบนมีขนาดใหญ่กว่าลิ้นส่วนล่าง เฉพาะลิ้นส่วนล่างเท่านั้นที่สามารถเคลื่อนตัวเพื่อเปิดหรือปิดได้[15;17] (รูปที่ 4.12C) พื้นผิวภายนอกลิ้นปกคลุมด้วยขนที่มีแขนงยาวและเป็นร่างแห ที่บริเวณขอบรูหายใจหลังมีขนยาวทำหน้าที่ป้องกันฝุ่นละอองภายนอกเข้าไปภายใน[18] หน้าที่หลักของรูหายใจหลังคือการรับอากาศและส่งไปกล้าม เนื้ออกส่วน กลางและกล้ามเนื้ออกส่วนท้าย

2) **รูหายใจท้อง** แมลงวันหัวเขียวมีรูหายใจท้อง ปล้องที่ 1 ถึงปล้องที่ 5 ปล้องละ 1 คู่ (รูปที่ 3.33) รูหายใจท้องของตัวเต็มวัยทั้งสองเพศ ตั้งอยู่บริเวณขอบแผ่นแข็งของปล้องท้อง ที่เยื้องลงมาด้านล่างปล้องละ 1 คู่ รูหายใจท้องเป็นรูเปิดโล่งทรงกลม มี peritreme ลักษณะนูนยกตัว ผิวเรียบ (รูปที่ 4.12D) ด้านในของรูหายใจท้องนูนขึ้นเป็นเกลียวเรียงตัวหลายชั้นตามขวางเป็นโครงเข้าไปในรูหายใจ[18] เรียกว่า taenidium (พหูพจน์ = taenidia) taenidium ทำหน้าที่ป้องกันการยุบตัวทางด้านข้างของรูหายใจเวลาเกิดแรงดันในลำตัวขณะที่ลำตัวมีการยืดหด[17;19] รูหายใจท้องลำเลียงอากาศผ่านท่อลมที่แตกแขนงเพื่อไปยังอวัยวะภายในและ fat body

ท่อลม

ท่อลมเกิดจากการม้วนตัว (invagination) ของเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis) เข้ามาในร่างกาย ทำให้เกิดเป็นท่อ ท่อลมขนาดใหญ่มีโครงแข็งรูปเกลียวอยู่ในผนังของท่อลม เพื่อป้องกันการยุบตัวเช่นเดียวกับรูหายใจ (รูปที่ 4.13A,B,C) ท่อลมของแมลงวันหัวเขียวมีขนาดแตกต่างกันในแต่ละส่วนของลำตัว ท่อลมในส่วนที่อยู่ชิดกับรูหายใจมีขนาดใหญ่ จากนั้นจะแตกเป็นสาขาย่อย 3 แขนง แขนงบนนำอากาศไปเลี้ยงกล้ามเนื้อและหลอดเลือดบริเวณนั้น แขนงกลางไปเลี้ยงทางเดินอาหาร ส่วนแขนงล่างไปเลี้ยงกล้ามเนื้อและเส้นประสาท ท่อลมที่อยู่ห่างจากรูหายใจมีขนาดเล็กลงเรื่อยๆ จนมีขนาดเล็กมาก (tracheole) (รูปที่ 4.13D) ในบริเวณที่เชื่อมต่อหรือฝังตัวอยู่ในอวัยวะต่างๆ ภายใน ทำให้สามารถถ่ายเทอากาศกับเนื้อเยื่อและเซลล์แต่ละเซลล์ได้ เนื่องจากท่อลมทำหน้าที่ส่งผ่านแก๊สออกซิเจนเข้าสู่เนื้อเยื่อและเซลล์ ความหนาแน่นของท่อลมที่ลำเลียงไปเนื้อเยื่อ จึงขึ้นอยู่กับความต้องการแก๊สออกซิเจนของเนื้อเยื่อนั้น[20]



รูปที่ 4.13 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงท่อลมของแมลงวันหัวเขียว (A) ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya pinguis* เพศเมีย (B) ตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* (C) ภาพขยายผนังภายในท่อลม (D) tracheole ที่ฝังตัวเข้าไปเนื้อเยื่อของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala (ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ)*

ระบบกล้ามเนื้อ (Muscular system)

กล้ามเนื้อของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวประกอบด้วยกล้ามเนื้อหัว กล้ามเนื้อก กล้ามเนื้อข้อต่อ กล้ามเนื้อที่ควบคุมรยางค์อก และกล้ามเนื้อพิเศษ

กล้ามเนื้อหัว ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับรายละเอียดของส่วนหัวทั้งหมด

กล้ามเนื้ออก เป็นส่วนที่มีการพัฒนามากที่สุดและอยู่ในช่องว่างของอก (รูปที่ 4.14) แบ่งย่อยได้เป็น 2 กลุ่มคือ

• กล้ามเนื้อออกด้านบน ประกอบด้วยมัดกล้ามเนื้อ 6 คู่

• กล้ามเนื้อออกด้านล่าง ประกอบด้วยมัดกล้ามเนื้อ 3 คู่

กล้ามเนื้อข้อต่อ เช่น บริเวณคอ บริเวณรอยต่อปล้องอกและปล้องท้อง บริเวณ ovipositor และอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้

กล้ามเนื้อที่ควบคุมรยางค์อก ได้แก่ ปีก ฐานปีก ขาและ halter

กล้ามเนื้อพิเศษ ได้แก่กล้ามเนื้อควบคุมลิ้นที่เปิดหรือปิดรูหายใจ อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกของแมลงวันเพศผู้ และกล้ามเนื้อเล็กๆ ส่วนอื่น

รูปที่ 4.14 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงกล้ามเนื้อออก (ลูกศรชี้) ของตัวเต็มวัย แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศเมีย *(ภาพโดยธารินี ไชยวงศ์)*

ระบบไหลเวียนโลหิต (Circulatory system)

ระบบไหลเวียนโลหิตของแมลง แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตที่มีกระดูกสันหลังอย่างมาก โลหิตของแมลงวันไม่มีสี ประกอบด้วยเม็ดโลหิต (corpuscle) จำนวนมาก ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารที่เกี่ยวกับไขมัน[4] โลหิตของแมลงไม่มีหน้าที่ในการนำแก๊สออกซิเจนไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย แต่มีหน้าที่หลัก[13] คือ

• นำอาหารที่ดูดซึมจากระบบย่อยอาหารไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ

• เม็ดโลหิตทำหน้าที่คล้ายเม็ดโลหิตขาวในสัตว์ชั้นสูง คือกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย

• ระบบไหลเวียนโลหิต มีหน้าที่ในการถ่ายเทความร้อนจากส่วนหนึ่งไปอีกส่วนหนึ่งของร่างกาย

• แรงดันโลหิตมีส่วนช่วยในการออกจากไข่ของตัวอ่อน การลอกคราบ และการเคลื่อนที่ของระยะตัวอ่อน และการกางปีกของตัวเต็มวัยที่ออกมาจากดักแด้

ระบบไหลเวียนโลหิตของแมลงรวมทั้งแมลงวันหัวเขียว เป็นระบบเปิด แตกต่างจากระบบไหลเวียนโลหิตของสัตว์ชั้นสูงที่เป็นระบบปิด แมลงมีช่องว่างภายในลำตัวเปรียบเสมือนถุงสำหรับใส่โลหิต และมีท่อยาวที่อยู่ด้านบน ทำหน้าที่ดันโลหิตให้มีการหมุนเวียนในช่องว่างภายในลำตัว โดยดูดโลหิตจากส่วนท้ายลำตัวและดันไปด้านหน้าผ่านห้องต่างๆ ของหัวใจ ไปยังเส้นเลือดใหญ่ไปสู่ส่วนอกและส่วนหัว จากนั้นโลหิตไหลเข้ากลับไปในช่องว่างและวนไปยังส่วนท้ายของลำตัว เพื่อถูกสูบฉีดอีกครั้ง แต่เนื่องจากแมลงมีการพัฒนาอย่างดีของอวัยวะในหลายระบบ เช่น ท่อลมในส่วนหัว กล้ามเนื้อในส่วนอก fat body และถุงลมในส่วนท้อง ทำให้ช่องว่างภายในลำตัวเหลือเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ระบบไหลเวียนโลหิตของแมลงวันหัวเขียว[21] ประกอบด้วยอวัยวะ ดังนี้

หัวใจ (dorsal vessel, heart)

หัวใจมีลักษณะเป็นท่อเดี่ยวที่ฝังตัวอยู่ใต้ผนังลำตัวด้านบน หัวใจที่อยู่ส่วนต้นเป็นท่อยาวแคบ หัวใจของแมลงวันหัวเขียว *Calliphora vicina* อยู่บริเวณส่วนหน้าของปล้องท้อง ซึ่งต่างจากหัวใจของแมลงวันบ้านที่พาดผ่านจากปล้องอกมายังปล้องท้อง และสิ้นสุดบริเวณกลุ่มเซลล์ที่น่าจะทำหน้าที่เกี่ยวกับน้ำเหลือง[4] อย่างไรก็ตาม หัวใจของแมลงวันหัวเขียวและแมลงวันบ้านมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ดังนี้

1) หัวใจห้องหน้า (anterior chamber) มีลักษณะโป่งพองออกเป็นห้องขนาดใหญ่ 2 ห้อง เรียกว่า หัวใจห้องที่ 1 และห้องที่ 2 เรียงจากส่วนหัวไปส่วนท้ายของลำตัวตามลำดับ หัวใจห้องหน้ามีเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 ถึง 450 ไมโครเมตร ความยาว 1,000 ถึง 1,200 ไมโครเมตร และผนังหัวใจมีความหนา 8 ถึง 10 ไมโครเมตร ผนังของหัวใจมีลักษณะเป็นเซลล์ชั้นเดียว และมีเซลล์กล้ามเนื้อเกลียว (spiral muscle) หนาแน่น ผิวด้านในของหัวใจมีลักษณะเป็นเยื่อฐานธรรมดา (simple basement membrane) ส่วนผิวด้านนอกที่อยู่ด้านช่องว่างภายในลำตัว บุด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีลักษณะคล้ายเยื่อฐานที่มีเส้นใยยืดหยุ่น (elastic fiber)

2) ท่อหัวใจส่วนท้าย (posterior heart tube) ลักษณะเป็นท่อแคบอยู่ส่วนท้ายของลำตัว ถือเป็นส่วนแรกของหัวใจที่สูบโลหิตเข้าไป บางส่วนของท่อโป่งพองออกเป็นห้องขนาดใหญ่ 2 ห้องอยู่ทางด้านหน้าและขนาดเล็ก 1 ห้องอยู่ทางด้านท้ายสุดของลำตัว เรียกว่า หัวใจห้องที่ 3, 4 และ 5 ตามลำดับ หัวใจแต่ละห้องเชื่อมต่อกันด้วยรูเรียกว่า ostia ด้านข้างทั้งสองของ ostia มี alar muscle ช่วยยึดกับผนังด้านล่าง กล้ามเนื้อหัวใจประกอบด้วยเซลล์ไขมันและท่อลม[4]

หัวใจของแมลงวันมีการเต้นในจังหวะช้าหรือเร็ว โดยอาศัย pacemaker ที่ต่างกัน ในแมลงวันหัวเขียว *Phormia regina* มี pacemaker สำหรับการเต้นช้า อยู่บริเวณปลายเส้นโลหิตส่วนหัว ส่วน pacemaker สำหรับการเต้นเร็วอยู่ปลายเส้นโลหิตส่วนท้อง[21] อัตราการเต้นของหัวใจมีผลมาจากสิ่งเร้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลิ่นที่แมลงวันได้รับ[22] ซึ่งหัวใจของแมลงวันหัวเขียว *Calliphora erythrocephala* เต้น 350 ครั้งต่อ 1 นาที ในขณะพัก[23]

หลอดเลือดใหญ่ส่วนอกและบริเวณหัว (thoracocephalic aorta)

หลอดเลือดใหญ่ มีลักษณะแตกต่างจากหัวใจโดยหลอดเลือดใหญ่มีผิวเรียบ มีขนาดเล็กกว่าหัวใจ และความหนาของผนังน้อยกว่าผนังของหัวใจ กล้ามเนื้อเป็นวงรอบหลอดเลือดใหญ่วางตัวอยู่กันอย่างหลวมๆ การเรียงตัวของกล้ามเนื้อที่หลอดเลือดใหญ่เปลี่ยนจากเป็นวงรอบ มาเป็นกล้ามเนื้อตามยาวที่ระดับอกปล้องที่ 1 หลอดเลือดใหญ่ไม่มี ostia หลอดเลือดใหญ่สิ้นสุดบริเวณคอ

อวัยวะที่เต้นเป็นจังหวะบริเวณหัว (cephalic pulsatile organ)

การศึกษาในแมลงวันหัวเขียว *Calliphora vicina* พบว่านอกจากหัวใจทั้ง 5 ห้องแล้ว ยังมีอวัยวะช่วยในการสูบฉีดโลหิต เรียกว่า cephalic pulsatile organ อยู่ทางส่วนหัว[24] มีหน้าที่ส่งโลหิตไปยังส่วนหัวของแมลงวันหัวเขียว

cephalic pulsatile organ ประกอบด้วยแผ่นกล้ามเนื้อตามยาวรูป “U” และกล้ามเนื้อด้านบนเกาะติดกับ median occipital ridge ของหัวแมลงวัน รูเปิดด้านท้ายของอวัยวะนี้อยู่ตรงข้ามกับรูเปิดของหลอดเลือดใหญ่บริเวณคอ ส่วนรูเปิดด้านหัวอยู่ส่วนท้ายของสมอง ด้านล่างและด้านข้างของ cephalic pulsatile organ และหลอด

เลือดใหญ่ เชื่อมต่อกับถุงลมตามยาว (longitudinal tracheal air sac) ส่วนนี้ของถุงลมจะอยู่รอบหลอดเลือดและเชื่อมต่อกับรูหายใจหน้า

ระบบสืบพันธุ์ (Reproductive system)

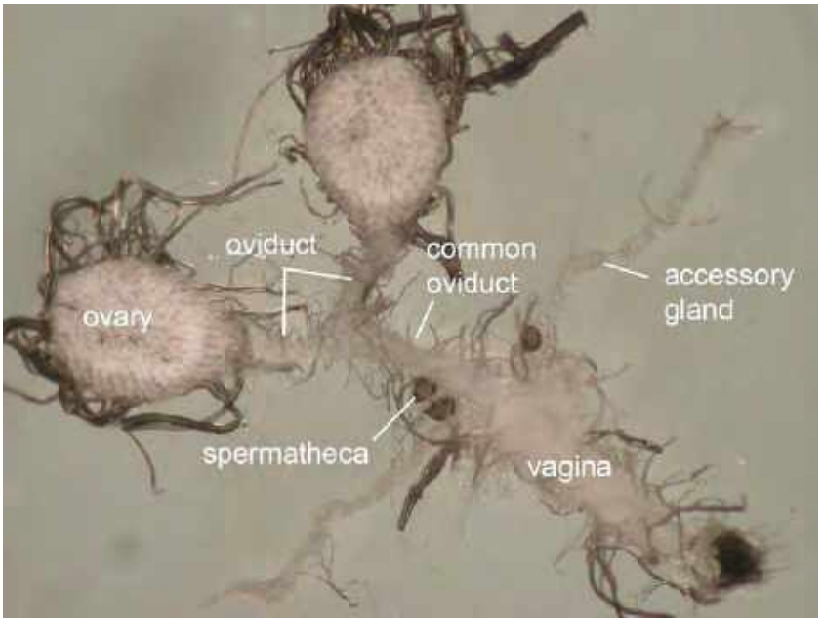
ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวหนึ่งตัวมีระบบสืบพันธุ์เพียงหนึ่งเพศ คือแต่ละตัวอาจเป็นเพศเมียหรือเพศผู้เพียงอย่างเดียว ความแตกต่างระหว่างทั้งสองเพศ พบที่โครงสร้างของอวัยวะสืบพันธุ์ โครโมโซม และที่อวัยวะภายนอกบางอวัยวะ เช่น บริเวณ frons ของแมลงวันหัวเขียวเพศเมียมีความกว้างมากกว่าในเพศผู้ ลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละเพศที่เกิดขึ้นที่อวัยวะภายนอก ถือเป็นความแตกต่างระหว่างเพศ อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวได้บรรยายไว้แล้วในบทที่ 3 ดังนั้นในบทนี้ ผู้นิพนธ์จะบรรยายเฉพาะระบบสืบพันธุ์ที่เป็นอวัยวะภายในเท่านั้น และเพื่อให้ศัพท์ไม่ยาวเกินไป จึงขอเรียกระบบสืบพันธุ์ที่ประกอบด้วยอวัยวะภายในว่า “ระบบสืบพันธุ์”

❖ ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย

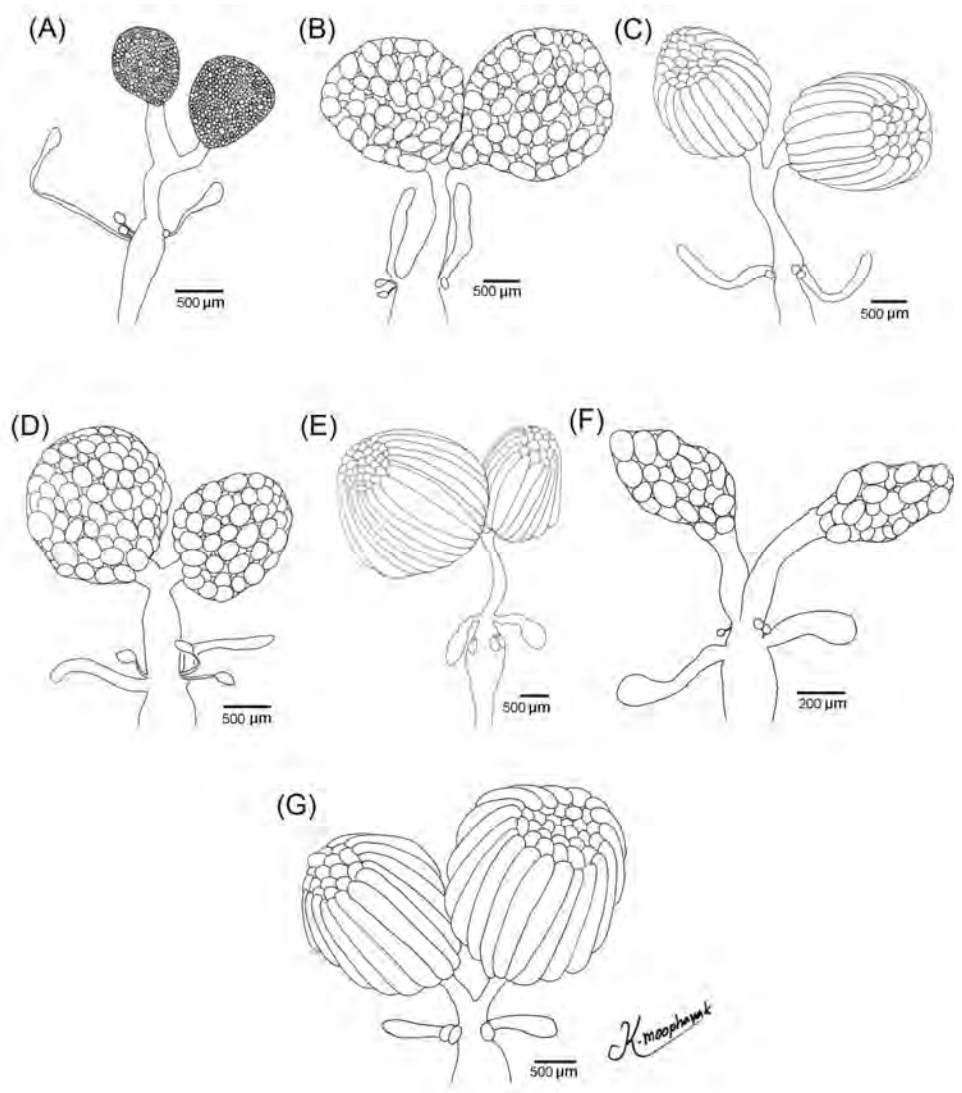
ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย มีหน้าที่รับตัวอสุจิ (sperm หรือ spermatozoa) จากการผสมพันธุ์ของแมลงวันหัวเขียวเพศผู้ มีการผสมกันระหว่างตัวอสุจิกับเซลล์ไข่ เพื่อสร้างเป็นไข่ที่มีตัวอ่อนอยู่ภายใน[13] แมลงวันหัวเขียวมีอวัยวะสืบพันธุ์ภายในบริเวณส่วนท้อง ประกอบด้วย (รูปที่ 4.15, 4.16)

- รังไข่ (ovary) 1 คู่
- ท่อนำไข่ด้านข้าง (oviduct) 1 คู่
- ท่อนำไข่หลัก (common oviduct) 1 ท่อ
- ช่องคลอด (vagina หรือ genital chamber) 1 ท่อ
- spermatheca 3 ถุง
- accessory gland 1 คู่

อวัยวะสืบพันธุ์ภายในเพศเมียเริ่มจากรังไข่ อยู่ในส่วนท้องใต้ต่อทางเดินอาหาร ส่วนท้ายของรังไข่มีท่อนำไข่ด้านข้างมาเชื่อมต่อ จากนั้นท่อนำไข่ด้านข้างทั้งสองเชื่อมต่อกันเป็นท่อนำไข่หลักและต่อด้วยช่องคลอด บริเวณส่วนต้นของช่องคลอดมีท่อจาก spermatheca และ accessory gland มาเปิด ถัดจากช่องคลอดเป็นอวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก สัณฐานวิทยาและหน้าที่ของแต่ละอวัยวะสืบพันธุ์ภายในของเพศเมียสรุปไว้ในตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.15 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงอวัยวะสืบพันธุ์ภายในของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศเมีย *(ภาพโดยธารินี ไชยวงศ์)*



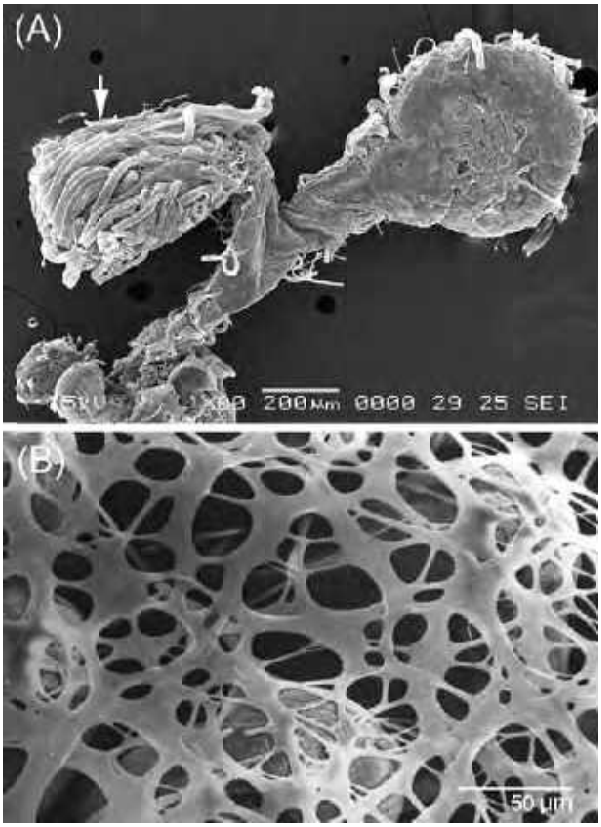
รูปที่ 4.16 แผนภาพอวัยวะสืบพันธุ์ภายในแมลงวันหัวเขียวเพศเมีย(A) *Chrysomya megacephala* (B) *Chrysomya pinguis* (C) *Achoetandrus rufifacies* (D) *Lucilia cuprina* (E) *Lucilia porphyrina* (F) *Hemipyrellia ligurriens* (G) *Hemipyrellia pulchra (วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

ตารางที่ 4.1 อวัยวะสืบพันธุ์ภายในแมลงวันหัวเขียวเพศเมีย[4]

อวัยวะ	สัณฐานวิทยา	หน้าที่
รังไข่	เป็นถุงกลมหรือก้อน ประกอบด้วยหลอดผลิตเซลล์ไข่ (ovariole)	ผลิตเซลล์ไข่
ท่อนำไข่ด้านข้าง	เป็นท่อสั้น ผนังบาง	นำเซลล์ไข่มายังช่องคลอด
ท่อนำไข่หลัก	เป็นท่อใหญ่ 1 ท่อซึ่งเปิดร่วมจากท่อนำไข่ด้านข้าง ผนังเป็นกล้ามเนื้อ	ทางผ่านของเซลล์ไข่จากท่อนำไข่ด้านข้างทั้งสองไปยังช่องคลอด
ช่องคลอด	ประกอบด้วยเซลล์หลายชั้น ด้านล่างเปิดสู่ ovipositor	เป็นบริเวณที่เซลล์ไข่และตัวอสุจิเดินทางมาผสมกัน
spermatheca	มี 3 ก้อน (2 ก้อนอยู่ด้านซ้าย อีก 1 ก้อนอยู่ด้านขวา) แต่ละก้อนรูปร่างกลม ขนาดเล็ก สีดำ ผิวภายนอกเป็นไคทิน ด้านล่างมีท่อยาวที่ผนังบาง	เก็บตัวอสุจิ
accessory gland	ท่อยาวปลายปิด	ผลิตสารเหนียวที่เคลือบเซลล์ไข่ หลั่งสารที่ประกอบด้วยเอนไซม์ proteolytic และ esterase ทำหน้าที่ย่อยเยื่อ acrosomal ของตัวอสุจิ

รังไข่

รังไข่ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มีลักษณะเป็นถุงกลมหรือก้อน ภายนอกถูกหุ้มด้วยเยื่อหุ้มรังไข่ (ovarian envelope) เป็นแผ่นเหนียวคล้ายตาข่าย และมี tracheole มาหล่อเลี้ยงจำนวนมาก (รูปที่ 4.17A,B) ภายในรังไข่มีหลอดผลิตเซลล์ไข่ จำนวน 113 ถึง 182 หลอดต่อรังไข่ 1 ข้าง[25] ส่วนรังไข่ของแมลงวันหัวเขียว *Cochliomyia hominivorax* พบหลอดผลิตเซลล์ไข่ประมาณ 100 หลอดต่อรังไข่ 1 ข้าง[26] รังไข่มีการเจริญรวดเร็วหลังจากตัวเต็มวัยออกจากดักแด้ แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ที่อายุ 3 วัน รังไข่มีขนาดเล็ก สีขาว ภายในพบพัฒนาการของหลอดผลิตเซลล์ไข่ ส่วนในแมลงวันหัวเขียวที่มีอายุ 9 วัน พบว่ารังไข่มีขนาดใหญ่ขึ้น เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 มิลลิเมตร มีไข่เจริญดีมากอยู่ภายในรังไข่ แต่เยื่อหุ้มรังไข่บางลง[25] รังไข่เมื่อเจริญเต็มเป็นอวัยวะที่กินพื้นที่มากที่สุดในช่องท้อง



รูปที่ 4.17 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แบบส่องกราด แสดงรังไข่ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* (A) รังไข่ด้านบนที่มี tracheole มาเลี้ยงจำนวนมาก (ลูกศรชี้) (B) เยื่อหุ้มรังไข่ *(ภาพจากงานวิจัยของ คม สุคนธสรรพ์และคณะ)*

หลอดผลิตเซลล์ไข่ของแมลงวันหัวเขียวเป็นแบบ polytrophic ovariole type[27] Adams[28] จำแนกพัฒนาการของหลอดผลิตเซลล์ไข่ในแมลงวันหัวเขียว *Cochliomyia hominivorax* ออกเป็น 10 ระยะ ส่วนพัฒนาการของหลอดผลิตเซลล์ไข่ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการอุณหภูมิ 18 ถึง 27 องศาเซลเซียส พบว่ามีทั้งหมด 8 ระยะนับจากวันแรกที่ตัวเต็มวัยออกจากดักแด้เป็นวันที่ 0 จนถึงวันที่ 10 [25] ดังนี้ (รูปที่ 4.18)

ระยะที่ 1 (วันที่ 0 ถึง 2) บริเวณส่วนหัวของแต่ละหลอดผลิตเซลล์ไข่ประกอบกลุ่มของเซลล์รูปหยดน้ำ เรียกว่า germarium เป็นกลุ่มเซลล์ที่ยังไม่มีพัฒนาการ ซึ่งต่อไปจะกลายเป็น oocyte (เซลล์สืบพันธุ์เริ่มต้นในเพศเมีย ก่อนมีการผสมพันธุ์ เมื่อเจริญเต็มที่จะกลายเป็นเซลล์ไข่) nurse cells (เซลล์พี่เลี้ยงของ oocyte ทำหน้าที่ให้สารอาหารแก่ oocyte ระหว่างการเจริญในระยะแรก) และ follicle (กลุ่มเซลล์ที่เรียงตัวชั้นเดียวอยู่รอบ oocyte)

ระยะที่ 2 (วันที่ 3) follicle ขนาดใหญ่ขึ้น รูปร่างกลมรี แยกส่วนชัดเจนจาก germarium ส่วน cystocytes (เซลล์ที่จะพัฒนาเป็น nurse cells) เห็นชัดขึ้นบริเวณตรงกลางของ follicle ที่ล้อมรอบด้วย follicle cells

ระยะที่ 3 (วันที่ 4) follicle ขนาดใหญ่ขึ้นเป็นทรงกลม แยกออกจาก germarium แต่เชื่อมกันด้วยเซลล์ก้าน (stalk cell เซลล์ที่เชื่อมระหว่างแต่ละ follicle) ส่วน cystocytes ล้อมรอบด้วย follicle cells ทั้งหมด

ระยะที่ 4 (วันที่ 5 ถึง 6) follicle กลมขนาดใหญ่ cystocytes พัฒนากลายเป็น nurse cells และกระจายอยู่ใน follicle chamber ยังไม่เห็นส่วนของ oocyte

ระยะที่ 5 (วันที่ 7) follicle ขนาดใหญ่ขึ้นเป็นรูปไข่ เห็น oocyte เป็นกลุ่มสีน้ำตาลอยู่ที่ฐานของ follicle เริ่มเห็นส่วน follicle cells ที่อยู่ขอบนอก ระยะนี้เริ่มเห็น follicle รุ่นที่ 2 ที่จะพัฒนาเป็น germarium

ระยะที่ 6 (วันที่ 8) follicle มีรูปร่างกลมรีมากขึ้น oocyte กินพื้นที่หนึ่งส่วนในสามส่วนของความยาว follicle ทั้งหมด

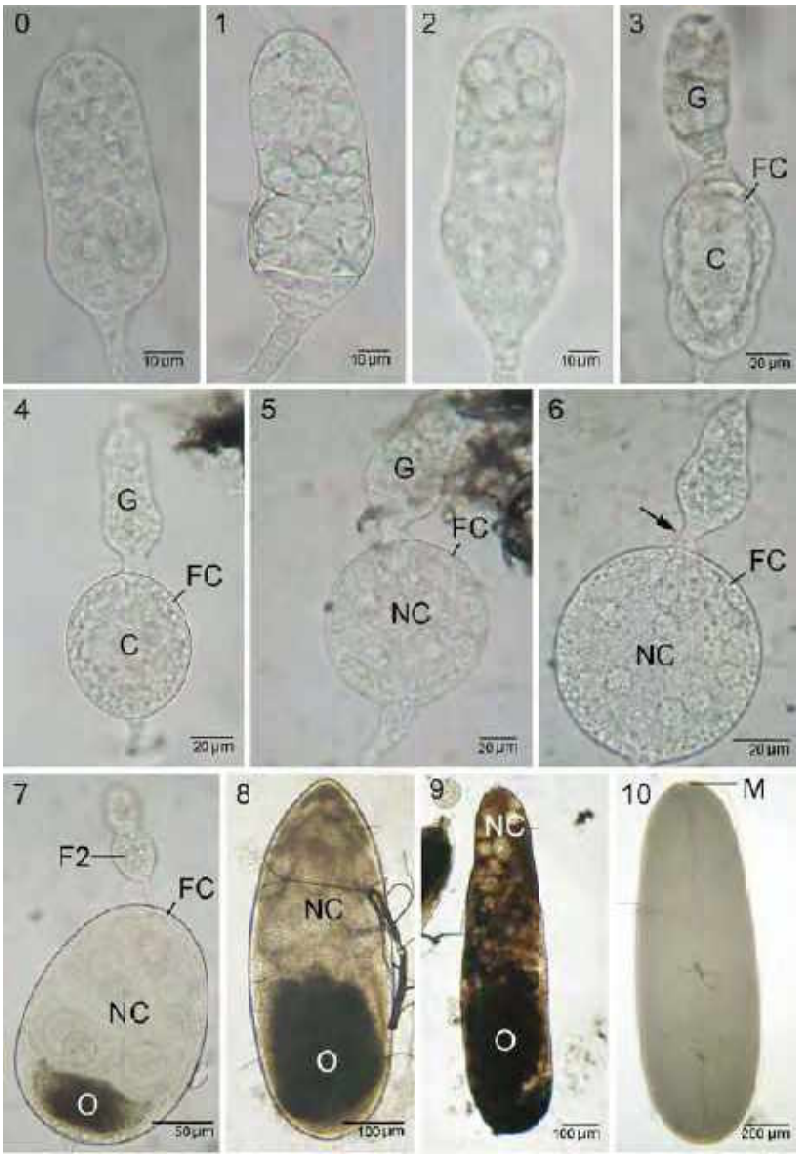
ระยะที่ 7 (วันที่ 9) follicle รูปร่างยาวรี ความยาวเพิ่มขึ้น oocyte กินพื้นที่สองส่วนในสามส่วนของความยาว nurse cells มีขนาดเล็กลง อยู่เพียงส่วนต้นของ follicle ส่วน follicle cells ยังคงรูปร่างแบนอยู่และเริ่มสร้างเปลือกไข่ชั้นนอก (chorion)

ระยะที่ 8 (วันที่ 10) follicle ทั้งหมดเป็นส่วนของ oocyte ที่อยู่ภายในเปลือกไข่ชั้นนอกที่เจริญดี เปลือกไข่ชั้นนอกนี้อยู่ข้างใต้ follicle cells ระยะนี้เห็นรูไมโครไพล์ด้านหัวชัดเจน ไม่ปรากฏส่วนของ nurse cells

ทำให้สรุปลักษณะสำคัญที่พบในการพัฒนาหลอดผลิตเซลล์ไข่ในแต่ละวันของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ได้ดังนี้

วันที่ 3 พบ	cystocytes
วันที่ 4 พบ	เซลล์ก้าน
วันที่ 5 พบ	nurse cells
วันที่ 7 พบ	oocyte สีน้ำตาล
วันที่ 8 พบ	หลอดผลิตเซลล์ไข่สีน้ำตาลเข้มทั้งหมด
	oocyte ขนาดหนึ่งในสาม
วันที่ 9 พบ	หลอดผลิตเซลล์ไข่ยืดยาวออก oocyte ขนาดสองในสาม
วันที่ 10 พบ	ไข่สมบูรณ์

การศึกษาในระดับจุลกายวิภาค ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านของหลอดผลิตเซลล์ไข่ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ที่มีอายุ 3 วัน พบว่า follicle cells ประกอบด้วยนิวเคลียสขนาดใหญ่ ระหว่าง follicle cells มีกล้ามเนื้อ และมี tracheole แทรกตัวอยู่



รูปที่ 4.18 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงพัฒนาการของแต่ละหลอดผลิตเซลล์ไข่ 8 ระยะ ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 18 ถึง 27 องศาเซลเซียส โดยเริ่มจากวันที่ 0 (ตัวเต็มวัยออกมาจากดักแด้) จนถึงวันที่ 10 (C, cystocytes; FC, follicle cells; F2, follicle รุ่นที่ 2; G, germarium; NC, nurse cells; M, micropyle; O, oocyte) *(ภาพโดยธารินี ไชยวงศ์)*

ช่องคลอด

ช่องคลอดของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มีลักษณะเป็นท่อเดี่ยว ตั้งอยู่บริเวณส่วนท้องด้านหลัง ทำหน้าที่รับตัวอสุจิที่เข้ามาภายในลำตัวและสำหรับเป็นทางผ่านของเซลล์ไข่ ส่วนต้นของช่องคลอดเชื่อมต่อกับท่อของท่อนำไข่หลัก และมีท่อของ spermatheca และท่อของ accessory gland มาเปิด (รูปที่ 4.15) ผิวภายนอกของช่องคลอดหุ้มด้วยมัดกล้ามเนื้อตามขวางจำนวนมาก (รูปที่ 4.19A) เมื่อศึกษาภาพตัดขวาง พบว่าผนังช่องคลอดแบ่งได้เป็น 5 ชั้น (รูปที่ 4.19B-E) คือ

ชั้นที่ 1 เป็นชั้นในสุด อยู่ติดกับโพรงช่องคลอด ประกอบด้วย 2 ชั้นย่อยคือ

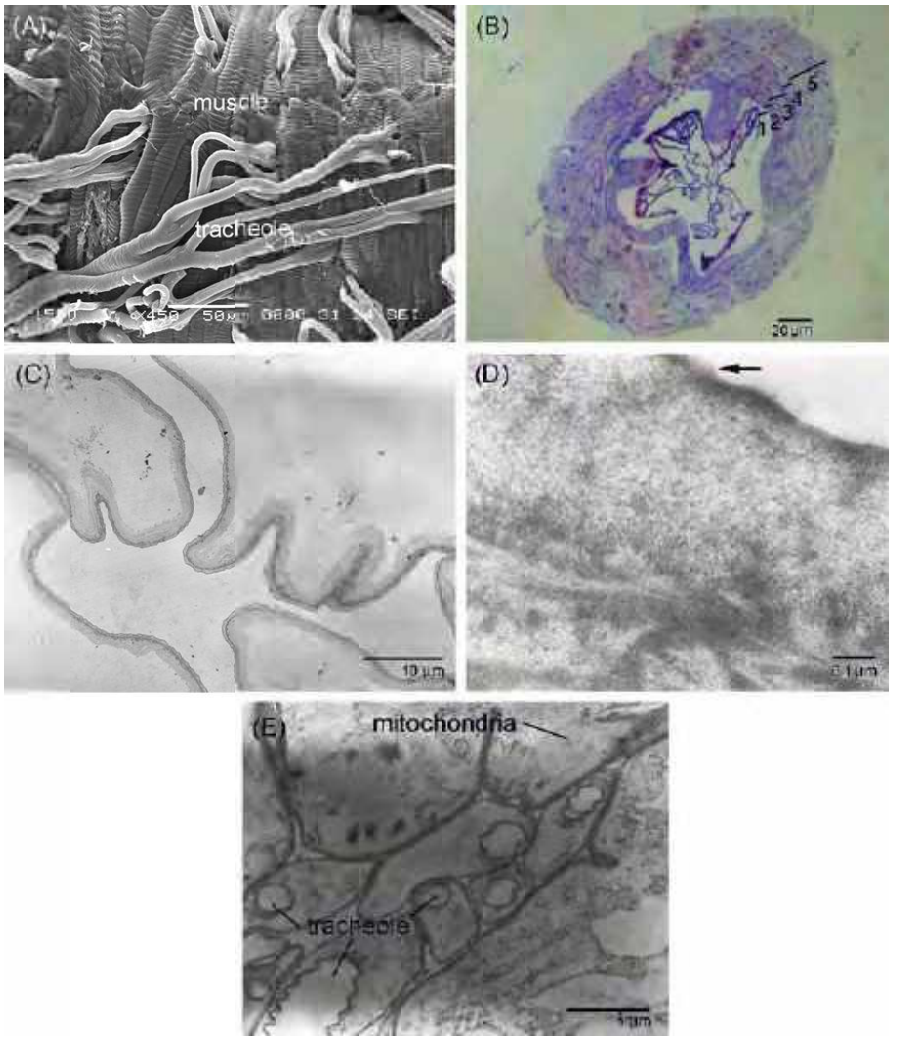
- ชั้นเอพิคิวติเคิล (epicuticle) เป็นชั้นบางมากจำนวน 2 ชั้น (รูปที่ 4.19C) บางตำแหน่งเห็นการหลั่งสารออกมาสู่ lumen (รูปที่ 4.19D)
- ชั้นเอนโดคิวติเคิล (endocuticle) เป็นชั้นมีความหนามาก

ชั้นที่ 2 เป็นชั้นเซลล์มีเยื่อเชื่อม (membrane junction) กับชั้นที่ 3 มี tracheole จำนวนมากแทรกเข้ามาภายในชั้นนี้ (รูปที่ 4.19E) เซลล์ประกอบด้วยไมโทคอนเดรียที่มีขนาดต่างๆ กัน ในหนึ่งเซลล์มีไมโทคอนเดรียประมาณ 10 ถึง 15 ก้อน (รูปที่ 4.19E)

ชั้นที่ 3 ประกอบด้วยเซลล์ที่ล้อมรอบด้วย tracheole จำนวนมาก เซลล์ในชั้นนี้มีไมโทคอนเดรียรูปร่างทั้งเป็นก้อนกลมหรือทรงรีประมาณ 75 ถึง 85 ก้อนต่อหนึ่งเซลล์ ไรโบโซมเห็นเป็นกระจุกอยู่ใกล้นิวเคลียส และมีใยกล้ามเนื้อในชั้นนี้

ชั้นที่ 4 ประกอบด้วยเซลล์หลายชั้น เซลล์มีลักษณะยาวและมีไมโทคอนเดรียประมาณ 100 ก้อนต่อหนึ่งเซลล์ เซลล์ในชั้นนี้ประกอบด้วยนิวเคลียส 2 แบบคือ แบบที่มีโครมาทินอยู่รวมกันอย่างหนาแน่น และแบบที่มีโครมาทินอยู่กระจาย

ชั้นที่ 5 ประกอบด้วยเซลล์รูปแท่งที่มีกลุ่มของไรโบโซมอยู่ตรงกลาง เซลล์มีนิวเคลียสเรียวยาว โครมาทินรวมตัวอยู่กันแน่นบริเวณขอบใกล้กับเยื่อหุ้มนิวเคลียส ไซโทพลาซึมมีไรโบโซมและไมโทคอนเดรียจำนวนมากกว่า 100 ก้อนต่อหนึ่งเซลล์



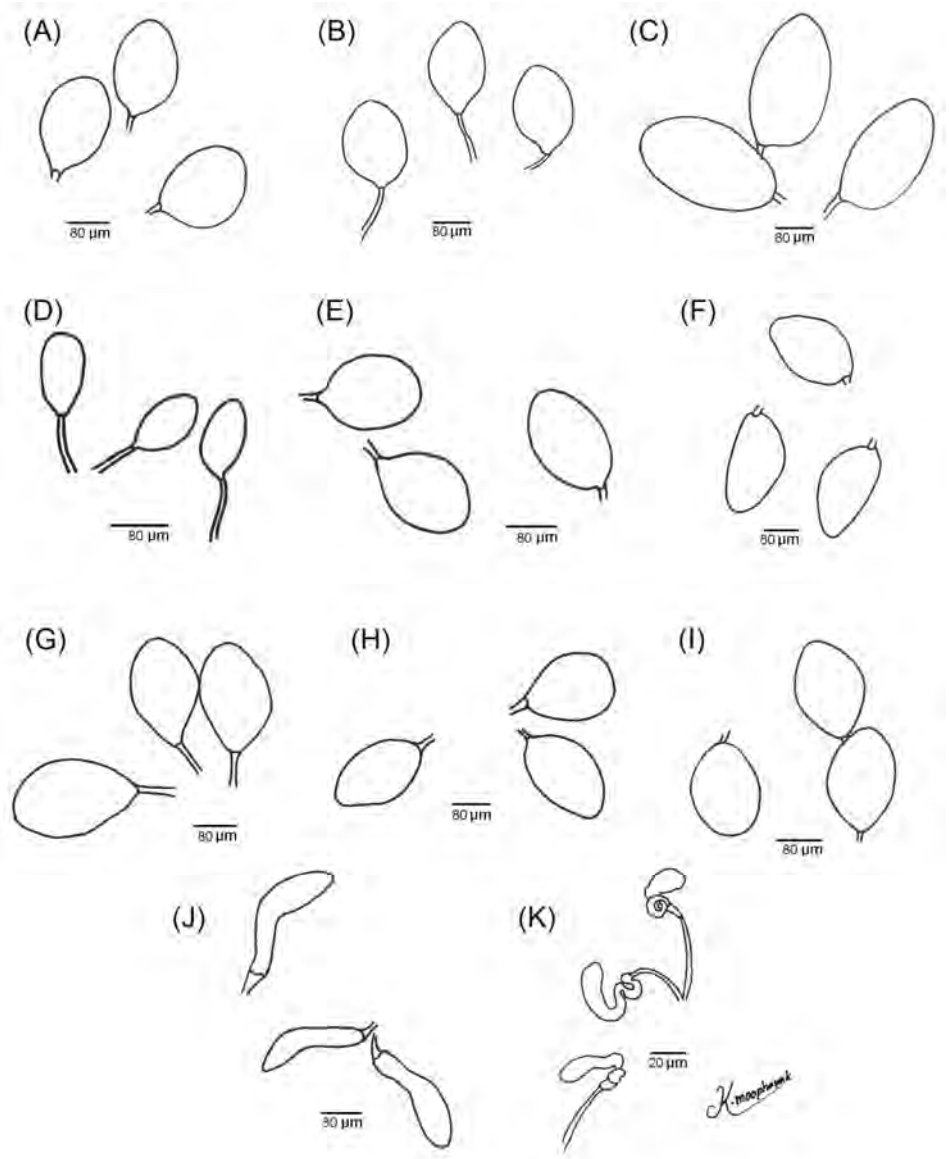
รูปที่ 4.19 ช่องคลอดของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* (A) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงมัดกล้ามเนื้อที่ผิวภายนอก และ tracheole แทรกตัวลงไปภายใน (B) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงผนัง 5 ชั้น (C-E ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน) (C) ผนังชั้นในสุด (D) ผนังชั้นในสุดลูกศรชี้การหลั่งสารออกมาสู่ lumen (E) ผนังชั้นที่ 2 ที่พบ tracheole แทรกตัวอยู่ *(A ภาพจากการวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ; B-E ภาพโดยธารินี ไชยวงศ์)*

spermatheca

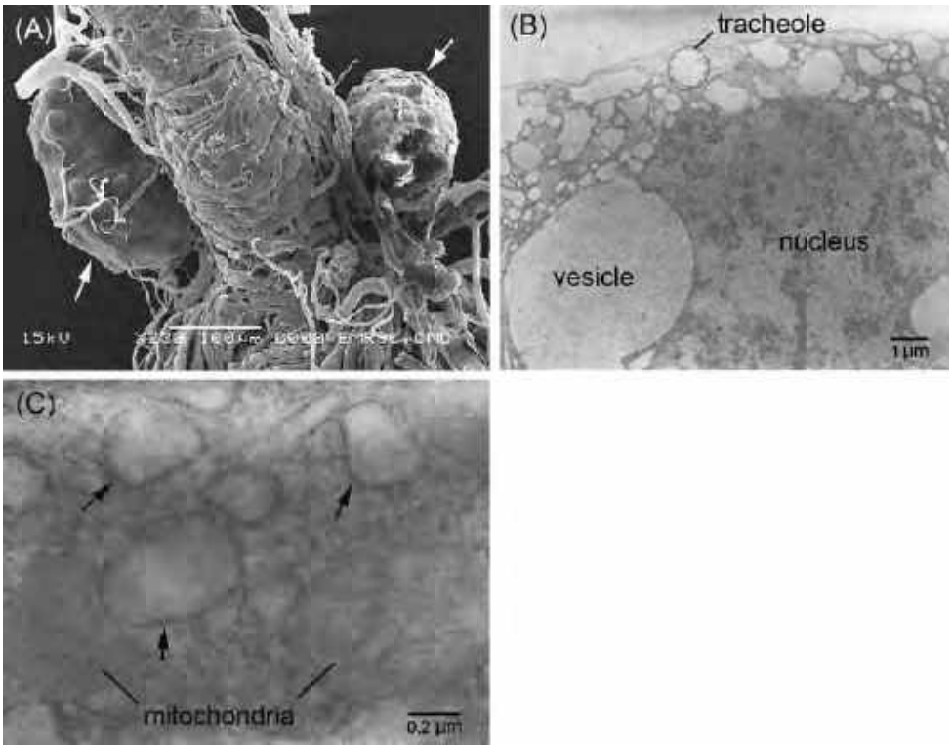
spermatheca ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มี 3 ก้อน ทรงกลมรี สีดำ (รูปที่ 4.15) คล้ายกับของแมลงวันหัวเขียวชนิด *Chrysomya pinguis, Chrysomya chani, Achoetandrus villeneuvi, Ceylonomyia nigripes, Lucilia cuprina, Lucilia porphyrina, Lucilia papuensis, Hemipyrellia ligurriens, Hemipyrellia pulchra* แต่แตกต่างจาก spermatheca ของแมลงวันหัวเขียว *Hypopygiopsis infumata* และ *Hypopygiopsis tumrasvini* ที่มีลักษณะเป็นท่อเรียวยาว (รูปที่ 4.20) จาก spermatheca มีท่อ spermathecal duct มาเปิดสู่ส่วนต้นของช่องคลอด spermathecal duct มีมัดกล้ามเนื้อตามยาวบริเวณผิวด้านนอกจำนวนมาก

การศึกษา spermatheca ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* อายุ 7 วันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่า บางตำแหน่งมีลักษณะคล้ายก้อนยื่นนูนออกมา (รูปที่ 4.21A) ส่วนโครงสร้างภายในเมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องผ่านพบว่า ภายในขอบเซลล์มีความหนาไม่เท่ากัน ภายในมีลักษณะเป็นพู ขนาดใหญ่อยู่ใกล้กัน ตรงกลางพูมีลักษณะคล้ายท่อ แต่ละพูลักษณะประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ชั้น[25] ดังนี้

- ชั้นนอกสุด ประกอบด้วย 3 ชั้นย่อย
- ชั้นกลาง ประกอบด้วยเซลล์ที่เห็นนิวเคลียสชัดเจน (รูปที่ 4.21B) ภายในไซโทพลาซึมพบ rough endoplasmic reticulum ไมโทคอนเดรีย และ vesicle จำนวนมาก rough endoplasmic reticulum มีลักษณะเป็นเส้นที่โป่งพองออก (รูปที่ 4.21C) vesicle มีลักษณะเป็นก้อน ขนาดแตกต่างกัน มีสารสีจางอยู่ภายใน (รูปที่ 4.21B) สันนิษฐานว่าเป็นแหล่งสร้างอาหารสำหรับเลี้ยงตัวอสุจิ เนื่องจากบริเวณนี้เป็นที่เก็บของตัวอสุจิหลังจากเพศเมียได้รับการผสมพันธุ์กับเพศผู้แล้ว
- ชั้นในสุด ส่วนตรงกลางลักษณะเป็นแอ่ง ขอบแอ่งมีลักษณะคล้าย microvilli ยื่นเข้ามาภายในแอ่ง



รูปที่ 4.20 แผนภาพแสดง spermatheca ของแมลงวันหัวเขียว (A) *Chrysomya pinguis* (B) *Chrysomya chani* (C) *Achoetandrus villeneuvi* (D) *Ceylonomyia nigripes* (E) *Lucilia cuprina* (F) *Lucilia porphyrina* (G) *Lucilia papuensis* (H) *Hemipyrellia ligurriens* (I) *Hemipyrellia pulchra* (J) *Hypopygiopsis infumata* (K) *Hypopygiopsis tumrasvini (วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*



รูปที่ 4.21 spermatheca ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* (A) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ลูกศรชี้) (B) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน แสดงผนังชั้นกลาง (C) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน แสดง rough endoplasmic reticulum (ลูกศรชี้) และไมโทคอนเดรีย *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ)*

accessory gland

accessory gland ในแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya putoria* มีลักษณะเป็นท่อยาวปลายโป่งพองเล็กน้อย แต่ละต่อมประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1) ส่วนที่หลั่งสาร (secretory) ส่วนที่หลั่งสารประกอบด้วยชั้นต่างๆ เรียงจากด้านในสุดมาด้านนอก คือ lumen, cuticular layer, เซลล์หลั่งสาร (secretory cell) และเยื่อฐาน เซลล์หลั่งสารมีนิวเคลียสขนาดใหญ่ มีขนาดประมาณหนึ่งในสามของเซลล์ ส่วนปลายของเซลล์จะมีแอ่งเก็บสาร (secretory granule) ในระยะแรกแอ่งเก็บสารมีขนาดเล็กแต่จะมีขนาดใหญ่ขึ้นหลังจากมีการสร้างไข่

2) ส่วนที่เป็นท่อ (duct) เซลล์ที่ล้อมรอบท่อนั้นมีลักษณะแตกต่างไปจากเซลล์หลั่งสาร คือมีขนาดเล็กกว่า รูปร่างเรียวยาวกว่า และไม่มีแอ่งเก็บสาร นิวเคลียสของเซลล์ที่ล้อมรอบท่อนี้ส่วนใหญ่อยู่บริเวณฐานเซลล์[29]

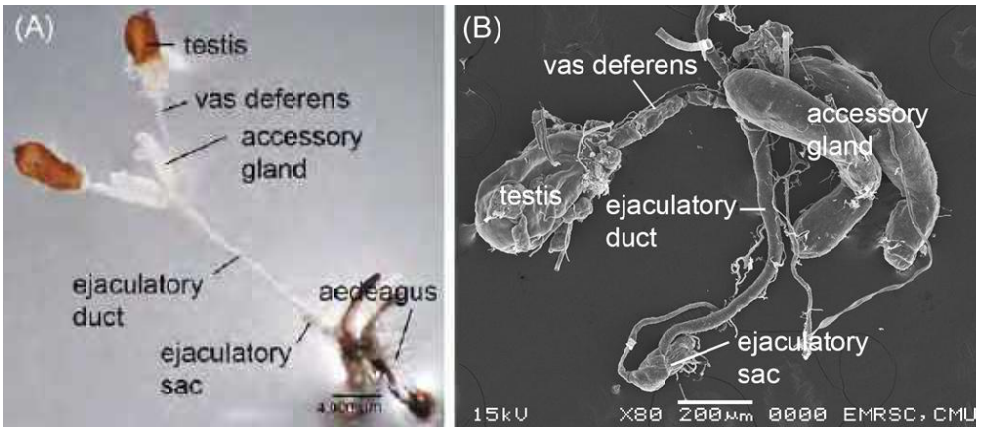
แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มี accessory gland 1 คู่ ลักษณะเป็นท่อยาว (รูปที่ 4.15) ความยาวของต่อมด้านขวาและข้างซ้ายมีค่ากลาง เท่ากับ 2.22 และ 2.16 มิลลิเมตรตามลำดับ ผิวภายนอกของต่อมมีลักษณะคล้ายกระเปาะกลมเชื่อมต่อกันเป็นท่อยาว (รูปที่ 4.22) มี tracheole แทรกอยู่ โคนต่อมทั้งสองด้านเปิดสู่ส่วนต้นของช่องคลอด (รูปที่ 4.15)

เซลล์เนื้อเยื่อบุผิวของ accessory gland ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* อายุ 3 วันเป็นชนิดหลายเซลล์ (multicellular) เซลล์มีนิวเคลียสขนาดใหญ่ rough endoplasmic reticulum มีจำนวนมากและมีหลายชั้น เห็นกอลไจแอปพาราตัสชัดเจน ในไมโทคอนเดรียเห็น cristae ไม่ชัดเจน ใกล้ๆ กับเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวมี cistern cell ภายในบรรจุสารที่หลั่งออกมา สารนี้จะไหลไปรวมกันที่บริเวณ lumen[25]

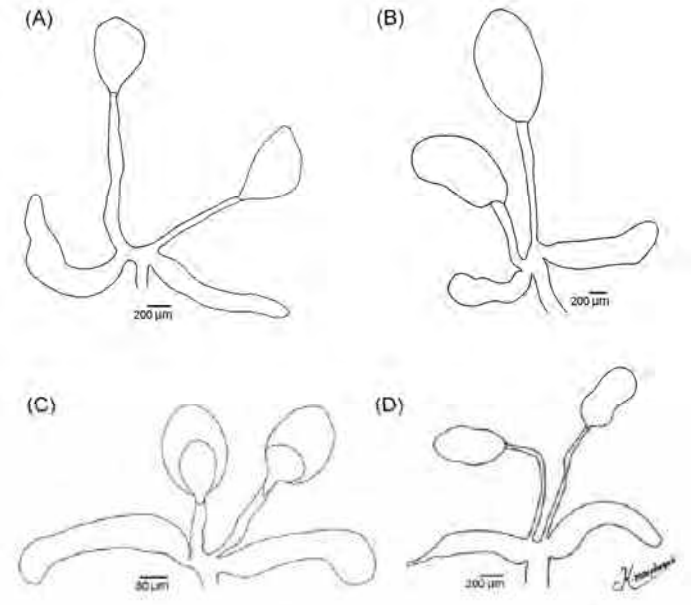
รูปที่ 4.22 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง accessory gland ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศเมียอายุ 3 วัน *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ)*

❖ ระบบสืบพันธุ์เพศผู้

แมลงวันหัวเขียวเพศผู้ มีระบบสืบพันธุ์ที่เป็นอวัยวะภายในเริ่มจากอัณฑะ (testis) 2 ก้อน ต่อด้วยหลอดนำอสุจิ (vas deferens) เชื่อมออกจากบริเวณปลายอัณฑะ ตอนปลายของหลอดนำอสุจิทั้งสองข้างเชื่อมต่อกัน และเปิดสู่ตอนต้นของท่อฉีดอสุจิ (ejaculatory duct) ที่ยาวมากทอดผ่านมายังถุงฉีดอสุจิ (ejaculatory sac) ก่อนที่จะเปิดสู่ภายนอกลำตัวที่ aedeagus นอกจากนี้อวัยวะสืบพันธุ์ภายในยังประกอบด้วย accessory gland ขนาดใหญ่ 1 คู่ที่ปลายเปิดออกสู่ส่วนต้นของท่อฉีดอสุจิ (รูปที่ 4.23, 4.24) สัณฐานวิทยาและหน้าที่ของแต่ละอวัยวะสืบพันธุ์ภายในของเพศผู้ สรุปไว้ในตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.23 อวัยวะสืบพันธุ์ภายในของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ (A) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ *(ภาพโดยธารินี ไชยวงศ์)* (B) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์และคณะ)*



รูปที่ 4.24 แผนภาพแสดงอวัยวะสืบพันธุ์ของแมลงวันหัวเขียวเพศผู้ (A) *Chrysomya megacephala* (B) *Achoetandrus rufifacies* (C) *Lucilia cuprina* (D) *Lucilia porphyrina (วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

ตารางที่ 4.2 อวัยวะสืบพันธุ์ภายในแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้

อวัยวะ	สัณฐานวิทยา	หน้าที่
อัณฑะ	ก้อนเรียวยาว 1 คู่	ผลิตตัวอสุจิ
หลอดนำอสุจิ	ท่อยาว	เชื่อมต่ออัณฑะเพื่อให้ตัวอสุจิผ่านไปยังท่อฉีดสุจิ
ท่อฉีดอสุจิ	ท่อขนาดเล็ก ยาวมาก	ช่วยขับตัวอสุจิไปที่ aedeagus
accessory gland	ท่อยาวปลายปิด	สร้างสารเพื่อเลี้ยงตัวอสุจิ

อัณฑะ

แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้มีอัณฑะ 1 คู่ อยู่บริเวณด้านหลังของส่วนท้อง อัณฑะมีลักษณะคล้ายถุงทรงรี ผิวเรียบ แทรกด้วย tracheole (รูปที่ 4.23B) จากการศึกษาอัณฑะตั้งแต่ในวันที่ตัวเต็มวัยออกจากดักแด้ (วันที่ 0) จนถึงตัวเต็มวัยที่มีอายุ 29 วัน พบว่ารูปร่างและสีของอัณฑะ มีความแตกต่างกันตามอายุที่เพิ่มขึ้นของแมลงวัน โดยเริ่มจากสีส้มอ่อนในวันที่ออกจากดักแด้ จากนั้นค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีส้ม สีส้มอมน้ำตาลและสีน้ำตาลในที่สุด ส่วนรูปร่างเริ่มเปลี่ยนจากกลมรี ค่อยๆ มีรอยคอดตรงกลาง จนในที่สุดอัณฑะส่วนปลายเรียวยาวขึ้น (รูปที่ 4.25) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงรูปร่างดังกล่าว คล้ายคลึงกับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอัณฑะซึ่งเริ่มจากวันที่ออกจากดักแด้ จนกระทั่งถึงวันที่ 10 ของแมลงวันหัวเขียว *Calliphora grahami* และ *Lucilia sericata* หรือแมลงวันบ้าน[30]

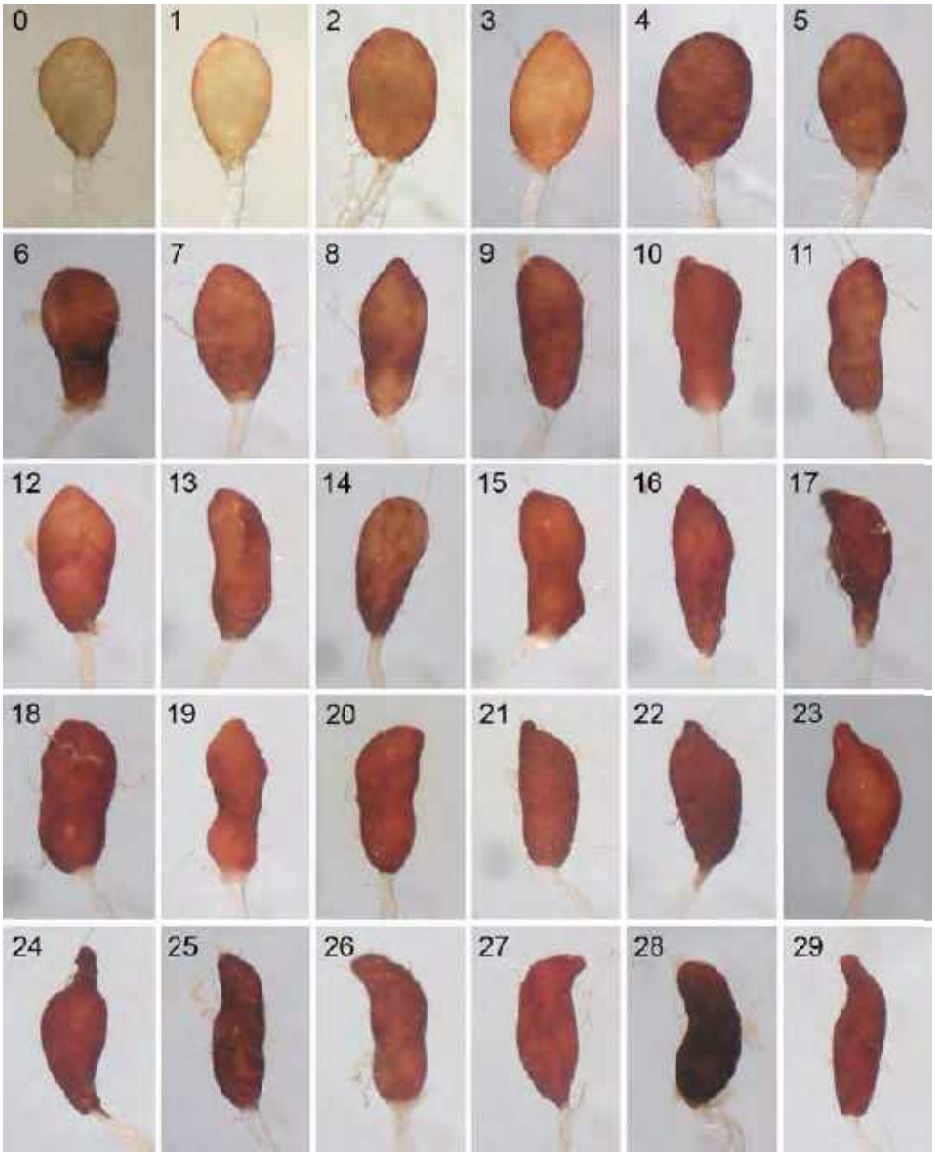
ส่วนการศึกษาระดับจุลกายวิภาคของอัณฑะแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* โดยผู้นิพนธ์และคณะ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านในแมลงวันหัวเขียวที่อายุ 3 วันพบว่า ผนังอัณฑะ (testis wall) ประกอบขึ้นจากหลายชั้น (รูปที่ 4.26A) เรียงจากชั้นนอกสุด ดังนี้

1) ผนังภายนอกสุด (external layer) เป็นชั้นบางมากที่ไม่เป็นเซลล์

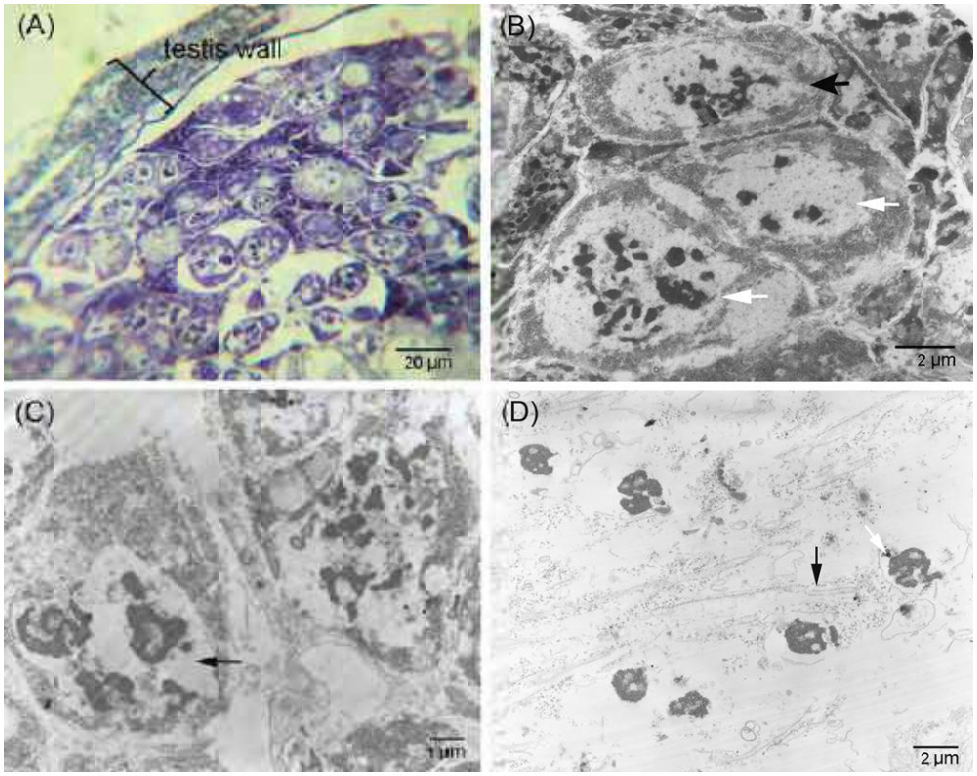
2) ชั้นกลางเป็นชั้นของ peritoneal sheath ประกอบด้วยเซลล์ประมาณ 4 ชั้น ภายในไซโทพลาซึมมีเม็ดสี (grains) ขนาดเล็กอยู่เป็นจำนวนมาก เม็ดสีติดสีเข้มหรือจางแตกต่างกัน พบว่าจำนวนเม็ดสีมีมากที่สุดในชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 ระหว่างชั้นของเยื่อหุ้มอัณฑะมีมัดกล้ามเนื้อและ tracheole แทรกอยู่

3) ผนังชั้นในสุดเป็นเยื่อฐาน ระหว่างชั้นกลางและเยื่อฐาน มีท่อของ tracheole แทรกตัวอยู่

จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน ของอัณฑะแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* พบว่าอัณฑะประกอบด้วยเขต (zone) ต่างๆ ของขบวนการสร้างตัวอสุจิ (spermatogenesis) ทั้งหมด 4 เขต คล้ายคลึงกับแมลงวันชนิดอื่นในอันดับ Diptera เรียงลำดับจากปลายสุดดังนี้



รูปที่ 4.25 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงรูปร่างและสีของอัณฑะของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ ที่เปลี่ยนแปลงตามอายุ เริ่มจากวันที่ 0 (วันที่เริ่มออกจากดักแด้) จนถึงวันที่ 29 *(ภาพโดยธารินี ไชยวงศ์)*



รูปที่ 4.26 อัณฑะของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้อายุ 3 วัน (A) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดง testis wall (B-D ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน) (B) primary spermatocyte (ลูกศรสีดำ) ที่มีนิวเคลียสเกาะกลุ่มอยู่ และบางเซลล์ที่นิวเคลียสเริ่มกระจายเป็น 4 กลุ่ม (ลูกศรสีขาว) (C) secondary spermatocyte ที่นิวเคลียสกระจายเป็น 4 กลุ่มชัดเจน (ลูกศรชี้) (D) ส่วนหัว spermatid (ลูกศรสีขาว) ที่ถูกล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มบางและส่วนหาง (ลูกศรสีดำ) *(ภาพโดยธารินี ไชยวงศ์)*

1) เขตปลายสุดเรียกว่า germarium ซึ่งมี spermatogonia (เซลล์สืบพันธุ์ตั้งต้นในเพศผู้ ที่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งต่อไปจะพัฒนาไปเป็น spermatocyte)

2) เขตของการเจริญเติบโต (zone of growth) บริเวณนี้ spermatogonia ถูกล้อมด้วยถุงหุ้ม (cyst) ในอัณฑะแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* อายุ 3 วัน[25] พบเซลล์ลักษณะเรียวยาวรวมกันในถุงหุ้มคล้ายลูกแพร์ มีขอบเขตชัดเจน เซลล์มีนิวเคลียสขนาดใหญ่มาก สัดส่วนของนิวเคลียสใกล้เคียงกับไซโทพลาซึม โครมาทินกระจายอยู่ทั่วไปภายในนิวเคลียส spermatocyte ยังคงเป็นเซลล์แบบ diploid หรือเรียกว่า primary spermatocyte (รูปที่ 4.26B)

3) เขตของการเจริญเต็มที่ (zone of maturation) จากภาพตัดขวาง พบโครมาทินกระจายตัวอยู่เป็นกลุ่ม 4 กลุ่มชัดเจน เป็นจุดเริ่มต้นของ secondary spermatocyte ที่เป็นเซลล์แบบ haploid (รูปที่ 4.26C) ในไซโทพลาซึมพบไมโทคอนเดรียจำนวนมาก บ่งชี้ถึงการใช้พลังงานมากของเซลล์เหล่านี้ หลังจากมีการแบ่งตัวอีกครั้ง ทำให้ได้ spermatid 4 ตัว

4) เขตของการเปลี่ยนรูปร่าง (zone of transformation) ในบริเวณนี้เกิดขบวนการที่เรียกว่า spermiogenesis ขบวนการนี้เป็นขบวนการต่อเนื่อง ทำให้ spermatid เปลี่ยนรูปร่างเป็นตัวอสุจิ เริ่มจาก spermatid มีขนาดใหญ่ขึ้น จากนั้นมีการสร้าง flagella จากภาพตัดขวางพบว่าส่วนหัวของ spermatid ถูกล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มบางและส่วนหางของตัวอสุจิเป็นเส้น 2 เส้นคู่ขนานกัน (รูปที่ 4.26D) มีกลุ่มของ flagella จำนวนมาก ซึ่งยังเจริญไม่เต็มที่[25]

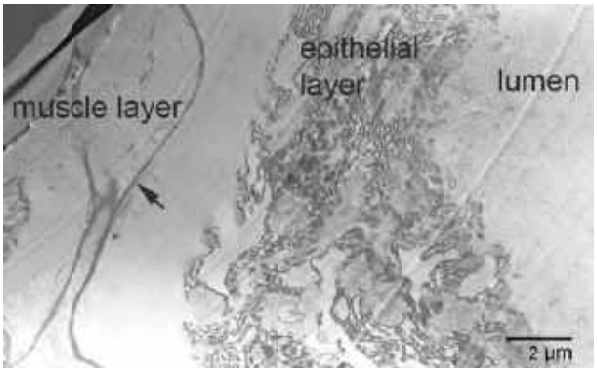
หลอดนำอสุจิ

หลอดนำอสุจิมีลักษณะเป็นท่อยาวกลวง หลอดนำอสุจิของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มีความยาว 0.8 ถึง 0.9 มิลลิเมตร ความกว้าง 0.06 มิลลิเมตร (จากจำนวน 30 ตัวอย่าง)[25] ผนังภายนอกเรียบและมี tracheole แทรกอยู่ จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน ทำให้ทราบว่าผนังของหลอดนำอสุจิประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ชั้น ก่อนถึง lumen คือ

1) ชั้นนอกสุดเป็นชั้นของกล้ามเนื้อ ตั้งอยู่บนเยื่อฐาน

2) ชั้นกลางเป็นเซลล์เนื้อเยื่อบุผิว (รูปที่ 4.27) มีลักษณะเป็นเซลล์แบนขนาดใหญ่ อาจซ้อนทับกัน ภายในพบนิวเคลียสเรียงตัวตามยาว เยื่อหุ้มนิวเคลียสมี 2 ชั้น

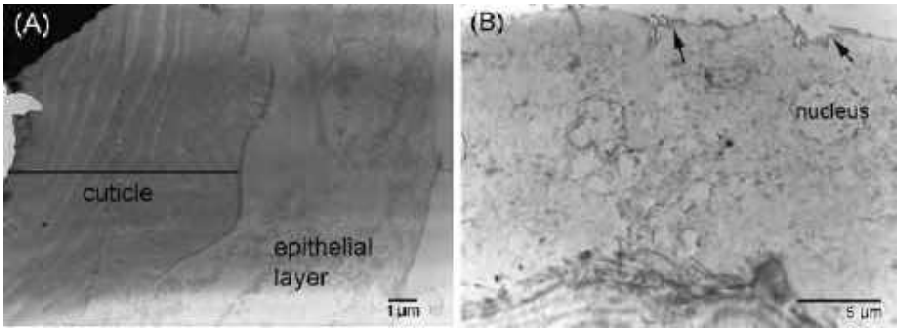
ในไซโทพลาซึมพบ rough endoplasmic reticulum กอลไจแอปพาราตัส ไมโทคอนเดรียที่เห็น cristae และไรโบโซมชัดเจน นอกจากนี้พบสารที่หลั่ง (secretion) ภายในไซโทพลาซึม[25]



รูปที่ 4.27 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน แสดงหลอดนำอสุจิของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้อายุ 3 วัน *(ภาพโดยธารินี ไชยวงศ์และคณะ)*

ท่อฉีดอสุจิ

แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มีท่อฉีดอสุจิที่ยาวมากโดยมีความยาว 1.3 ถึง 1.9 มิลลิเมตร ความกว้าง 0.078 มิลลิเมตร (จากจำนวน 30 ตัวอย่าง)[25] ผิวภายนอกท่อไม่เรียบ มีรอยหยักตามขวางและ tracheole แทรกอยู่ จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน พบว่าท่อฉีดอสุจิมีลักษณะเป็นท่อกลวง มีผนังท่อ 2 ชั้น ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวที่หนา (รูปที่ 4.28A) ผิวภายนอกเซลล์มีลักษณะหยักเล็กน้อยในบางตำแหน่งคล้ายคลึงกับ microvilli (รูปที่ 4.28B) ภายในมีนิวเคลียสรูปร่างกลม ส่วนในไซโทพลาซึมพบ rough endoplasmic reticulum ไมโทคอนเดรีย ไรโบโซม ระหว่างเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวนี้ บางตำแหน่งพบโครงสร้างที่ยังไม่ทราบหน้าที่และกลุ่มของสารที่หลั่งใต้ชั้นของเซลล์ ส่วนผนังท่อชั้นในเป็นชั้น cuticle ที่หนามาก ความหนาใกล้เคียงกับชั้นของเซลล์เนื้อเยื่อบุผิว (รูปที่ 4.28)



รูปที่ 4.28 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน แสดงท่อฉีดอสุจิของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้อายุ 3 วัน (A) ท่อฉีดอสุจิแสดง epithelial layer และ cuticle (B) เซลล์เนื้อเยื่อบุผิวแสดงนิวเคลียสและรอยหยักที่ผนังภายนอก (ลูกศรชี้) *(ภาพโดยธารินี ไชยวงศ์และคณะ)*

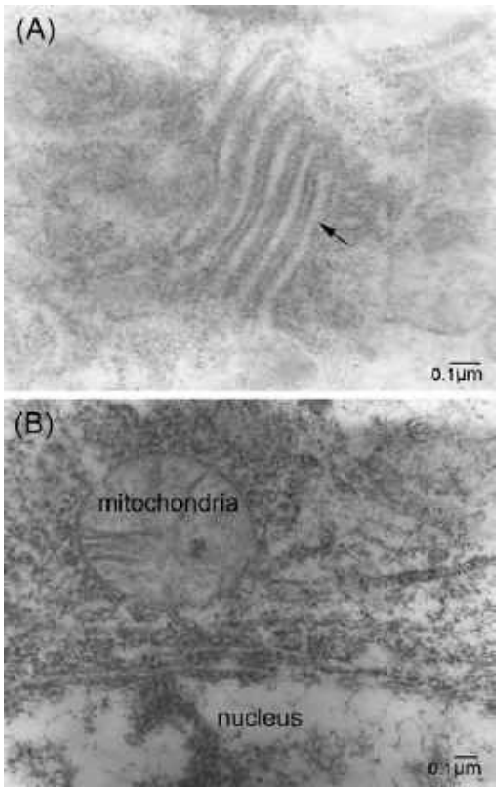
ถุงฉีดอสุจิ

แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้มีถุงฉีดอสุจิ 1 ก้อน ลักษณะเป็นก้อนยาว ครึ่งบนหุ้มด้วยมัดกล้ามเนื้อ มีท่อฉีดอสุจิเปิดสู่ตอนกลางของถุง (รูปที่ 4.29) ส่วนปลายสุดของถุงฉีดอสุจิมีท่อขนาดเล็กที่ต่อเชื่อมไปยัง aedeagus

รูปที่ 4.29 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงถุงฉีดอสุจิของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ *(ภาพโดย คม สุคนธสรรพ์)*

accessory gland

แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้มี accessory gland 1 คู่ ลักษณะเป็นท่อยาว โคนต่อมทั้งสองเปิดสู่ส่วนต้นของท่อฉีดอสุจิ (รูปที่ 4.23, 4.24) ผิวภายนอกของต่อมเป็นท่อเรียบ (รูปที่ 4.23B) มี tracheole แทรกอยู่ การศึกษาในแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* อายุ 3 วันพบว่า ต่อมมีลักษณะเป็นท่อเดียว ไม่ซับซ้อน เซลล์เนื้อเยื่อบุผิวอยู่ขอบนอก ส่วน glandular cell มีนิวเคลียสขนาดใหญ่ เยื่อหุ้มนิวเคลียสมี 2 ชั้น พบ rough endoplasmic reticulum จำนวนมาก บางตำแหน่งเป็นชั้น (รูปที่ 4.30A) บางตำแหน่งเป็นชั้นที่โป่งพอง ไมโทคอนเดรียจำนวนมากและเห็น cristae ชัดเจน (รูปที่ 4.30B) ระหว่างเซลล์ปรากฏแอ่งหลายขนาด ภายในแอ่งบรรจุด้วยสารที่หลั่งออกมาจากเซลล์และไหลไปรวมกันที่ lumen บริเวณกลางต่อม[25]



รูปที่ 4.30 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน แสดง accessory gland ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้อายุ 3 วัน (A) rough endoplasmic reticulum ลักษณะเป็นชั้น (ลูกศรชี้) (B) ไมโทคอนเดรียของ glandular cell *(ภาพโดยธารินี ไชยวงศ์และคณะ)*

อวัยวะภายในของตัวอ่อน

อวัยวะภายในของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวมีผู้ศึกษาไว้น้อยมาก ผู้นิพนธ์ไม่พบว่ามีการศึกษาอวัยวะภายในของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวระยะที่ 1 และ 2 อาจเนื่องจากตัวอ่อนทั้งสองระยะมีขนาดเล็กมาก ทำให้ยากต่อการผ่าเพื่อศึกษาอวัยวะภายใน ผู้นิพนธ์และคณะได้ศึกษาระบบย่อยอาหาร และระบบขับถ่ายของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* (รูปที่ 4.31) พบว่าทั้งสองระบบมีการเจริญดีใกล้เคียงกับในระยะตัวเต็มวัย และคาดว่าอวัยวะในทั้งสองระบบของตัวอ่อนระยะที่ 3 ในแมลงวันหัวเขียวชนิดอื่นน่าจะมีลักษณะใกล้เคียงกัน ดังนั้นผู้นิพนธ์จะบรรยายเฉพาะลักษณะของระบบย่อยอาหารและระบบขับถ่ายดังนี้

ระบบย่อยอาหาร

ระบบย่อยอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เจริญดี ประกอบด้วย ทางเดินอาหารส่วนต้น ส่วนกลาง และส่วนปลาย คล้ายกับในตัวเต็มวัย ดังต่อไปนี้

❖ ทางเดินอาหารส่วนต้น

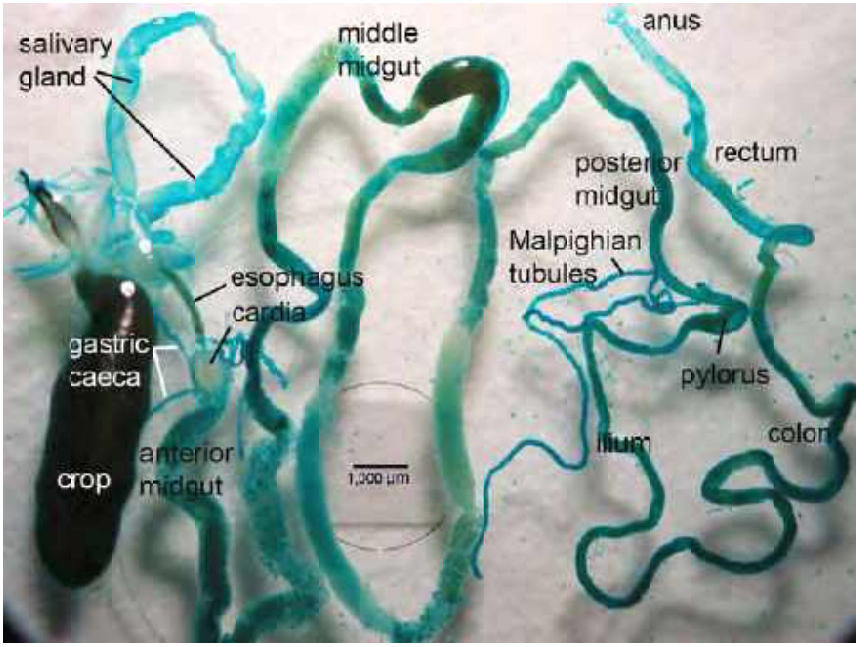
หลอดอาหารและกระเพาะพักอาหาร

หลอดอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มีค่ากลางของความยาวเท่ากับ 5.05 มิลลิเมตร[2] ผนังด้านในสุดเป็นชั้น cuticle ที่บางมาก (รูปที่ 4.32A) กระเพาะพักอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 3 แตกต่างไปจากของตัวเต็มวัย โดยมีลักษณะเป็นถุงยาวและใหญ่มาก 1 ถุง (รูปที่ 4.31)[31] ผนังด้านในสุดเป็นชั้น cuticle ที่บางมาก (รูปที่ 4.32B)

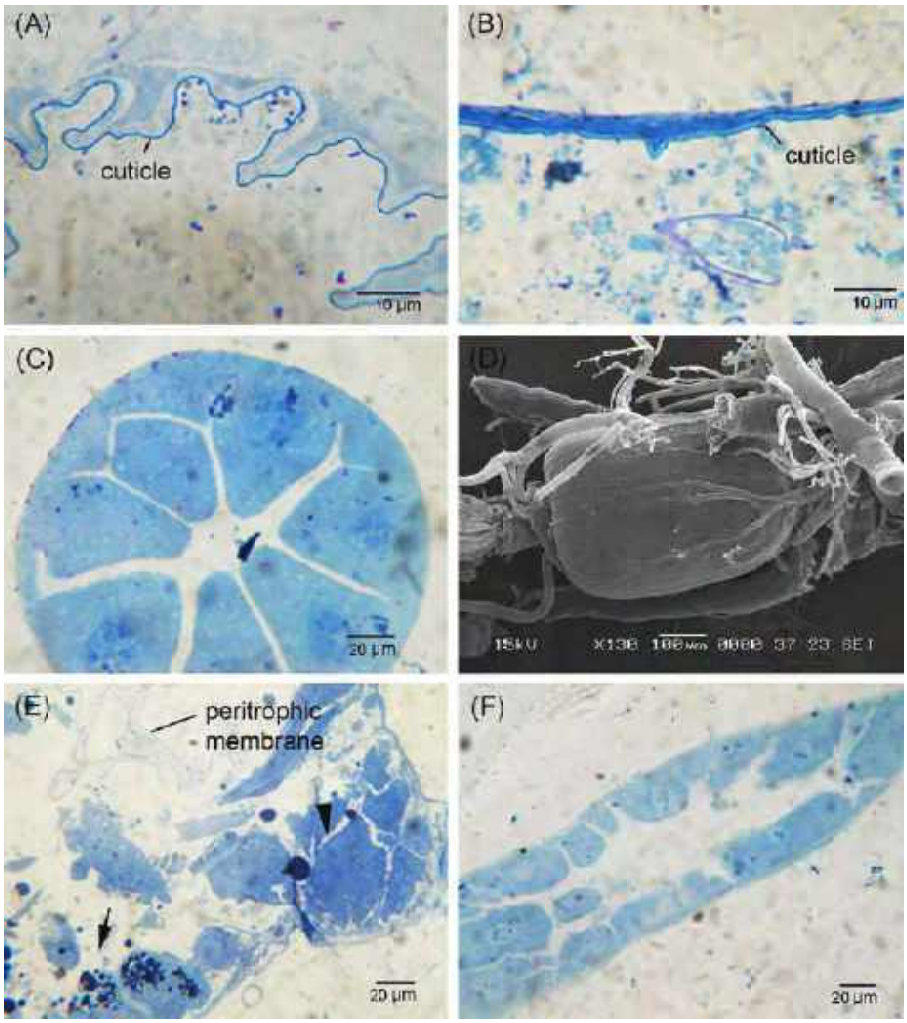
ต่อมน้ำลาย

ต่อมน้ำลายของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* กับของตัวเต็มวัยมีความแตกต่างกัน จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน ต่อมน้ำลายของตัวอ่อน

ระยะที่ 3 มีลักษณะเป็นท่อยาว มีความกว้างใกล้เคียงกันโดยตลอดท่อ และยังไม่มีการขดตัวพันกันเป็นเกลียว (รูปที่ 4.31) ส่วนโคนเชื่อมต่อกับท่อน้ำลาย (efferent duct) ซึ่งจะมาเชื่อมรวมเป็นท่อเดียว (single median duct) สำหรับเซลล์ของต่อมน้ำลายในตัวอ่อนระยะที่ 3 เป็นเซลล์แบบ cuboidal ที่เรียงตัวชิดกันที่ฐานต่อม ส่วนปลายเซลล์เรียวคล้ายสามเหลี่ยม มี lumen ตรงกลางระหว่างเซลล์เหล่านี้ (รูปที่ 4.32C) ขอบด้านนอกของต่อมมี tracheole แทรกอยู่[31]



รูปที่ 4.31 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงอวัยวะภายในระบบย่อยอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* *(ภาพโดยวรโชติ บุญศรีวงศ์)*



รูปที่ 4.32 ทางเดินอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* (A,B,C,E,F ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง) (A) cuticle ที่บุภายในหลอดอาหาร (B) cuticle ที่บุภายในกระเพาะพักอาหาร (C) เซลล์ที่เรียงตัวชิดกันที่ฐานต่อมน้ำลายและ lumen ตรงกลาง (D) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดง cardia *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์และคณะ)* (E) เซลล์ส่วนหน้าของ cardia ที่มี secretory granule (ลูกศรชี้) และ cardia ส่วนหลัง (หัวลูกศรชี้) (F) เซลล์หลายชั้นรอบ lumen ของ gastric caeca *(A,B,C,E,F ภาพโดยวรโชติ บุญศรีวงศ์)*

cardia

cardia ของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มีรูปร่างเป็นกระเปาะกลมรี (รูปที่ 4.32D) cardia ส่วนหน้าเชื่อมต่อกับหลอดอาหาร ผู้นิพนธ์และคณะศึกษาสัณฐานภายในด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง พบว่า cardia ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คล้ายคลึงกับในระยะตัวเต็มวัย คือ cardia ส่วนหน้า มีเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวที่พบ secretory granule จำนวนมาก cardia ส่วนหลังมีเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวและช่องภายในที่มี peritrophic membrane (รูปที่ 4.32E) ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของทางเดินอาหารส่วนกลาง

❖ ทางเดินอาหารส่วนกลาง

ทางเดินอาหารส่วนกลางของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เริ่มจาก cardia ส่วนหลัง มีเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวและ peritrophic membrane

gastric caeca

gastric caeca เป็นอวัยวะที่พบในตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* แต่ไม่พบในระยะตัวเต็มวัย[2] gastric caeca มีทั้งหมด 4 อัน เช่นเดียวกับที่พบในตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Calliphora vicina*[9] การศึกษาในระดับจุลกายวิภาคของอวัยวะนี้ในตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* พบว่า gastric caeca มีลักษณะเป็นท่อยาวปลายตันโผล่ออกมาระหว่างบริเวณหลัง cardia (รูปที่ 4.32D) ผิวภายนอกเรียบแต่บางบริเวณมีลักษณะนูนเล็กน้อย gastric caeca หุ้มด้วยกล้ามเนื้อ โดยที่ด้านในสุดเป็นกล้ามเนื้อตามขวางส่วนด้านนอกเป็นกล้ามเนื้อตามยาว จากภาพตัดขวางพบว่า gastric caeca ประกอบด้วยชั้นเซลล์แบบ cuboidal 4 หรือ 5 ชั้น ล้อมรอบส่วน lumen ที่อยู่ด้านในสุด (รูปที่ 4.32F) เซลล์เหล่านี้สันนิษฐานว่าน่าจะมีหลายแบบ ทั้งนี้เนื่องจากพบว่ามีการติดสีย้อมของนิวเคลียสและไซโทพลาซึมต่างกัน[31] อย่างไรก็ตามเซลล์เหล่านี้มีนิวเคลียสกลมและขนาดใหญ่ เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านพบว่า ด้านบนของเซลล์มี microvilli สั้นๆ อยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งทำหน้าที่เพิ่มพื้นที่ในการดูดซึมสารอาหาร[5]

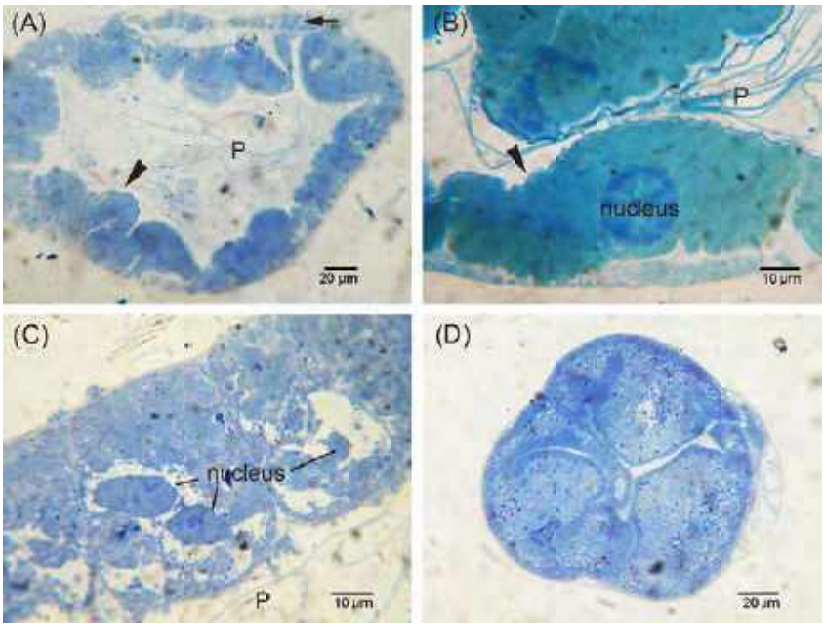
midgut

โครงสร้างของทางเดินอาหารส่วนกลาง ทั้ง anterior midgut, middle midgut และ posterior midgut ประกอบด้วยเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวเป็นแบบ cuboidal ซึ่งมี microvilli ทั้งด้านข้างและด้านบน[31] ในตัวอ่อนระยะที่ 3 มีเซลล์ที่สันนิษฐานว่าน่าจะเป็น fat body แทรกตัวอยู่ด้วย ภายในเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวประกอบด้วย secretory granule ขนาดแตกต่างกัน จำนวนมาก (รูปที่ 4.33) secretory granule พบมากภายในเซลล์โดยเฉพาะบริเวณใกล้ lumen นอกจากนี้ยังพบ secretory granule ภายนอกเซลล์ด้วย โดยติดอยู่บริเวณ microvilli ภายนอกสุดของทางเดินอาหารส่วนกลางถูกล้อมรอบด้วยกล้ามเนื้อตามขวาง

รูปที่ 4.33 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวที่ประกอบด้วย secretory granule จำนวนมาก แทรกด้วย fat body ที่ middle midgut ของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala (ภาพโดยวรโชติ บุญศรีวงศ์)*

❖ ทางเดินอาหารส่วนปลาย

ทางเดินอาหารส่วนปลายของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มีลักษณะเป็นท่อที่ต่อเนื่องจากทางเดินอาหารส่วนกลาง คล้ายคลึงกับในตัวเต็มวัย คือประกอบด้วย Malpighian tubules แยกออกมาบริเวณรอยต่อของทางเดินอาหารส่วนกลางและทางเดินอาหารส่วนท้าย ซึ่งประกอบด้วย pylorus ลำไส้เล็กส่วนปลาย ลำไส้ใหญ่ ไส้ตรงและทวารหนัก มีกล้ามเนื้อหุ้มด้านนอกของทางเดินอาหารส่วนปลาย และชั้นกล้ามเนื้อที่หุ้มหนามากบริเวณรอบทวารหนัก เซลล์เยื่อบุทางเดินอาหารส่วนปลายเป็นชนิด cuboidal ขอบด้านในของเซลล์มี cuticle ระหว่างเซลล์และ lumen มี peritrophic membrane ต่อเนื่องจนถึงทวารหนัก (รูปที่ 4.34)



รูปที่ 4.34 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงทางเดินอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* (A) ไส้ใหญ่ แสดงเซลล์เนื้อเยื่อบุผิว (หัวลูกศรชี้) และ peritrophic membrane (P) (B) ไส้ตรง แสดงเซลล์เนื้อเยื่อบุผิว ที่ผนังด้านในมี cuticle (หัวลูกศรชี้) และ peritrophic membrane (P) (C) ทวารหนัก แสดงเซลล์เนื้อเยื่อบุผิว และ peritrophic membrane (P) (D) Malpighian tubules *(ภาพโดยวรโชติ บุญศรีวงศ์)*

จากการศึกษาของวรโชติ บุญศรีวงศ์และผู้นิพนธ์ ที่ได้ทำศึกษาสัณฐานวิทยาภายในของระบบย่อยอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 3 และตัวเต็มวัยของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ทั้งสองเพศ ทำให้ทราบว่า อวัยวะของตัวอ่อนระยะที่ 3 และตัวเต็มวัยมีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัดในบางอวัยวะ อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาภายนอกของอวัยวะระบบย่อยอาหารในตัวเต็มวัยทั้งสองเพศ ข้อมูลดังกล่าวทำให้สามารถสังเคราะห์ได้ว่า ระบบย่อยอาหารของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มีความแตกต่างกันในตัวอ่อนระยะที่ 3 และตัวเต็มวัย ที่เด่นชัดคือ กระเพาะพักอาหาร ต่อมน้ำลาย gastric caeca เซลล์เนื้อเยื่อบุผิวของทางเดินอาหารส่วนกลางและไส้ตรง (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ความแตกต่างของอวัยวะระบบย่อยอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 3 และตัวเต็มวัยของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้

อวัยวะ	ตัวอ่อนระยะที่ 3	ตัวเต็มวัยเพศผู้
กระเพาะพักอาหาร	ถุงใหญ่ 1 ถุง	ถุงใหญ่ 2 ถุงเชื่อมกัน
ต่อมน้ำลาย	ท่อยาวขนาดใหญ่ ไม่ขดเป็นเกลียว	ท่อยาวขนาดเล็ก ขดเป็นเกลียว
gastric caeca	มี	ไม่มี
เซลล์เนื้อเยื่อบุผิวของทางเดินอาหารส่วนกลาง	cuboidal	columnar
ไส้ตรง	ท่อยาว	ถุงใหญ่

ระบบขับถ่าย

การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ทำให้ทราบว่า Malpighian tubules ในตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวชิดกัน (รูปที่ 4.34D) นิวเคลียสมีขนาดใหญ่และพบ granule ขนาดเล็กจำนวนมาก ขอบเซลล์มีเซลล์ขนขนาดเล็กจำนวนมาก[31] ตรงกลางของ Malpighian tubules คือ lumen

สรุป

ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว มีอวัยวะภายในอยู่ภายใต้โครงร่างแข็ง ประกอบด้วยระบบสำคัญได้แก่ ระบบย่อยอาหาร ระบบประสาท ระบบขับถ่าย ระบบหายใจ ระบบกล้ามเนื้อ ระบบไหลเวียนโลหิต และระบบสืบพันธุ์ ที่ผ่านมามีการศึกษาอวัยวะภายในของแมลงวันหัวเขียวไม่มากนัก ระบบต่างๆ ที่พบในตัวเต็มวัยได้แก่

ระบบย่อยอาหารประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ ท่อทางเดินอาหารและต่อมย่อยอาหาร ท่อทางเดินอาหาร มี 3 ส่วนคือ ส่วนต้น ส่วนกลาง และส่วนปลาย ส่วนต่อมย่อยอาหารที่สำคัญคือ ต่อมน้ำลาย ด้านในทางเดินอาหารส่วนกลางและส่วนท้าย มี peritrophic membrane ทำหน้าที่เป็น semiselective ultrafilter และป้องกันเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวไม่ให้เกิดอันตรายจากเชื้อโรคหรือสารพิษ การย่อยและดูดซึมอาหารส่วนใหญ่เกิดขึ้นในทางเดินอาหารส่วนกลาง ซึ่งมีความยาวมากที่สุดของระบบย่อยอาหาร และมีโครงสร้างประกอบด้วยเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวที่มี microvilli

ระบบประสาททำหน้าที่รับความรู้สึกและตอบสนองต่อสิ่งเร้า ทั้งสิ่งเร้าภายนอกเช่น กลิ่น แสง หรือสิ่งเร้าภายในเช่น ฮอร์โมน ระบบประสาทของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว ประกอบด้วยปมประสาทและเส้นประสาท โดยมีปมประสาทสำคัญคือ สมองและปมประสาทอก

ระบบขับถ่ายประกอบด้วย Malpighian tubules และ rectal gland Malpighian tubules ตั้งอยู่บริเวณรอยต่อของทางเดินอาหารส่วนกลางและส่วนต้นทางเดินอาหารส่วนปลาย Malpighian tubules ขดพันกันเนื่องจากท่อมีความยาวมาก และมีการเชื่อมกับ fat body ด้วย Malpighian tubules เป็นอวัยวะหลักในการขับถ่ายของเสียของแมลงวันหัวเขียว และมีหน้าที่ควบคุมสมดุลระดับน้ำ เกลือแร่และประจุธาตุอาหาร โดยทำงานภายใต้การควบคุมของฮอร์โมน

ระบบหายใจเป็นระบบเปิด ประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ รูหายใจและท่อลม โดยที่รูหายใจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มตามตำแหน่ง คือรูหายใจที่อก และรูหายใจที่ท้อง ในขณะที่ท่อลมมีขนาดแตกต่างกัน ท่อลมที่อยู่ห่างจากรูหายใจมีขนาดเล็กลงเรื่อยๆ จนมีขนาดเล็กมากในบริเวณที่เชื่อมต่อหรือฝังตัวอยู่ในอวัยวะต่างๆ ภายใน ทำให้สามารถถ่ายเทอากาศระหว่างเนื้อเยื่อและเซลล์แต่ละเซลล์ได้ ท่อลมทำหน้าที่ส่งผ่าน

แก๊สออกซิเจนเข้าสู่เนื้อเยื่อและเซลล์ ความหนาแน่นของท่อลมที่ลำเลียงไปเนื้อเยื่อขึ้นอยู่กับความต้องการแก๊สออกซิเจนของเนื้อเยื่อนั้น

ระบบกล้ามเนื้อประกอบด้วยกล้ามเนื้อหัว กล้ามเนื้อออก กล้ามเนื้อข้อต่อ กล้ามเนื้อที่ควบคุมรยางค์อกและกล้ามเนื้อพิเศษ

ระบบไหลเวียนโลหิตเป็นระบบเปิด แตกต่างจากระบบไหลเวียนโลหิตของสัตว์ชั้นสูงที่เป็นระบบปิด แมลงวันหัวเขียวมีช่องว่างภายในลำตัวเปรียบเสมือนถุงใส่โลหิต และมีท่อยาวที่อยู่ด้านบนของช่องว่างนี้ ทำหน้าที่ดันโลหิตให้มีการหมุนเวียน โลหิตของแมลงวันหัวเขียวไม่มีสี และไม่มีหน้าที่ในการนำแก๊สออกซิเจนไปเลี้ยงอวัยวะ แต่มีหน้าที่หลักคือนำอาหารที่ดูดซึมจากระบบย่อยอาหารไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ กำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย ถ่ายเทความร้อนจากส่วนหนึ่งไปอีกส่วนหนึ่งของร่างกายแมลง

ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวหนึ่งตัวมีเพศ 1 เพศ ระบบสืบพันธุ์เพศเมียมีหน้าที่รับตัวอสุจิจากการผสมพันธุ์ของเพศผู้ มีการผสมกันระหว่างตัวอสุจิกับเซลล์ไข่ เพื่อสร้างเป็นไข่ โดยมีอวัยวะสืบพันธุ์ภายในประกอบด้วย รังไข่ ท่อนำไข่ด้านข้าง ท่อนำไข่หลัก ช่องคลอด spermatheca และ accessory gland ส่วนแมลงวันหัวเขียวเพศผู้มีอวัยวะสืบพันธุ์ภายในประกอบด้วย อัณฑะ หลอดนำอสุจิ ท่อฉีดอสุจิ ถุงฉีดอสุจิ และ accessory gland

การศึกษาอวัยวะภายในของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวมีน้อยมาก ในบทนี้กล่าวเฉพาะระบบย่อยอาหารและระบบขับถ่ายเท่านั้น ระบบย่อยอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มีผนังด้านในสุดของทางเดินอาหารส่วนต้นเป็นชั้น cuticle ที่บางมาก กระเพาะพักอาหารมีลักษณะแตกต่างไปจากตัวเต็มวัย โดยมีลักษณะเป็นถุงยาว 1 ถุง ต่อมน้ำลายมีลักษณะเป็นท่อยาวและไม่ขดพันกัน ในตัวอ่อนระยะที่ 3 พบ gastric caeca มีลักษณะเป็นท่อยาวปลายตัน 4 ท่อ โผล่ออกมาระหว่างบริเวณหลัง cardia อวัยวะนี้ไม่มีในระยะตัวเต็มวัย

ทางเดินอาหารส่วนปลายของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เป็นท่อที่ต่อเนื่องจากทางเดินอาหารส่วนกลาง คล้ายคลึงกับที่พบในตัวเต็มวัย

ไส้ตรงของตัวอ่อนระยะที่ 3 มีลักษณะเป็นท่อยาวที่ต่อเนื่องมาจากไส้ใหญ่ ต่างจากในระยะตัวเต็มวัยที่มีลักษณะเป็นถุงใหญ่

ระบบขับถ่าย มี Malpighian tubules ภายในเป็นเซลล์เรียงตัวชิดกัน เซลล์มีนิวเคลียสขนาดใหญ่บริเวณขอบ ขอบเซลล์มีเซลล์ขนขนาดเล็ก

เอกสารอ้างอิง

[1] Snodgrass RE. Principles of insect morphology. Ithaca, NY: Cornell University Press; 1993.

[2] Boonsriwong W. Ultrastructural study on the alimentary system of the blow fly, *Chrysomya megacephala* (F.) [dissertation]. Chiang Mai (Thailand): Faculty of Medicine, Chiang Mai Univ.; 2009.

[3] Gullan PJ, Cranston PS. The insects. An outline of entomology. England: Blackwell Science; 2000.

[4] Hewitt CG. The structure, development, and bionomics of the house fly, *Musca domestica*, Linn. Quart J Micr Sci 1907; 51: 395-448.

[5] Chapman RF. The insects structure and function, 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press; 1998.

[6] Rotte C, Walz B, Baumann O. Morphological and functional characterization of the thoracic portion of blowfly salivary glands. Arthropod Struct Dev 2008; 37: 372-382.

[7] Binnington KC, Lehane MJ, Beaton CD. The peritrophic membrane. In: Harrison FW, Locke M (eds.), Microscopic anatomy of invertebrates, vol. 11B. New York: Wiley-Liss, Inc.; 1998: 747-758.

[8] Lehane MJ. The foregut. In: Harrison FW, Locke M (eds.), Microscopic anatomy of invertebrates, vol. 11B. New York: Wiley-Liss, Inc.; 1998: 713-724.

[9] Greenberg B. Flies and disease. vol. II. Biological and disease transmission. New Jersey: Princeton University Press; 1973.

[10] Gupta BL, Berridge J. Fine structural organization of the rectum in the blowfly, *Calliphora erythrocephala* (Meig.) neurosecretory innervation in the rectal papillae. J Morphol 1966; 120: 23-28.

[11] Methanitikorn R. Brain histology of young and old adult male blow fly *Chrysomya megacephala* [thesis]. Chiang Mai (Thailand): Faculty of Medicine, Chiang Mai Univ.; 2005.

[12] Sohal RS, Sharma SP. Age-related changes in the fine structure and number of neurons in the brain of the housefly, *Musca domestica*. Exp Gerontol 1972; 7: 243-249.

[13] Elzinga RJ. Fundamentals of entomology, 6th ed. New Jersey: Pearson Education, Inc.; 2004.

[14] Coast GM. Continuous recording of excretory water loss from *Musca domestica* using a flow-through humidity meter: hormonal control of diuresis. J Insect Physiol 2004; 50: 455-468.

[15] Ngern-Klun R, Sukontason K, Methanitikorn R, Vogtsberger RC, Sukontason KL. Fine structure of *Chrysomya nigripes* (Diptera: Calliphoridae), a fly species of medical importance. Parasitol Res 2007; 100: 993-1002.

[16] Sukontason K, Methanitikorn R, Kurahashi H, Vogtsberger RC, Sukontason KL. External morphology of *Chrysomya pinguis* (Walker) (Diptera: Calliphoridae) revealed by scanning electron microscopy. Micron 2008; 39: 190-197.

[17] Mill PJ. Tracheae and tracheoles. In: Harrison FW, Locke M (eds.), Microscopic anatomy of invertebrates, vol. 11A. New York: Wiley-Liss, Inc.; 1998: 303-336.

[18] Sukontason KL, Methanitikorn R, Boonsriwong W, Piangjai S, Kurahashi H, Vogtsberger RC, Sukontason K. Ultrastructure of spiracles of *Musca domestica* and *Hydrotaea chalcogaster* (Diptera: Muscidae). Parasitol Res 2006; 100: 19-23.

[19] Chapman RF. General anatomy and function. In: Waterhouse DF, Carne PB, Naumann ID (eds.), The insects of Australia. A textbook for students and research workers. Melbourne: Melbourne University Press; 1991: 33-67.

[20] Noirot C, Noiret-Timothee C. The structure and development of the tracheal system. In: King RC, Akai H (eds.), Insect ultrastructure, vol. I. New York: Plenum; 1982: 351-381.

[21] Angioy AM, Pietra P. Mechanism of beat reversal in semi-intact heart preparations of the blowfly *Phormia regina* (Meigen). J Comp Physiol B: Biochem Syst Environ Physiol 1995; 165: 165-170.

[22] Angioy AM, Tomassini BI, Crnjar R, Liscia A, Pietra P. Reflex cardiac response to various olfactory stimuli in the blowfly, *Protophormia terraenovae*. Neurosci Lett 1987; 81: 263-266.

[23] Normann TC. Heart activity and its control in the adult blowfly, *Calliphora erythrocephala*. J Insect Physiol 1972; 18: 1793-1810.

[24] Wasserthal LT. Functional morphology of the heart and of a new cephalic pulsatile organ in the blowfly *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) and their roles in hemolymph transport and tracheal ventilation. Int J Insect Morphol Embryol 1999; 28: 111-129.

[25] Chaiwong T. Ultramorphology of the reproductive system of the blow fly, *Chrysomya megacephala* and efficacy of human contraceptive on fly development [dissertation]. Chiang Mai (Thailand): Faculty of Medicine, Chiang Mai Univ.; 2008.

[26] LaChance LE, Leverich AP. Cytology of oogenesis in chemosterilized screwworm flies *Cochliomyia hominivorax* as related to endomitosis in nurse cells. Ann Entomol Soc Am 1968; 61: 1188-1197.

[27] Bansal A, Murad H. Morphology of the female reproductive organ of the Oriental latrine fly, *Chrysomya megacephala* F. (Diptera, Calliphoridae). Jpn J Sanit Zool 1987; 38: 233-238.

[28] Adams TS. The reproductive physiology of the screwworm, *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae). II. Effect of constant temperatures on oogenesis. J Med Entomol 1979; 15: 484-487.

[29] Tirone G, Avancini RMP. Development of female accessory glands of *Chrysomya putoria* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) during oogenesis. Int J Insect Morphol Embryol 1997; 26: 1-7.

[30] Hori K. Comparative anatomy of the internal organs of the calyptrate muscoid flies I. Male internal sexual organs of the adult flies. Sci Rep Kanazawa Univ 1960; 7: 23-28.

[31] Boonsriwong W, Sukontason K, Olson JK, Vogtsberger RC, Chaithong U, Kuntalue B, Ngern-Klun R, Upakut S, Sukontason KL. Fine structure of the alimentary canal of the larval blow fly *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae). Parasitol Res 2007; 100: 561-574.

5

ชีววิทยา

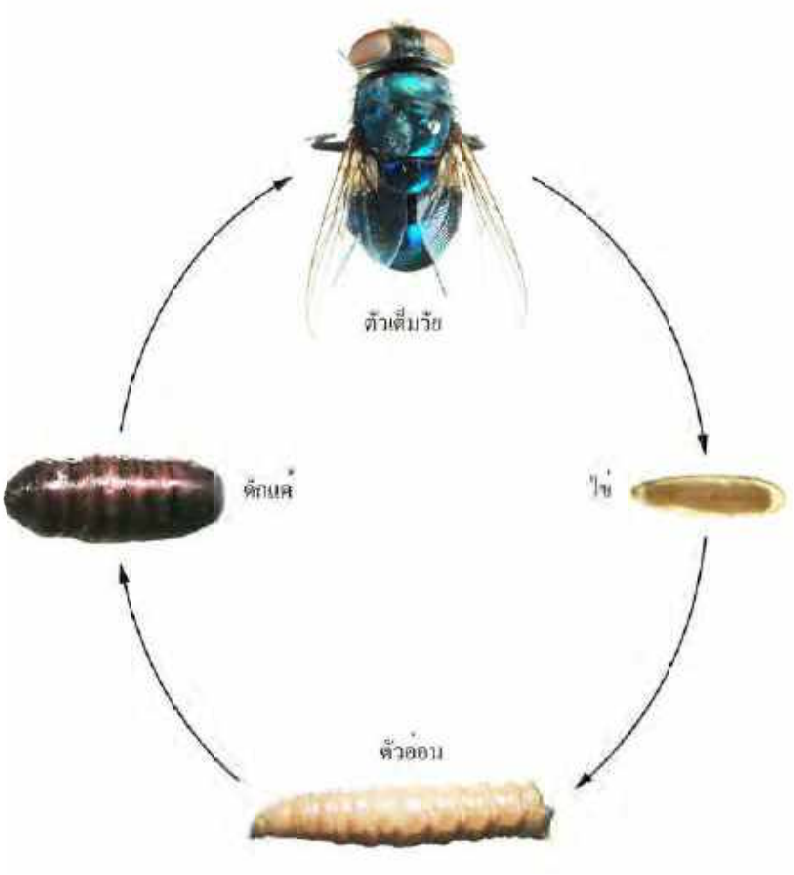
คม สุคนธสรรพ์

ภาพโดย... คม สุคนธสรรพ์

ชีววิทยา

ตัวเต็มวัย	234
แหล่งอาหารของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว	235
พฤติกรรมในการกินอาหารของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว	236
อายุขัยของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว	237
แหล่งที่อยู่และการออกหากินของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว	239
ปัจจัยที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว	240
การผสมพันธุ์ของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว	243
ไข่	243
การวางไข่	243
ตัวอ่อน	246
การกินกันเองของตัวอ่อน	246
การเคลื่อนที่ของตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลายเพื่อเตรียมเข้าดักแด้	247
ดักแด้	248
สารที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนและดักแด้	249
สรุป	250
เอกสารอ้างอิง	251

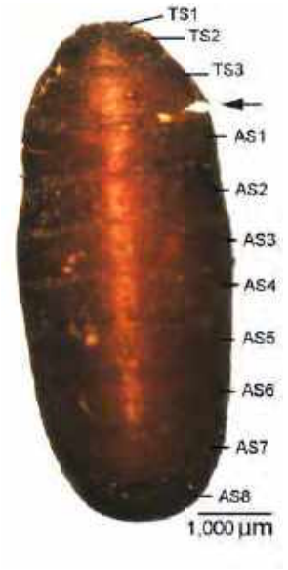
วัฏจักรชีวิตของแมลงวันหัวเขียว เป็นการเปลี่ยนสัณฐานแบบสมบูรณ์ ประกอบด้วย 4 ระยะ คือ ไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย (รูปที่ 5.1) ชีววิทยาของแมลงวันหัวเขียวในระยะต่างๆ ของวัฏจักรชีวิต มีความแตกต่างกัน



รูปที่ 5.1 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง [ไข่] กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ [ตัวอ่อนและดักแด้] และกล้องถ่ายภาพดิจิตอล [ตัวเต็มวัย] แสดงวัฏจักรชีวิตของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala (ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์และรัชฎาวรรณ เงินกลั่น)*

ตัวเต็มวัย

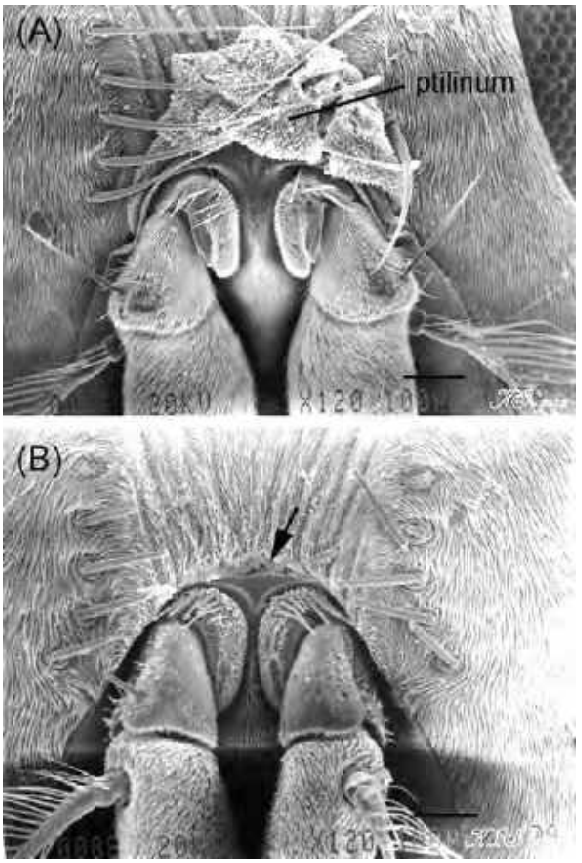
ตัวเต็มวัยคือระยะของแมลงวันหัวเขียวที่มีปีก สามารถกินอาหารและผสมพันธุ์ได้ ตัวเต็มวัยออกจากดักแด้ (รูปที่ 5.2) โดยใช้ ptilinum (รูปที่ 5.3A) เจาะ ทำให้ดักแด้บริเวณนั้นฉีกขาด และตัวเต็มวัยสามารถออกจากเปลือกดักแด้ได้ ptilinum มีปลายแหลมเรียงตัวเป็นแถวหลายแถว ยื่นออกมาจากร่องเหนือ lunule บริเวณด้านบนของหนวด (รูปที่ 3.5) หลังจากตัวเต็มวัยออกมาแล้ว ptilinum หดตัวหายไป และไม่ปรากฏให้เห็นตลอดระยะของตัวเต็มวัย (รูปที่ 5.3B) พฤติกรรมทั้งหมดที่กล่าวมาเรียกว่า การออกจากดักแด้ (emergence)



รูปที่ 5.2 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงรอยฉีกที่ส่วนหลัง ระหว่างปล้องอกปล้องที่ 3 (TS3) และปล้องท้องปล้องที่ 1 (AS1) (ลูกศรชี้) ของดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia ligurriens* ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ตัวเต็มวัยออกมา (AS, abdominal segment; TS, thoracic segment) *(ภาพโดยรัชฎาวรรณ เงินกลั่น)*

ตัวเต็มวัยที่ออกจากดักแด้ใหม่ๆ มีลำตัวอ่อนนุ่ม สีเทาอ่อน และปีกยังอยู่ติดกับลำตัวไม่สามารถทำงานได้ ช่วงที่ปีกไม่สามารถทำงานได้นี้ ตัวเต็มวัยจะหาที่เกาะพักและใช้เวลาประมาณ 15 นาทีหรือนานกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิหรือสิ่งแวดล้อมอื่น เรียกช่วงนี้ว่า active wingless phase แรงดันของโลหิตในลำตัวเพิ่มขึ้นและดันให้ปีกยืดตัว[1] ผิวลำตัวแข็งขึ้นและเปลี่ยนเป็นสีเข้ม ในระยะนี้แมลงวันหัวเขียวยังไม่สามารถบินได้ แมลงวันหัวเขียวต้องใช้เวลาอีกประมาณ 0.5 ถึง 1.5 ชั่วโมงหรืออาจนานกว่านั้นอาจเป็นเวลาหลายชั่วโมง ก่อนที่ปีกแข็งแรงและตัวเต็มวัยสามารถบินได้ ช่วงที่ปีกยืดตัวแล้วแต่ยังต้องเกาะพักและยังไม่สามารถบิน

ได้เรียกว่า immobile phase เมื่อแมลงวันหัวเขียวแข็งแรงเต็มที่แล้ว จะสามารถบินไปในที่ต่างๆ ได้อย่างอิสระ ซึ่งแตกต่างจากในระยะตัวอ่อนที่ต้องอยู่บริเวณแหล่งอาหาร เช่น ซากสัตว์ ซากพืชที่เน่าเปื่อยเท่านั้น ช่วงชีวิตของตัวเต็มวัยมีกิจกรรมต่างๆ เพื่อวัตถุประสงค์สำคัญ 2 ประการคือ การกินอาหารและการสืบพันธุ์



รูปที่ 5.3 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* เพศผู้ (A) ตัวเต็มวัยที่เริ่มออกจากดักแด้ ptilinum ยังปรากฏอยู่ (B) ตัวเต็มวัยที่อายุมาก ไม่ปรากฏ ptilinum (ลูกศรชี้) *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์ และคณะ)*

❖ แหล่งอาหารของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว

ระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงวันหัวเขียว มีแหล่งอาหารที่แตกต่างกัน ตัวเต็มวัยใช้เวลาส่วนใหญ่ในการกินอาหารจากหลายแหล่งในธรรมชาติ แหล่งอาหารที่สำคัญคือน้ำหวานจากดอกไม้ (nectar)[2] นอกจากนั้นมีรายงานว่าตัวเต็มวัยของแมลงวันหัวเขียวบางชนิดกินอาหารจากแหล่งอื่นได้ เช่น

• *Hemipyrellia ligurriens* กินอุจจาระมนุษย์[3]

• *Hemipyrellia pulchra* กินทั้งน้ำหวานจากดอกไม้และน้ำจากผลไม้[3]

• *Achoetandrus albiceps* ทั้งสองเพศกินอุจจาระ ซากศพ ผลไม้[4]

• *Chrysomya megacephala* มีแหล่งอาหารได้หลากหลาย ได้แก่ ขนุนสุก[5] หรืออาหารที่มีความหวาน รวมทั้งเนื้อสัตว์ นม อุจจาระ ปัสสาวะ เครื่องในสัตว์[6] แมลงวันชนิดนี้มักชอบตอมและกินซากสัตว์หรือซากศพ ตัวอ่อนสามารถเจริญได้ในซากสัตว์ต่างๆ เช่น กบ คางคก ปลาช่อน จิ้งจก นกพิราบ[7] การที่แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มีแหล่งอาหารและแหล่งเพาะพันธุ์ในที่สกปรกและชื้น เช่น กองขยะ อุจจาระของมนุษย์หรือสัตว์ จึงถูกเรียกว่า “แมลงวันส้วม” (latrine fly) แม้ว่าในธรรมชาติ แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* และ *Chrysomya putoria* สามารถกินอาหารได้หลากหลายชนิด แต่จากการทดลองในห้องเลี้ยงแมลง พบว่า ตับวัวสดเป็นอาหารที่ดีที่สุดของตัวเต็มวัย เมื่อเปรียบเทียบกับอุจจาระมนุษย์ มูลไก่ และมูลโค และแมลงวันสามารถวางไข่ได้ใน 10 ถึง 13 วัน[6] โดยที่ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ประมาณ 250 ฟองต่อครั้ง ในห้องปฏิบัติการแมลงวัน ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทดลองเลี้ยงแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ในตับหมูสด ไข่ไก่สุก แหนม และเต้าหู้ พบว่าตับหมูสดและไข่ไก่สุกให้ผลการเลี้ยงที่ดี แต่แมลงวันไม่เจริญในเต้าหู้ ผู้นิพนธ์วิเคราะห์ว่าปริมาณโปรตีนในอาหารมีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแมลงวันหัวเขียว และสังเคราะห์ได้ว่า อาหารสำหรับแมลงวันหัวเขียวต้องเป็นอาหารโปรตีนที่มีปริมาณโปรตีนสูงเท่านั้น อาหารที่ดีต้องมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าร้อยละ 10 ของน้ำหนัก

❖ พฤติกรรมในการกินอาหารของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว

พฤติกรรมการกินอาหารของแมลงวันหัวเขียวประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ

1) **การหาแหล่งอาหาร** ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวสามารถหาแหล่งอาหารโดยใช้ตาเพื่อการมองเห็น นอกจากนี้ใช้อวัยวะรับสัมผัสที่อยู่บริเวณหนวด ขาส่วน tarsus และปาก กลิ่นบางชนิดมีส่วนในการกระตุ้นหรือยับยั้งการอยากกินอาหาร[8] เมื่อแมลงวันหัวเขียวสัมผัสอาหาร อวัยวะรับการสัมผัสบริเวณ tarsus จะส่งความรู้สึกผ่านเส้นประสาท ventral nerve trunk และ recurrent nerve มีผลให้ปากของแมลงวันยืดออกมา[9]

2) **การกินอาหาร** ตัวเต็มวัยมีปากชนิดซับดูด แมลงวันหัวเขียวกินอาหารเหลวเป็นหลัก น้ำย่อยจากต่อมน้ำลายสามารถละลายอาหารที่เป็นของแข็งและทำให้แมลงวันซับดูดอาหารเข้าไปได้

ตัวเต็มวัยแมลงวันมีระบบประสาทที่ควบคุมไม่ให้กินอาหารมากเกินไป อาศัยอวัยวะรับความตึง (stretch receptor) บริเวณทางเดินอาหารส่วนต้น ในแมลงวันหัวเขียว *Phormia regina* อวัยวะรับความตึงเป็นเซลล์ประสาท 2 ขั้วจำนวน 2 เซลล์และมีเส้นประสาทต่อเป็นสาขาของ recurrent nerve เมื่อมีอาหารในทางเดินอาหารส่วนต้นมากพอสมควร จะกระตุ้นเซลล์ประสาทนี้และส่งกระแสประสาทป้อนกลับให้แมลงวันกินน้อยลง[10] มีการศึกษาพบว่าแมลงวันสามารถผลิตสารคล้ายกับ serotonin จากส่วนบนของปมประสาทอกและท้อง มีการทดลองฉีดสาร serotonin เข้าไปในแมลงวันหัวเขียวเพศเมีย สารดังกล่าวมีผลยับยั้งการกินอาหารประเภทโปรตีน[11]

Greenberg รายงานไว้ในปี พ.ศ. 2514 ว่า ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวผลิตหยดของอาหารแล้วสำรอกออกมาที่ปลายปาก หยดอาหารนี้จะมีเชื้อโรคอยู่ด้วย[12] พฤติกรรมดังกล่าวอาจเรียกว่า การผลิตหยดของเหลวออกมาที่ปลายปาก หรือ การสำรอก (bubbling behavior หรือ regurgitation)[13] (รูปที่ 5.4) ในตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Phormia regina* ทั้งสองเพศมีพฤติกรรมนี้โดยไม่มีความแตกต่างกัน กรณีที่อาหารเป็นพวกน้ำหวานหรือน้ำตาลซูโครส เวลาทั้งหมดของแมลงวันที่สร้างหยดอาหารของทั้งสองเพศ เฉลี่ยประมาณ 9.4 นาที แต่ระยะเวลาที่หยดอาหารปรากฏอยู่ที่ปลายปากนานประมาณ 7 นาที จำนวนหยดของอาหารที่เป็นน้ำหวานเฉลี่ย 19.8 แต่ถ้าอาหารเป็นตับ จำนวนหยดอาหารเฉลี่ย 24.6[13] พฤติกรรมดังกล่าวเชื่อมโยงกับการเป็นพาหะนำพาเชื้อโรคของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว

❖ อายุขัยของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว

อายุขัยของแมลงวันหัวเขียวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้น ตัวเต็มวัยของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ทั้งสองเพศที่เลี้ยงไว้ ในห้องปฏิบัติการ ณ อุณหภูมิ 25 ถึง 29 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 มีอายุขัยนาน 54 วัน อย่างไรก็ตามพบว่าแมลงวันในรุ่นเดียวกันบางตัวมีอายุมากกว่าค่าเฉลี่ย บางตัวมีอายุได้นานถึง 90 วัน แมลงวันหัวเขียวมีอายุขัยนานขึ้นเมื่อความชื้นในสิ่งแวดล้อมลดลง พบว่าที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 40 ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวทั้งสองเพศมีอายุขัยเฉลี่ยเท่ากับ 64 วัน และบางตัวอยู่ได้นานถึง 105 วัน[14]

รูปที่ 5.4 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวผลิตหยดของเหลวออกมาที่ปลายปาก *(ภาพโดยครรชิต ธำรงรัตนฤทธิ์)*

Gabre และคณะ[15] รายงานการเลี้ยงแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya mega cephala* ในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิคงที่ (26 องศาเซลเซียส) มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 ถึง 70 พบว่าตัวเต็มวัยเพศผู้มีอายุขัยเฉลี่ย 25.3 วัน ส่วนเพศเมียมีอายุขัยเฉลี่ย 25.8 วัน ส่วนการเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในกรงเลี้ยงขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ความยาว 30 เซนติเมตร ความสูง 30 เซนติเมตร โดยไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น แต่ปล่อยให้เป็นไปตามสภาพธรรมชาติของห้องเลี้ยงแมลงที่เปิดโล่ง พบว่าแมลงวันหัวเขียวมีอายุขัยเฉลี่ย 30.2 ถึง 34.8 วัน และมีจำนวนน้อยมากที่มีอายุเกิน 50 วัน นอกจากนี้ผู้นิพนธ์ได้สังเกตพบว่าเมื่อให้แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* อดอาหาร โดยงดให้สารละลายน้ำตาลร้อยละ 10 ผสมวิตามินรวม นาน 48 ชั่วโมง ทำให้แมลงวันร้อยละ 60 ตาย และแมลงวันตายหมดเมื่ออดอาหารนาน 72 ชั่วโมง

❖ แหล่งที่อยู่และการออกหากินของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว

ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวแต่ละชนิด มีแหล่งที่อยู่อาศัยต่างกัน สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม[16] คือ

1) กลุ่มที่มีแหล่งที่อยู่เดียวกัน หรือใกล้ชิด กับแหล่งที่อยู่อาศัยของมนุษย์ (eusynanthropic fly) แมลงวันกลุ่มนี้อาศัยหากินและวางไข่บริเวณบ้าน กองขยะ สิ่งปฏิกูลและฟาร์มปศุสัตว์ เช่น *Chrysomya megacephala, Lucilia sericata*, *Calliphora vicina* (bluebottle fly)

2) กลุ่มที่อาศัยอยู่บริเวณเดียวกับแหล่งอาศัยของมนุษย์เป็นบางครั้ง (hemi synanthropic fly) เช่น *Lucilia illustris, Calliphora vomitoria*, *Achoetandrus albiceps*

3) กลุ่มที่อาศัยอยู่นอกบริเวณแหล่งอาศัยของมนุษย์ (asynanthropic fly) เช่น อยู่ในป่าลึก เช่น *Chrysomya thanomthini*

แมลงวันหัวเขียวกลุ่มที่มีแหล่งที่อยู่เดียวกันหรือใกล้ชิดกับมนุษย์เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญทางการแพทย์ ตามปกติตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวมักบินอยู่ภายในสิ่งแวดล้อมของชุมชน แต่สามารถบินได้ไกลถึง 20 กิโลเมตรภายใน 1 วัน[17] ตัวเต็มวัยส่วนใหญ่เคลื่อนที่ได้ว่องไว (active) และออกหาอาหารในช่วงกลางวัน (รูปที่ 5.5) และหลังจากกินอาหารแล้ว ตัวเต็มวัยมักเกาะตามใบไม้หรือกิ่งไม้บริเวณที่ใกล้แหล่งอาหารนั้นสักครู่ ก่อนที่จะบินจากไปจากแหล่งอาหาร (รูปที่ 5.6)

รูปที่ 5.5 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว กินอาหารที่เป็นเหยื่อล่อช่วงกลางวันประมาณ 10 นาฬิกา *(ภาพโดยครรชิต ธำรงรัตนฤทธิ์)*

รูปที่ 5.6 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว เกาะกิ่งไม้หลังจากกินอาหาร สังเกตจากท้องที่พองมาก *(ภาพโดยครรชิต ธำรงรัตนฤทธิ์)*

❖ ปัจจัยที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว

ปัจจัยที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ **ปัจจัยทางกายภาพของสิ่งแวดล้อม** เช่น ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล สภาพแวดล้อมของที่อยู่อาศัยของมนุษย์ สภาพของพืชพรรณไม้ และ **ปัจจัยทางชีวภาพของตัวแมลงวัน** เช่น ความสามารถในการกินอาหารได้หลายชนิด การปรับตัวของแมลงวันแต่ละชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

• ปัจจัยทางกายภาพของสิ่งแวดล้อม

มีรายงานว่า ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล สภาพแวดล้อมของที่อยู่อาศัยของมนุษย์ สภาพของพืชพรรณไม้ มีผลต่อการดำรงชีวิตของแมลงวันหัวเขียวบริเวณชายฝั่งสาธารณรัฐเปรู ในบริเวณที่สูงเหนือระดับน้ำทะเลมากแมลงวันหัวเขียวมีสภาพการดำรงชีวิตลำบากยิ่งขึ้น เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีพืชพรรณไม้น้อยลง ทำให้แหล่งอาหารลดน้อยลง ในขณะที่ความชื้นและอุณหภูมิลดต่ำลง แต่มีความแปรปรวน ของอุณหภูมิระหว่างกลางวันและกลางคืนมากขึ้น ความเร็วลมเพิ่มขึ้น ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้จะจำกัดชนิดของแมลงวันหัวเขียวที่พบ[18] สภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยของมนุษย์ มีผลทั้งเป็นแหล่งอาหารและแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวัน ในราชอาณาจักรไทยพบแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ตามแหล่งอาศัยของมนุษย์ หรือตลาดสดในส่วนที่ขายเนื้อสัตว์ ส่วนในสหพันธ์สาธารณรัฐประชา

ธิปไตยเอธิโอเปีย มีรายงานพบแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* บริเวณที่ฆ่าสัตว์และบริเวณที่มีอุจจาระ[19]

แมลงวันหัวเขียวที่สามารถดำรงชีวิตจากการกินอาหารได้หลากหลาย สามารถพบกระจายได้ในบริเวณกว้าง เช่น แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* สามารถกินอาหารได้หลายชนิด จึงพบมากที่สุดในราชอาณาจักรไทย[20-22] และมาเลเซีย[23] แมลงวันหัวเขียว *Cochliomyia macellaria, Chrysomya putoria* และ *Lucilia eximia* สามารถกินอาหารได้หลายชนิด รวมทั้งอุจจาระมนุษย์และมูลสัตว์ ผลไม้ ซากสัตว์ ทำให้พบมากแถบบริเวณชายฝั่งของสาธารณรัฐเปรู[18]

• ปัจจัยทางชีวภาพของตัวแมลงวัน

ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวของแมลงวันหัวเขียวที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่ง คือ ความสามารถของแมลงวันหัวเขียวในการปรับตัวเข้ากับอุณหภูมิ แมลงวันหัวเขียวแต่ละชนิดมีความสามารถในการปรับตัวแตกต่างกัน[16] แมลงวันบางชนิดสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เฉพาะที่ คืออาศัยในบริเวณที่มีช่วงอุณหภูมิแคบ (stenothermal) ไม่สามารถปรับตัวต่อความร้อนหรือหนาวที่ไม่แน่นอนได้ ในขณะที่แมลงวันหัวเขียวบางชนิด สามารถปรับตัวต่อสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างได้ดี ปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการกระจายตัวของแมลงวันหัวเขียว ตัวอย่างเช่น แมลงวันหัวเขียว *Calliphora vicina* สามารถอยู่ในเฉพาะบริเวณที่มีอากาศเย็น ทำให้มีรายงานพบเฉพาะประเทศที่อากาศเย็นเช่น สาธารณรัฐประชาชนจีน และสาธารณรัฐอินเดียบางส่วน ในขณะที่แมลงวันหัวเขียว *Calliphora vomitoria* (รูปที่ 5.7) สามารถอยู่ได้ทั้งในบริเวณที่อุณหภูมิสูงและต่ำ ทำให้พบได้ทั้งบริเวณที่มีอากาศเย็นและบริเวณที่มีอากาศร้อน[24] แมลงวันหัวเขียว *Lucilia pallescens* พบได้เฉพาะทางตอนใต้ของสหรัฐอเมริกาเท่านั้น ในขณะที่แมลงวันหัวเขียว *Lucilia sericata* มีความสามารถในการปรับตัวได้ดีต่อสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกันมากๆ จึงพบแมลงวันชนิดนี้ทั่วโลก[16] การปรับตัวของแมลงวันต่ออุณหภูมิที่ไม่แน่นอนมีได้หลายวิธีเช่น มีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันที่อุณหภูมิต่างกัน มีการจำศีล (diapause) ซึ่งเป็นการตอบสนองทางสรีรวิทยาโดยการอยู่นิ่งๆ เพื่อการเจริญเติบโตที่ช้าลง เมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น อากาศเย็นหรือแห้งแล้งมาก[25]

รูปที่ 5.7 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Calliphora vomitoria* ที่ดอยอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ระดับความสูง 2,444 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ปรับตัวต่อสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างได้ดีมาก ทำให้มีการกระจายตัวในหลายภูมิภาคของโลก (รายละเอียดแสดงในบทที่ 2) จากประสบการณ์ของผู้นิพนธ์และคณะ ในการออกสำรวจแมลงวันหัวเขียวในหลายจังหวัดทางภาคเหนือของราชอาณาจักรไทย พบแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ตามแหล่งอาศัยของมนุษย์ หรือตลาดสดในส่วนที่ขายเนื้อสัตว์ โดยพบมากที่สุดในฤดูร้อน แต่พบได้น้อยลงในฤดูหนาว[26]

แมลงวันหัวเขียวที่มีสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนหรือดักแด้คล้ายคลึงกัน แต่พฤติกรรมและการกระจายตัวของตัวเต็มวัยอาจแตกต่างกันได้ แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* และ *Achoetandrus albiceps* มีสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนที่คล้ายกันมาก ตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวันทั้งสองชนิดมี tubercle ยื่นออกมาทางด้านบนและด้านข้างลำตัว ทำให้ถูกเรียกว่าหนอนขนเช่นเดียวกัน แต่แหล่งที่พบแมลงวันทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันมาก โดย *Achoetandrus rufifacies* พบในประเทศแถบโลกตะวันออกที่รวมเขต Indo-Malay และเขต Australasia ส่วน *Achoetandrus albiceps* พบในแถบ Palaearctic (รายละเอียดของเขตภูมิศาสตร์สัตว์แสดงในบทที่ 2) ปัจจุบันแมลงวันหัวเขียวทั้งสองชนิดแพร่กระจายเข้าสู่ทวีป

อเมริกา[27] โดย *Achoetandrus rufifacies* แพร่สู่สหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2525 และปัจจุบันพบในแคนาดา[28]

❖ การผสมพันธุ์ของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว

การผสมพันธุ์ของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวมีการศึกษาไว้ไม่มากนัก ผู้นิพนธ์ไม่พบรายงานการศึกษาในเรื่องพฤติกรรมการเลือกคู่ หรือปัจจัยที่กระตุ้นความต้องการผสมพันธุ์ของแมลงวันหัวเขียว เรื่องดังกล่าวเป็นเรื่องที่น่าสนใจ และควรมีการศึกษาต่อไป แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* เพศผู้สามารถผสมพันธุ์ได้ครั้งแรก ตั้งแต่วันที่ 2 หลังออกจากดักแด้ แต่การผสมพันธุ์ของแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ช้ากว่าปกติในช่วงฤดูร้อนโดยส่วนใหญ่ผสมพันธุ์เมื่ออายุ 3 ถึง 7 วัน[29] ระหว่างการผสมพันธุ์ของแมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* ตัวอสุจิจะถูกดันเข้าสู่ถุงเก็บอสุจิของเพศเมียโดยตรง ซึ่งเป็นช่วงเวลาภายใน 2 นาทีหลังจากเริ่มผสมพันธุ์ การเคลื่อนย้ายของตัวอสุจิไปสู่ถุงเก็บอสุจิจะเสร็จสิ้นเมื่อสิ้นสุดการผสมพันธุ์ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 11 นาที[30]

ไข่

❖ การวางไข่

ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวส่วนใหญ่ออกลูกเป็นไข่ (oviparous) ยกเว้นแมลงวันหัวเขียวบางสกุลหรือบางชนิดที่ออกลูกเป็นตัวอ่อน (larviparous)[31] เช่น *Catapicephala micans, Calliphora (Paracalliphora) fulviceps* และ *Caiusa testacea*[32]

แมลงวันหัวเขียวเพศเมียวางไข่ได้มากถึง 300 ฟองต่อครั้ง ในช่วงชีวิตสามารถวางไข่ได้ประมาณ 3 หรือ 4 ครั้ง[16] ทำให้ไข่ที่วางทั้งหมดอาจมากถึง 2,000 ฟอง[33] แต่ในบางรายงานระบุว่า ตลอดชีวิตของแมลงวันเพศเมียสามารถวางไข่ได้มากถึง 10 ครั้ง คิดเป็นจำนวนไข่รวมมากถึง 3,000 ฟอง[34] แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ วางไข่ครั้งแรกเมื่ออายุได้ 8 ถึง 9 วัน[14] จำนวนไข่ที่แมลงวันชนิดนี้วางในแต่ละครั้งประมาณ 220 ฟอง ในรายงานที่เลี้ยงตัวเต็มวัยในห้องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ที่ 26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ

60 ถึง 70 แมลงวันสามารถออกไข่เฉลี่ย 223.7 ฟองต่อตัวต่อครั้ง[15] ส่วนอีกรายงานมีการเลี้ยงแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* โดยใช้ปลาฮอดสดเป็นอาหาร ทำให้เพศเมีย 1 ตัวออกไข่เฉลี่ย 221 ฟองต่อครั้ง (151 ถึง 228 ฟอง) และอัตราส่วนเพศผู้และเพศเมียในรุ่นลูกเป็น 1:1[35] ส่วนแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* ออกไข่ได้เฉลี่ย 210 ฟองต่อครั้ง และสูงสุดได้ 368 ฟองต่อครั้ง[36] (รูปที่ 5.8) ระยะไข่ของแมลงวันหัวเขียวกินเวลาประมาณ 12 ถึง 24 ชั่วโมงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ช่วงเวลาที่ยังเป็นไข่นี้ภายในไข่มีการพัฒนาและเจริญเพื่อกลายเป็นตัวอ่อนระยะที่ 1

รูปที่ 5.8 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงกลุ่มไข่แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* (ลูกศรชี้) บนไข่ตุ๋น ที่ใช้เป็นอาหารสำหรับการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

สถานที่สำหรับวางไข่ของแมลงวันหัวเขียวในธรรมชาติ คือบริเวณที่มีแหล่งอาหารโปรตีน และมีความชื้นสูง เช่น กองขยะ อุจจาระมนุษย์ มูลสัตว์ แหล่งเน่าเปื่อย สิ่งขับถ่าย สิ่งปฏิกูล เศษอาหารเนื้อสัตว์ เศษเครื่องในสัตว์ บริเวณขายเนื้อสัตว์หรือซากสัตว์ ซากปลาในเขตตลาดสดหรือเขตประมง จากประสบการณ์วิจัยของผู้นิพนธ์ พบว่าการวางไข่ของแมลงวันหัวเขียวในศพมนุษย์หรือซากสัตว์ มักเกิดขึ้นตามช่องของร่างกายที่มีความชื้นสูง เช่น ตา หู จมูก ปาก ทวารหนัก และรอย

บาดแผล อย่างไรก็ตามมีรายงานการวางไข่ที่แปลกไปกว่าการวางไข่ปกติ เช่น รายงานจากมาเลเซียที่พบว่า แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala, Chryso mya pinguis*, *Chrysomya chani* และ *Achoetandrus rufifacies* ชอบวางไข่บริเวณขนทั่วร่างกายของแมวและลิง[37] และรายงานจากรัฐบริติชโคลัมเบียของแคนาดา ที่พบว่าแมลงวันหัวเขียวสกุล *Eucalliphora* และสกุล *Calliphora*[38] โดยเฉพาะชนิด *Calliphora vicina*[16] สามารถวางไข่ในซากสุกรที่ถูกฝังอยู่ในดินได้ โดยแมลงวันจะวางไข่บนดินบริเวณที่มีคราบเลือดหรือตอบสนองต่อแก๊สที่ออกมาจากศพ[38] ส่วนแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวันหัวเขียว *Caiusa testacea* คือกองไข่กบ[3]

• การวางไข่ในเวลากลางคืน

ปกติแมลงวันหัวเขียววางไข่ในเวลากลางวัน แต่มีรายงานถึงการวางไข่ในเวลากลางคืนโดย Greenberg[39] ต่อมามีรายงานเพิ่มขึ้นในแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala, Achoetandrus rufifacies* และ *Calliphora vicina*[40] อย่างไรก็ตาม จำนวนไข่ในการวางไข่กลางคืนจะน้อยกว่าในการวางไข่ช่วงกลางวัน ในทางตรงข้าม การศึกษาในมลรัฐเทกซัส สหรัฐอเมริกา พบว่าแมลงวันหัวเขียว *Lucilia eximia* และ *Cochliomyia macellaria* สามารถวางไข่บนเนื้อบดได้ในตอนกลางคืน แต่ต้องให้แสงสว่างของแสงอย่างน้อย 1,500 แรงเทียน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่า[41] Amendt และคณะ[42] ได้ทำการศึกษาบริเวณตอนกลางของสหภาพยุโรปและสรุปว่าการวางไข่ในเวลากลางคืนไม่ใช่เป็นเรื่องปกติของแมลงวันหัวเขียว กรณีดังกล่าวอาจเกิดได้จากสภาพการณ์ที่ไม่ปกติ เช่น อุณหภูมิที่สูงขึ้น หรือเพศเมียมีไข่ที่แก่จัดและต้องการวางไข่ รายงานนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Wooldridge และคณะในปี พ.ศ. 2551 กับแมลงวันหัวเขียว *Calliphora vomitoria* และ *Lucilia sericata* ในอุโมงค์ลม พบว่าในความมืดหรือที่มีความเข้มของแสงน้อย แมลงวันหัวเขียวทั้งสองชนิดไม่สามารถเข้าหาเหยื่อที่มีกลิ่นได้[43] จากประสบการณ์ของผู้นิพนธ์ที่พบเห็นแมลงวันหัวเขียวในเวลากลางคืนน้อยมาก และได้ทดลองวางเหยื่อล่อและกับดักในย่านชุมชนเมือง ของอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ในเวลากลางคืนที่ไม่มืดสนิท มีแสงสว่างจากหลอดไฟฟ้า ระหว่าง 21.00 นาฬิกา ถึง 5.00 นาฬิกาของวันรุ่งขึ้น ไม่พบแมลงวันมาวางไข่ เข้าในกรงดักหรือบินอยู่รอบกรง แต่หลังจากมีแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ ระหว่าง 5.00 ถึง 7.00 นาฬิกา มีแมลงวันเป็นจำนวนมาก รวมทั้งแมลงวันหัวเขียว ที่เข้ามาบริเวณเหยื่อและบางส่วนบินเข้าไปในกรงดัก ทำให้

ผู้นิพนธ์เชื่อว่าการวางไข่ในเวลากลางคืนของแมลงวันมีได้น้อยมาก ยกเว้นในเขตชุมชนที่มีแสงสว่างจากหลอดไฟฟ้ามาก เช่นในตลาดที่เปิดขายในเวลากลางคืน หรือในโรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น

• การออกจากไข่

ตัวอ่อนระยะที่ 1 จะดันตัว ทำให้ด้านในของ median area แยกออกจากกัน ส่วนของ hatching line ซึ่งเป็นส่วนที่เปราะบางที่สุดปริออกจากกัน (รูปที่ 3.40A,F) และทำให้ตัวอ่อนระยะที่ 1 สามารถดันตัวออกมาจากเปลือกไข่ได้

ตัวอ่อน

แมลงวันหัวเขียวมีระยะตัวอ่อนทั้งหมด 3 ระยะคือ ตัวอ่อนระยะที่ 1 ตัวอ่อนระยะที่ 2 และตัวอ่อนระยะที่ 3 ตัวอ่อนทั้งสามระยะเป็นช่วงที่กินอาหาร ยกเว้นตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลายที่ไม่กินอาหาร ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวกินอาหารกลุ่มโปรตีนหลากหลายชนิด ส่วนมากเป็นซากสัตว์หรือซากศพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งศพที่ตายใหม่ นอกจากนี้กินอาหารจากบริเวณกองขยะ หรืออุจจาระ แต่ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวบางชนิดกินอาหารต่างออกไป เช่น *Lucilia eximia* นอกจากกินซากสัตว์แล้วยังสามารถกินเนื้อเยื่อสัตว์ที่ยังมีชีวิตอยู่[44]

ระยะตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียวเลี้ยงที่อุณหภูมิประมาณ 26 องศาเซลเซียส กินเวลา 9 ถึง 20 วัน ขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงวันหัวเขียว แต่ถ้าลดอุณหภูมิให้ต่ำลงจะยืดระยะเวลาตัวอ่อนได้นานขึ้นอาจถึง 2 ถึง 3 เดือน[34] ระยะตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* กินเวลาประมาณ 130 ชั่วโมง เมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิคงที่ ที่ 26 องศาเซลเซียส[15]

❖ การกินกันเองของตัวอ่อน

ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวบางชนิด มีพฤติกรรมการกินตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียวชนิดอื่น (predation) หรือกินตัวอ่อนชนิดเดียวกันเอง (cannibalism) เหตุการณ์นี้มักในตัวอ่อนระยะที่ 3 มากกว่าตัวอ่อนระยะที่ 2[45] ในขณะที่ขาดแคลนอาหารหรือมีจำนวนตัวอ่อนมากเกินไป[46] ตัวอ่อนระยะที่ 3 จะใช้ลำตัวที่อ้วน แข็งแรง และ

tubercle ที่แข็งบริเวณด้านหลังและด้านข้างในการรัดเหยื่อไว้ และใช้ mouth hook ที่แข็งแรงกัดเหยื่อ[45] แมลงวันหัวเขียวที่มีพฤติกรรมการกินกันเอง เช่น *Achoetandrus albiceps* และ *Achoetandrus rufifacies* เป็นที่น่าสังเกตว่า ตัวอ่อนระยะที่ 2 หรือระยะที่ 3 ของแมลงวันหัวเขียวทั้งสองชนิด ผนังลำตัวด้านบนและด้านข้างมี tubercle ยื่นออกมา ซึ่งเป็นกลุ่มของหนอนขน ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3

แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus albiceps* มีการกินกันเองในตัวอ่อนระยะที่ 3 ทั้งนี้ ตัวอ่อนระยะที่ 1 ปากที่ยังเจริญไม่เต็มที่ ไม่สามารถกัดเหยื่อได้ และตัวอ่อนระยะที่ 2 ยังไม่มีพฤติกรรมการกินกันเอง[47] จากการศึกษาของ Faria และคณะ[48] ในห้องปฏิบัติการพบว่า ตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus albiceps* สามารถกินตัวอ่อนระยะที่ 2 ของชนิดเดียวกัน ซึ่งแตกต่างจาก *Achoetandrus rufifacies* ที่มีการกินกันเองตั้งแต่ช่วงตัวอ่อนระยะที่ 2[49] หากเลี้ยงตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* และ *Chrysomya megacephala* ในกล่องเลี้ยงเดียวกัน พบว่า *Achoetandrus rufifacies* ใช้ tubercle ที่แข็งมาก ไล่ตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ให้ไปไกลจากอาหารได้[50]

❖ การเคลื่อนที่ของตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลายเพื่อเตรียมเข้าดักแด้

ตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลาย มีการเคลื่อนไหวน้อยลงและหยุดกินอาหาร เปลี่ยนเป็นระยะเตรียมเข้าดักแด้ (prepupa, pharate pupa) ตัวอ่อนระยะนี้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่างๆ เช่น ไม่รับรู้ต่อกลิ่น ชอบอยู่ที่อุณหภูมิต่ำกว่า และต้องการความชื้นที่น้อยลง แต่พฤติกรรมการหลีกเลี่ยงแสงยังคงมีอยู่ ดังนั้นตัวอ่อนระยะนี้จึงมีการเคลื่อนที่ (post-feeding larval dispersal) ไปหาบริเวณที่มีความเย็นกว่าและแห้งกว่า เช่น ผิวขยะ ใต้กองขยะหรือพื้นดิน ตัวอ่อนมักอยู่รวมกันเป็นกลุ่มจำนวนมาก อาจกลุ่มละหลายร้อยหรือหลายพัน ช่วงเวลาของการเคลื่อนที่ไปหาบริเวณที่แห้งกว่านั้น ขึ้นอยู่กับสภาพสิ่งแวดล้อม อาจใช้เวลาหลายชั่วโมงหรือหลายวัน[51] มีรายงานว่าแมลงวันหัวเขียวใช้เวลามากถึง 4 วันในการศึกษาที่มลรัฐฮาวาย สหรัฐอเมริกา[52] ส่วนแมลงวันหัวเขียว *Lucilia sericata* ใช้เวลา 3 ถึง 4 วัน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ[53] การเคลื่อนที่ของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวระยะนี้ ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการใช้เวลาสั้นกว่าในธรรมชาติ เนื่องจากมีการจัดพื้นที่เย็นกว่าและแห้งกว่าไว้ให้ในกล่องเลี้ยงแมลงวัน

การเคลื่อนที่ของตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลายของแมลงวันหัวเขียวมีการศึกษาไว้หลายรายงาน พบว่า แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* ที่อยู่ในศพ จะเคลื่อนไปอยู่บริเวณเสื้อผ้าของศพ[54] ส่วนระยะทางที่ตัวอ่อนสามารถเคลื่อนที่ไปได้ขึ้นกับชนิดของแมลงวัน โดยที่ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus albiceps* สามารถเคลื่อนไปได้ไม่เกิน 20 เซนติเมตรจากบริเวณที่อยู่เดิม[55] ในขณะที่ตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียว *Cochliomyia macellaria, Lucilia sericata* และ *Phormia regina* สามารถเคลื่อนไปได้ไกลกว่า แต่ไม่เกิน 4.6 เมตร[56]

ดักแด้

ระยะดักแด้เป็นช่วงระยะที่ยาวนานที่สุดในวัฏจักรชีวิตแมลงวันหัวเขียว ช่วงก่อนเป็นตัวเต็มวัย จุดด้อยของระยะดักแด้คือไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ทำให้ถูกกินโดยสัตว์อื่นง่าย ในธรรมชาติสามารถพบดักแด้แมลงวันหัวเขียวได้ตามพื้นดินหรือใต้ดินร่วนซุย ในบางครั้งอาจพบดักแด้บางตัวอยู่ในใต้ดินได้ลึกหลายนิ้วจากผิวดิน

การเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะจากตัวอ่อนเป็นดักแด้ เรียกว่า การสร้างดักแด้ (pupa formation) ซึ่งประกอบด้วย 2 ขบวนการคือ pupariation และ pupation[16]

pupariation เป็นกระบวนการหดตัวของผิวหนังภายนอกของตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลายทำให้ผิวหนังสีคล้ำขึ้น แข็งขึ้น และหดส่วนหัวเข้าไปภายในลำตัวเพื่อกลายเป็นดักแด้ ที่มีโครงสร้างภายนอกคงทนมากเรียกว่า puparium โครงสร้างนี้อาจคงทนได้นานหลายร้อยปี[34] pupariation เริ่มขึ้นหลังจากการเคลื่อนที่ของตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลายไปยังที่แห้งและเย็นกว่าที่อยู่เดิม จากนั้นมีการกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมผ่านทางระบบประสาทส่วนกลางไปยัง ring gland ซึ่งเป็น neuro secretory structure อยู่บริเวณสมองของตัวอ่อน ring gland มีการตอบสนองต่อการกระตุ้นโดยหลั่งฮอร์โมน ecdysone ออกมา ฮอร์โมนดังกล่าวทำให้ตัวอ่อนเคลื่อนตัวช้าลง ผิวลำตัวหด ส่วนต่างๆ ของลำตัวได้แก่ ปล้องหัว อกปล้องที่ 1 และอกปล้องที่ 2 ของตัวอ่อนหดตัวเว้าเข้าไปภายใน กล้ามเนื้อตามยาวของผนังลำตัวหดตัว การสูญเสียน้ำที่ผิวลำตัวมีอย่างรวดเร็ว ผนังลำตัวมีการแข็งตัวและสีเข้มขึ้นโดยเปลี่ยนจากสีน้ำตาลอ่อนเป็นสีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลเกือบดำในที่สุด[16] จากการทดลองพบว่าเมื่อตัด ring gland ออกจากตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวทำให้ตัวอ่อนไม่มีการเข้าดักแด้ แต่เมื่อฉีดฮอร์โมน ecdysone เข้าไป ตัวอ่อนมีการหดตัว และสีเข้มขึ้น[57]

pupation เป็นกระบวนการสร้างดักแด้ภายใน puparium มีการศึกษาดักแด้ของแมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* พบว่าแมลงวันหัวเขียวที่กำลังเจริญเป็นตัวเต็มวัยภายใน puparium มีสัณฐานวิทยาแตกต่างกันในแต่ละอายุ และสามารถจำแนกได้เป็น 7 ระยะ สัณฐานวิทยาดังกล่าวสามารถใช้ในการบอกอายุของดักแด้ได้[58] และให้ค่าแน่นอนกว่าการประมาณอายุจากสีของดักแด้ ซึ่งเริ่มจากสีขาวนวล น้ำตาลอ่อน น้ำตาลเข็มจนถึงเกือบดำ มีรายงานว่าขบวนการ pupation ใช้เวลาระหว่าง 6 ถึง 12 วันที่อุณหภูมิ 26.7 องศาเซลเซียส[16] แต่สำหรับแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* ใช้เวลา 5.5 ถึง 6.8 วันที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส[59]

❖ สารที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนและดักแด้

สารบางชนิดสามารถส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโต ของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวได้ มีการศึกษาโดยเพิ่มวิตามินซีในปริมาณน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 มิลลิกรัม/กรัม หรือวิตามินอีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.01 IU/กรัม ไม่มีผลเด่นชัดต่อการเจริญเติบโตและอายุขัยของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* อย่างไรก็ตาม การเพิ่มวิตามินซีในปริมาณมากกว่าหรือเท่ากับ 15 มิลลิกรัม/กรัม ทำให้ดักแด้มีขนาดเล็กลงแต่มีอายุขัยที่นานขึ้น ส่วนการเพิ่มวิตามินอีมากกว่าหรือเท่ากับ 0.015 IU/กรัม ทำให้ดักแด้มีขนาดเล็กลงและอายุขัยสั้นลง[60] นอกจากนี้มีรายงานว่า การเติมยา hyoscine butylbromide ที่มีชื่อการค้าว่า buscopan ซึ่งเป็นยาระงับการเกร็งตัวของอวัยวะท่อกลวง ลงในอาหารสำหรับเลี้ยงตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ส่งผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อนช้าลง และเมื่อความเข้มข้นของยาสูงขึ้น ทำให้แมลงวันเจริญช้าลงมากขึ้น[61] มอร์ฟีนและอะเซตามิโนเฟน (หรือพาราเซตามอล) เป็นสารและยาที่พบได้ในศพที่มีการใช้ยาหรือสารเหล่านี้เกินขนาด แต่จากการทดลองพบว่าทั้งมอร์ฟีนและอะเซตามิโนเฟนไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียวอย่างมีนัยสำคัญ[62;63] นอกจากนี้มีรายงานพบว่า ยาฆ่าพยาธิ ivermectin และ closantel ในความเข้มข้นสูง สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* ได้[64]

สรุป

วัฏจักรชีวิตของแมลงวันหัวเขียว เป็นการเปลี่ยนสัณฐานแบบสมบูรณ์ ประกอบด้วย 4 ระยะ คือ ไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ชีววิทยาของแมลงวันหัวเขียวในระยะต่างๆ มีความแตกต่างกัน ตัวเต็มวัยคือระยะของแมลงวันหัวเขียวที่มีปีก กินอาหารและผสมพันธุ์ได้ ตัวเต็มวัยที่ออกจากดักแด้ใหม่ๆ มีลำตัวอ่อนนุ่ม สีเทาอ่อน และปีกยังอยู่ติดกับลำตัวไม่สามารถทำงานได้ จากนั้นผิวลำตัวแข็งขึ้นและเปลี่ยนเป็นสีเข้ม และต้องเกาะพักก่อนที่ปีกแข็งแรงและบินได้ ตัวเต็มวัยใช้เวลาส่วนใหญ่ในการกินอาหารจากหลายแหล่งในธรรมชาติ แหล่งอาหารที่สำคัญคือน้ำหวานจากดอกไม้ นอกจากนี้ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวบางชนิดกินอาหารชนิดอื่นได้ เช่น อุจจาระมนุษย์ น้ำจากผลไม้ ซากศพ เป็นต้น ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวสามารถหาแหล่งอาหารโดยใช้ตา และอวัยวะรับสัมผัส ที่อยู่บริเวณหนวด ขาส่วน tarsus และปาก ปากของแมลงวันหัวเขียวเป็นชนิดซับดูด ทำให้ต้องกินอาหารเหลวเป็นหลัก น้ำย่อยจากต่อมน้ำลายสามารถละลายอาหารที่เป็นของแข็งและทำให้แมลงวันซับดูดอาหารเข้าไปได้ ส่วนอายุขัยของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้น

ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวส่วนใหญ่ออกลูกเป็นไข่ ยกเว้นแมลงวันหัวเขียวบางสกุลหรือบางชนิดที่ออกลูกเป็นตัวอ่อน แมลงวันหัวเขียวเพศเมียวางไข่ได้มากถึง 300 ฟองต่อครั้ง ในช่วงชีวิตสามารถวางไข่ได้ประมาณ 3 หรือ 4 ครั้ง สถานที่สำหรับวางไข่ของแมลงวันหัวเขียวในธรรมชาติ คือ บริเวณที่มีแหล่งอาหารโปรตีนและมีความชื้นสูง เช่น กองขยะ อุจจาระมนุษย์ มูลสัตว์ แหล่งเน่าเปื่อย สิ่งขับถ่าย สิ่งปฏิกูล เมื่อไข่ฟักเป็นตัวอ่อน ตัวอ่อนจะหากินในแหล่งอาหารเหล่านี้ แมลงวันหัวเขียวมีระยะตัวอ่อนทั้งหมด 3 ระยะกินเวลา 9 ถึง 20 วัน ประกอบด้วย ตัวอ่อนระยะที่ 1 ตัวอ่อนระยะที่ 2 และตัวอ่อนระยะที่ 3 ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวกินอาหารกลุ่มโปรตีนหลากหลายชนิด ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวบางชนิด มีพฤติกรรมกินตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียวชนิดอื่น หรือกินตัวอ่อนแมลงวันชนิดเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะขาดแคลนอาหารหรือจำนวนตัวอ่อนมีมากเกินไป ตัวอ่อนทั้งสามระยะเป็นช่วงเวลาที่มีการกินอาหารอย่างมาก ยกเว้นตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลายที่ไม่กินอาหาร และเคลื่อนที่ไปยังที่แห้งและเย็นกว่าที่อยู่เดิม เพื่อเริ่มกระบวนการเข้าดักแด้กลายเป็นระยะดักแด้ ระยะดักแด้เป็นช่วงระยะที่ยาวนานที่สุดในวัฏจักรชีวิต

แมลงวันหัวเขียวช่วงก่อนเป็นตัวเต็มวัย ภายในดักแด้มีการเจริญเติบโตเพื่อเปลี่ยนแปลงเป็นตัวเต็มวัยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Elzinga RJ. Fundamentals of entomology, 6th ed. New Jersey: Pearson Education; 2004.

[2] Wallman JF. Winged evidence: forensic identification of blowflies. Aus J Forensic Sci 2002; 34: 73-79.

[3] Kurahashi H, Chowanadisai L. Blow flies (Insecta: Diptera: Calliphoridae) from Indochina. Species Divers 2001; 6: 185-242.

[4] Martinez-Sanchez A, Rojo S, Marcos-Garcia MA. Annual and spatial activity of dung flies and carrion in a Mediterranean holm-oak pasture ecosystem. Med Vet Entomol 2000; 14: 56-63.

[5] Pickens LG, Jaworski J, Kovac B, Mills GDJr. Traps and baits for flies (Diptera) on Pacific Islands. J Med Entomol 1994; 31: 828-832.

[6] Linhares AX, Avancini RP. Ovarian development in the blowflies *Chrysomya putoria* and *C. megacephala* on natural diets. Med Vet Entomol 1989; 3: 293-295.

[7] Roy P, Dasgupta B. Behaviour of *Chrysomya megacephala* (Fabr.) and *Hemipyrellia ligurriens* (Weid.) as parasites of living animals under experimental conditions. South African J Med Sci 1971; 36: 85-91.

[8] Nisimura T, Seto A, Nakamura K, Miyama M, Nagao T, Tamotsu S, Yamaoka R, Ozaki M. Experimental effects of appetitive and nanoappetitive odors on feeding behavior in the blowfly, *Phormia regina*: A putative role for tyramine in appetite regulation. J Neurosci 2005; 25: 7507-7516.

[9] Edgecomb RS, Murdock LL, Smith AB, Stephen MD. Regulation on tarsal taste threshold in the blowfly, *Phormia regina*. J Exp Biol 1987; 127: 79-94.

[10] Gelperin A. Stretch receptors in the foregut of the blowfly. Science 1967; 157: 208-210.

[11] Haselton AT, Downer KE, Zylstra J, Stofolano Jr JG. Serotonin inhibits protein feeding in the blow fly, *Phormia regina* (Meigen). J Insect Behav 2009; 22: 452-463.

[12] Greenberg B. Flies and disease. vol. I. Ecology, classification and biotic associations. New Jersey: Princeton University Press; 1971.

[13] Stoffolano Jr JG, Acaron A, Conway M. "Bubbling" or droplet regurgitation in both sexes of adult *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae) fed various concentrations of sugar and protein solutions. Ann Entomol Soc Am 2008; 101: 964-970.

[14] Zumpt F. Myiasis in man and animals in the old world. London: Butterworths; 1965.

[15] Gabre RM, Adham FK, Chi H. Life table of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae). Acta Oecologica 2005; 27: 179-183.

[16] Greenberg B, Kunich JC. Entomology and the law. Flies as forensic indicators. UK: Cambridge University Press; 2002.

[17] Greenberg B. Flies and disease. vol. II. Biological and disease transmission. Princeton: Princeton University Press; 1973.

[18] Baumgartner DL, Greenberg B. Distribution and medical ecology of the blow flies (Diptera: Calliphoridae) of Peru. Ann Entomol Soc Am 1985; 78: 565-587.

[19] Fetene T, Worku N. Public health importance of non-biting cyclorrhaphan flies. Trans R Soc Trop Med Hyg 2009; 103: 187-191.

[20] Sucharit S, Tumrasvin W, Vutikes S. A survey on house flies in Bangkok and neighboring provinces. Southeast Asian J Trop Med Public Health 1976; 7: 85-90.

[21] Tumrasvin W, Sucharit S, Kano R. Studies on medically important flies in Thailand. IV. Altitudinal distribution of flies belonging to Muscidae and Calliphoridae in Doi Indhanondh Mountain, Chiengmai, in early summer season. Bull Tokyo Med Dent Univ 1978; 25: 77-81.

[22] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Tippanun J, Lertthamnongtham S, Vogtsberger RC, Olson JK. Survey of forensically-relevant fly species in Chiang Mai, Northern Thailand. J Vector Ecol 2003; 28: 135-138.

[23] Nazni WA, Nooraidah H, Jeffery J, Azahari AH, Mohd Noor I, Sadiyah I, Lee HL. Distribution and abundance of diurnal and noctural dipterous flies in the Federal Territory, Putrajaya. Trop Biomed 2007; 24: 61-66.

[24] Verves YG. A catalogue of Oriental Calliphoridae (Diptera). Int J Dipterol Res 2005; 16: 233-310.

[25] Ash N, Greenberg B. Developmental temperature responses of the sibling species *Phaenicia sericata* and *Phaenicia pallescens*. Ann Entomol Soc Am 1975; 68: 197-200.

[26] Lertthamnongtham S, Sukontason KL, Sukontason K, Piangjai S, Choochote W, Vogtsberger RC, Olson JK. Seasonal fluctuations in populations of the two most forensically important fly species in northern Thailand. Ann Trop Med Parasitol 2003; 97: 87-91.

[27] Tantawi TI, Greenberg B. *Chrysomya albiceps* and *C. rufifacies* (Diptera: Calliphoridae): contribution to an ongoing taxonomic problem. J Med Entomol 1993; 30: 646-648.

[28] Rosati JY, VanLaerhoven SL. New record of *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) in Canada: predicted range expansion and potential effects on native species. Can Entomol 2008; 139: 670-677.

[29] Schmidt CD, Kunz SE. Reproduction of *Chrysomya rufifacies* (Macquart) in the laboratory. Southwest Entomol 1985; 10: 163-166.

[30] Lewis CT, Pollock JN. Engagement of the phallosome in blowflies. J Entomol [A] 1975; 49: 137-147.

[31] Meier R, Kotrba M, Ferrar P. Ovoviviparity and viviparity in Diptera. Biological Rev 1999; 74: 199-258.

[32] Kurahashi H, Benjaphong N, Omar B. Blow flies (Insecta: Diptera: Calliphoridae) of Malaysia and Singapore. Raffles Bull Zool 1997; Suppl 5: 1-88.

[33] Tomberlin JK. Arthropods associated with decomposing human remains. In: Haskell NH, Williams RE (eds.), Entomology and death: A procedural guide, 2nd ed. Clemson, SC: East Park Printing; 2008: 40-70.

[34] Erzinclioglu YZ. Forensic entomology. Clin Med 2003; 3: 74-76.

[35] Esser JR. Biology of *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) and reduction of loses caused to the salted-dried fish industry in south-east Asia. Bull Entomol Res 1991; 81: 33-41.

[36] Roy DN, Siddons LB. On the life history and bionomics of *Chrysomya rufifacies* Macq. (Order Diptera, Family Calliphoridae). Parasitology 1939; 31: 442-447.

[37] Omar B, Marwi MA, Oothuman P, Othman HF. Observations on the behaviour of immatures and adults of some Malaysian sarcosaprophagous flies. Trop Biomed 1994; 11: 149-153.

[38] VanLaerhoven SL, Anderson GS. Insect succession on buried carrion in two biogeoclimatic zones of British Columbia. J Forensic Sci 1999; 44: 32-43.

[39] Greenberg B. Nocturnal oviposition behavior of blow flies (Diptera: Calliphoridae). J Med Entomol 1990; 27: 807-810.

[40] Singh D, Bharti M. Further observations on the nocturnal oviposition behaviour of blow flies (Diptera: Calliphoridae). Forensic Sci Int 2001; 120: 124-126.

[41] Kirkpatrick RS, Olson JK. Nocturnal light and temperature influences on necrophagous, carrion associating blow fly species (Diptera: Calliphoridae) of forensic importance in central Texas. Southwest Entomol 2007; 32: 31-36.

[42] Amendt J, Zehner R, Reckel F. The nocturnal oviposition behavior of blowflies (Diptera: Calliphoridae) in Central Europe and its forensic implications. Forensic Sci Int 2008; 175: 61-64.

[43] Wooldridge J, Scrase L, Wall R. Flight activity of the blowflies, *Calliphora vomitoria* and *Lucilia sericata*, in the dark. Forensic Sci Int 2007; 172: 94-97.

[44] Azeredo-Espin AML, Madeira NG. Primary myiasis in dog caused by *Phaenicia eximia* (Diptera: Calliphoridae) and preliminary mitochondrial DNA analysis of the species in Brazil. J Med Entomol 1996; 33: 839-843.

[45] Omar AH. Cannibalism and predation behaviour of the blowfly, *Chrysomyia albiceps* (Wiedemann) larvae (Diptera: Calliphoridae). J Egypt Soc Parasitol 1995; 25: 729-743.

[46] Faria LdB, Orsi L, Trinca LA, Godoy WA. Larval predation by *Chrysomya albiceps* on *Cochliomyia macellaria, Chrysomya megacephala* and *Chrysomya putoria*. Entomol Exp App 1999; 90: 149.

[47] Queiroz MMC, Mello RP, Lima MM. Morphological aspects of the larval instars of *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae) reared in the laboratory. Mem Inst Oswaldo Cruz 1997; 92: 187-196.

[48] Faria LdB, Trinca LA, Godoy WAC. Cannibalistic behavior and functional response in *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae). J Insect Behav 2004; 17: 251-261.

[49] Goodbrod JR, Goff ML. Effects of larval population density on rates of development and interactions between two species of *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in laboratory culture. J Med Entomol 1990; 27: 338-343.

[50] Shiao SF, Yeh TC. Larval competition of *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae): behavior and ecological studies of two blow fly species of forensic significance. J Med Entomol 2008; 45: 785-799.

[51] Arnott S, Turner B. Post-feeding larval behaviour in the blowfly, *Calliphora vicina*; effects on post-mortem interval estimates. Forensic Sci Int 2008; 177: 162-167.

[52] Tullis K, Goff ML. Arthropod succession in exposed carrion in a tropical rainforest on O'ahu Island, Hawaii. J Med Entomol 1987; 24: 332-339.

[53] Greenberg B. Flies as forensic indicators. J Med Entomol 1991; 28: 565-577.

[54] Higley LG, Haskell NH. Insect development and forensic entomology. In: Byrd JH, Castner JL (eds.), Forensic entomology: The utility of arthropods in legal investigations. Boca Raton: CRC Press; 2001: 287-302.

[55] Gomes L, Zuben CJ. Postfeeding radial dispersal in larvae of *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae): implications for forensic entomology. Forensic Sci Int 2005; 155: 61-64.

[56] Tessmer JW, Meek CL. Dispersal and distribution of Calliphoridae (Diptera) immatures from animal carcasses in southern Louisiana. J Med Entomol 1996; 33: 665-669.

[57] Berreur P, Fraenkel G. Puparium formation in flies: contraction to puparium induced by ecdysone. Science 1969; 164: 1182-1183.

[58] Wang H, Wang L, Li ZM. Pupal morphogenesis of *Lucilia cuprina* in different constant temperature and its significance in forensic medicine. Chin J Forensic Sci 2008; 23: 324-326.

[59] Byrd JH, Butler JF. Effects of temperature on *Chrysomya rufifacies* (Diptera:Calliphoridae) development. J Med Entomol 1997; 34: 353-358.

[60] Boonsriwong W. Effects of vitamin C and vitamin E supplementation on development and life span of blow fly *Chrysomya megacephala* (Fabricius) [thesis]. Chiang Mai (Thailand): Faculty of Medicine, Chiang Mai Univ.; 2004.

[61] Oliveira HG, Gomes G, Morlin Jr JJ, Von Zuben CJ, Linhares AX. The effect of Buscopan on the development of the blow fly *Chrysomya megacephala* (F.) (Diptera: Calliphoridae). J Forensic Sci 2009; 54: 202-206.

[62] George KA, Archer MS, Green LM, Conlan XA, Toop T. Effect of morphine on the growth rate of *Calliphora stygia* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) and possible implications for forensic entomology. Forensic Sci Int 2009; 193: 21-25.

[63] O'Brien C, Turner B. Impact of paracetamol on *Calliphora vicina* larval development. Int J Legal Med 2004; 118: 188-189.

[64] East IJ, Kerlin RL, Eisemann CH. Reduced growth of *Lucilia cuprina* larvae fed serum from sheep treated with anthelmintics. Aust Vet J 1992; 69: 286-287.

6

คุณประโยชน์และโทษ

คม สุคนธสรรพ์

ภาพโดย... ด.ญ. ณิชาภัทร สุคนธสรรพ์

คุณประโยชน์และโทษ

คุณประโยชน์	257
คุณประโยชน์ทางนิติเวชกีฏวิทยา	257
การใช้ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวในการรักษาบาดแผล	259
คุณประโยชน์ทางนิเวศวิทยา	260
คุณประโยชน์ทางเกษตรกรรม	260
โทษ	261
ตัวเต็มวัยเป็นพาหะเชิงกลนำพาเชื้อโรค	261
ตัวเต็มวัยก่อให้เกิดความรำคาญ	267
ตัวอ่อนทำให้เกิดโรคหนอนแมลงวัน	269
สรุป	276
เอกสารอ้างอิง	276

ตามที่ได้กล่าวมาในบทที่ 5 ว่า แมลงวันหัวเขียวแต่ละชนิดมีแหล่งอาศัยแตกต่างกันไป บางชนิดอาศัยอยู่ในเขตชุมชน ในขณะที่อีกหลายชนิดอาศัยอยู่ในพื้นที่ป่า แมลงวันหัวเขียวกลุ่มที่อาศัยอยู่ในชุมชน หรือในสิ่งแวดล้อมเดียวกับที่อยู่อาศัยของมนุษย์ ย่อมมีปฏิสัมพันธ์กับมนุษย์ในระบบนิเวศดังกล่าว และส่งผลกระทบต่อมนุษย์ ทั้งในทางให้คุณประโยชน์ หรือการก่อให้เกิดโทษ โดยความสัมพันธ์ระหว่างแมลงวันหัวเขียวและมนุษย์ ส่วนใหญ่เป็นไปในทางก่อให้เกิดโทษ สำหรับแมลงวันหัวเขียวที่อาศัยอยู่ในป่า แม้มีปฏิสัมพันธ์กับมนุษย์ค่อนข้างน้อย เนื่องจากแหล่งที่อยู่อาศัยแตกต่างกัน แต่แมลงวันหัวเขียวกลุ่มนี้มีประโยชน์ต่อระบบนิเวศในการกำจัดซากสัตว์ที่ตายในป่า และยังมีประโยชน์ทางด้านนิติเวชกีฏวิทยา ในกรณีพบศพมนุษย์ที่เสียชีวิตในป่า ข้อมูลจากแมลงวันที่พบในศพอาจช่วยในการประเมินเวลาการตาย สาเหตุการตาย และการเคลื่อนย้ายศพได้ อย่างไรก็ตาม หากมีการเปลี่ยนแปลงสภาพสิ่งแวดล้อม ทั้งจากการกระทำของมนุษย์หรือธรรมชาติ อาจส่งผลให้แมลงวันมีการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ และทำให้แมลงวันกลุ่มที่อยู่ในป่า มีความสัมพันธ์กับมนุษย์มากขึ้นได้ และอาจก่อให้เกิดประโยชน์หรือโทษตามมาได้ คุณประโยชน์และโทษของแมลงวันหัวเขียวมีดังต่อไปนี้

คุณประโยชน์

❖ คุณประโยชน์ทางนิติเวชกีฏวิทยา

นิติเวชกีฏวิทยาเป็นการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ ไปใช้ในการสืบสวนคดีต่างๆ หลักฐานที่เก็บได้จากที่เกิดเหตุ ช่วยในการประมวลผลและหาความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ทั้งในกรณีที่มีผู้บาดเจ็บและถูกทอดทิ้งไว้หลายวัน หรือในกรณีที่มีผู้เสียชีวิต แต่ส่วนใหญ่มักเกี่ยวกับคดีความต่างๆ ที่มีผู้เสียชีวิต ทั้งจากการเสียชีวิตเองโดยไม่ทราบสาเหตุ จากอุบัติเหตุหรือถูกฆาตกรรม อาจมีการพบศพหรือชิ้นส่วนของมนุษย์ในที่เกิดเหตุ ตำรวจและแพทย์นิติเวชทำการเก็บรวบรวมหลักฐานต่างๆ ที่อาจช่วยในการชันสูตรพลิกศพ หนึ่งในหลักฐานที่แพทย์รวบรวมคือ ตัวอย่างแมลงที่พบบริเวณศพหรือพบผู้บาดเจ็บ โดยแมลงสำคัญที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับศพหรือบาดแผลคือแมลงวันหัวเขียว โดยสามารถพบระยะไข่ ตัวอ่อน (รูปที่ 6.1) ดักแด้หรือตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว ทั้งบนศพ และบริเวณพื้นที่โดยรอบ และเก็บตัวอย่างดังกล่าวเพื่อนำมาใช้เป็นหลักฐานทางนิติเวชศาสตร์ได้

เช่น ใช้ช่วยประมาณระยะเวลาหลังการตายของศพ หรือใช้วิเคราะห์หาสาเหตุการตายของศพ เช่นในกรณีที่ผู้เสียชีวิตได้รับสารพิษ เนื่องจากสามารถตรวจวิเคราะห์หาสารพิษในตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียวได้ ซึ่งสำคัญยิ่งในกรณีที่ศพเน่ามาก และไม่สามารถใช้เนื้อเยื่อ ของเหลว หรือสิ่งอื่นมาวิเคราะห์หาสารพิษ[1;2] เป็นต้น ประโยชน์ของแมลงวันหัวเขียวทางด้านนิติเวชกีฏวิทยามีการบรรยายรายละเอียด รวมทั้งความแตกต่างของคำว่า *นิติกีฏวิทยา* และ *นิติเวชกีฏวิทยา* ในบทที่ 7 แม้ว่ามีแมลงวันหัวเขียวหลายชนิดในโลก แต่มีแมลงวันหัวเขียวบางชนิดเท่านั้นที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยา

รูปที่ 6.1 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว ที่พบในศพ *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

แมลงวันหัวเขียวที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยา ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ *Chrysomya megacephala, Achoetandrus rufifacies, Ceylonomyia nigripes, Chrysomya bezziana, Lucilia cuprina* และ *Hemipyrellia ligurriens*[3;4] ในขณะที่แมลงวันหัวเขียวที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยาในทวีปอเมริกาเหนือมีหลายชนิด รวมทั้ง *Chrysomya megacephala* และ *Achoetandrus rufifacies* ส่วนแมลงวันหัวเขียวที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยาในทวีปอเมริกาใต้มีหลายชนิดเช่นกัน ได้แก่ *Chrysomya megacephala, Achoetandrus rufifacies, Cochliomyia macellaria* และ *Lucilia* spp.[5] ผู้นิพนธ์ได้วิเคราะห์จากข้อมูลดังกล่าวนี้ พบว่ามีแมลงวันหลายชนิดที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยา โดยชนิดของ

แมลงวันแตกต่างกันไปตามภูมิภาคต่างๆ ของโลก แต่มีแมลงวันหัวเขียว 2 ชนิดคือ *Chrysomya megacephala* และ *Achoetandrus rufifacies* ที่มีรายงานว่า มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยาในหลายภูมิภาคของโลก รวมทั้งราชอาณาจักรไทย และเป็นแมลงวันหัวเขียวที่พบมากเป็นอันดับต้นๆ จากการสำรวจในภูมิภาคเขตร้อน ดังนั้นอาจสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ว่า แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* และ *Achoetandrus rufifacies* เป็นแมลงวันหัวเขียวที่มีความสำคัญทางด้านนิติเวชกีฏวิทยามากที่สุดเป็นอันดับต้นของโลก ซึ่งต้องมีการศึกษาให้ได้ความรู้ในแง่มุมต่างๆ ของแมลงวันทั้งสองชนิดนี้ต่อไป

❖ การใช้ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวในการรักษาบาดแผล

ชนเผ่ามายาในสมัยโบราณ และชาวอะบอริจินของทวีปออสเตรเลีย มีการใช้ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวในการรักษาบาดแผล[6] ต่อมามีรายงานการใช้ตัวอ่อนแมลงวันรักษาแผลของทหารในสงครามกลางเมืองของสหรัฐอเมริกา และในสงครามโลกครั้งที่ 1[7] แต่หลังจากมีการค้นพบยาปฏิชีวนะที่สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียได้รวดเร็ว ทำให้มีการใช้ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวรักษาแผลลดลง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในปัจจุบันมีอุบัติการณ์การดื้อยาปฏิชีวนะของเชื้อแบคทีเรียมากขึ้น รวมทั้งมีผู้ป่วยบางรายที่มีแผลเรื้อรังและมีเนื้อตาย ทำให้แพทย์หันกลับมาใช้ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวช่วยในการรักษาแผลเรื้อรังอีกครั้ง[8] โดยแพทย์พิจารณาใช้รักษาแผลในโรคกระดูกอักเสบเป็นหนอง (osteomyelitis)[9] แผลในผู้ป่วยโรคเบาหวาน[10] หรือในกรณีแผลที่รักษาด้วยยาปฏิชีวนะหรือการผ่าตัดไม่ได้ผล

ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวที่นำมาใช้ในการรักษาบาดแผล เป็นตัวอ่อนของแมลงวันชนิดที่มีพฤติกรรมการกินเฉพาะเนื้อเยื่อตาย หรือเนื้อเยื่อเน่า แต่ไม่กินส่วนของเนื้อดีที่ยังมีชีวิตอยู่ ซึ่งได้แก่ ตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียว *Lucilia sericata, Lucilia illustris* หรือ *Phormia regina* โดยตัวอ่อน *Lucilia sericata* ถูกนำมาใช้ในการรักษาบาดแผลมากที่สุด[6] ส่วนแมลงวันหัวเขียวชนิดอื่น เช่น *Cochliomyia hominivorax* และ *Chrysomya bezziana* ไม่สามารถที่จะนำมาใช้ เนื่องจากตัวอ่อนแมลงวันกลุ่มนี้กินเฉพาะเนื้อเยื่อที่มีชีวิตแต่ไม่กินเนื้อที่ตายแล้ว[11]

แพทย์ใช้ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวที่ปราศจากเชื้อ ในการรักษาบาดแผลเรื้อรัง โดยอาศัยกระบวนการกินอาหารของตัวอ่อน ที่มีการกินเนื้อเยื่อที่ตายและแบคทีเรีย

ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวปล่อยเอนไซม์หลายชนิดมาย่อยเนื้อตาย (enzymatic liquefaction)[12] ในเวลาเดียวกันตัวอ่อนแมลงวันช่วยลดการติดเชื้อแบคทีเรียของบาดแผลโดยกินและย่อยแบคทีเรีย[13] รวมทั้งเพิ่มสภาวะเป็นด่างของบาดแผล ตัวอ่อนแมลงวันยังหลั่งสารที่ช่วยในการสมานแผลเช่น สาร allantoin แอมโมเนียและแคลเซียมคาร์บอเนต[14] นอกจากนี้การเคลื่อนตัวของตัวอ่อนช่วยกระตุ้นเนื้อเยื่อที่ยังดีให้เร่งสร้างเนื้อเยื่อใหม่[15]

ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวที่นำมาใช้ในการรักษาแผลในปัจจุบันต้องถูกเลี้ยงในสภาวะปลอดเชื้อ ก่อนนำไปวางบนแผลของผู้ป่วย ในปัจจุบันมีการผลิตถุงสำหรับใส่ตัวอ่อน เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวคลานออกจากแผล และจำกัดบริเวณที่ต้องการรักษา แต่ตัวอ่อนสามารถกินเนื้อเยื่อเน่าผ่านทางรูของถุง ถุงดังกล่าวผลิตจาก polyvinyl alcohol hydrosponge ที่มีความหนา 0.5 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชั้น การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบระหว่างการรักษาแผลเรื้อรังที่ขาด้วยตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว ทั้งแบบใส่ในถุงและไม่ใส่ถุง เปรียบเทียบกับการรักษามาตรฐานโดยใช้ hydrogel ในผู้ป่วย 267 ราย พบว่าการรักษาด้วยตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว กับการรักษาโดยใช้ hydrogel ให้ผลการรักษาที่ไม่แตกต่างกัน แต่การรักษาด้วยตัวอ่อนแมลงวันมีผลการรักษาดีกว่าวิธีมาตรฐานคือ ไม่ต้องตัดเนื้อตายออก (debridgement) ทำให้ลดการปวดแผลได้อย่างมีนัยสำคัญ[16] รวมทั้งจากการทบทวนงานวิจัย พบว่าการรักษาแผลที่เกิดจากโรคเบาหวานโดยใช้ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวให้ผลเป็นอย่างดี[17]

.

❖ คุณประโยชน์ทางนิเวศวิทยา

ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว เป็นแมลงกลุ่มสำคัญในการย่อยสลายซากสัตว์[18] รวมทั้งขยะที่ย่อยสลายได้ให้มีจำนวนน้อยลงและกลายเป็นปุ๋ย ตัวอ่อนของแมลงวันบางชนิดช่วยในการลดปริมาณแบคทีเรียที่อยู่ในมูลโค ทำให้มูลโคปล่อยแก๊สแอมโมเนียลดลง[19]

❖ คุณประโยชน์ทางเกษตรกรรม

ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวมีพฤติกรรมการหาน้ำหวานจากเกสรดอกไม้ เพื่อใช้เป็นอาหารหลัก ทำให้เกสรดอกไม้ติดไปกับขาและตัวของแมลงวันหัวเขียวส่งผลให้

แมลงวันหัวเขียวสามารถช่วยผสมเกสรดอกไม้คล้ายกับพฤติกรรมของผึ้ง อย่างไรก็ตาม แมลงวันหัวเขียวชอบตอมดอกไม้ที่มีกลิ่นค่อนข้างเหม็นสำหรับมนุษย์ หรือดอกไม้ที่มีสีไม่ฉูดฉาด[20] ดังนั้นหากต้องใช้ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวในการช่วยผสมเกสร เกษตรกรจำเป็นต้องเลือกชนิดของพืชที่เหมาะสม มีรายงานการใช้แมลงวันหัวเขียวผสมเกสรของต้นหอม[21] และสตรอเบอรี โดยปล่อยแมลงวันหัวเขียวเข้าในโรงเรือนที่ปลูกสตรอเบอรี และให้แมลงวันหัวเขียวช่วยผสมเกสร ซึ่งสะดวกกว่าการผสมเกสรด้วยมือ[22] นอกจากนี้มีรายงานจากเครือรัฐออสเตรเลียและไต้หวันว่า ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ช่วยเพิ่มการผสมเกสรของดอกมะม่วง[23;24] ผู้นิพนธ์มีความคิดเห็นว่า การใช้แมลงวันหัวเขียวช่วยในการผสมเกสรดอกไม้มีต้นทุนต่ำกว่าการใช้ผึ้งและการผสมเกสรด้วยมือ อย่างไรก็ตาม การใช้ประโยชน์จากแมลงวันในการผสมเกสรทำได้เฉพาะในพืชบางชนิดที่ส่งกลิ่นล่อแมลงวันหัวเขียวได้เท่านั้น นอกจากนี้พื้นที่ที่จะใช้แมลงวันหัวเขียวควรเป็นโรงเรือนที่ปิด เพื่อป้องกันไม่ให้แมลงวันหัวเขียวบินออกไปสู่ชุมชนได้

โทษ

แมลงวันหัวเขียวก่อให้เกิดโทษแก่มนุษย์ได้มากกว่าคุณประโยชน์ โทษจากแมลงวันหัวเขียวได้แก่

❖ ตัวเต็มวัยเป็นพาหะเชิงกลนำพาเชื้อโรค

ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว กลุ่มที่อาศัยอยู่บริเวณเดียวกับชุมชนของมนุษย์สามารถหาอาหารทั้งจากแหล่งอาหารสกปรกเช่น กองขยะ ซากสัตว์ สิ่งปฏิกูล อีกด้านหนึ่งตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวยังตอมอาหารและแผลตามร่างกายของมนุษย์ ทำให้เป็นพาหะเชิงกล สามารถนำเชื้อโรคจากแหล่งสกปรกมายังอาหารและแผลตามร่างกายได้ เนื่องจากแมลงวันมีปัจจัยต่างๆ ที่ช่วยส่งเสริมการเป็นพาหะนำโรคได้แก่

• ร่างกายของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว เช่น ที่ขา ปีกและท้อง มีขนเล็กๆ ปกคลุม โดยเฉพาะที่ labellum[25] และบริเวณลำตัว เมื่อแมลงวันเกาะบริเวณที่สกปรกทำให้เชื้อโรคติดไปกับขนเหล่านี้ได้ง่าย ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ

ส่องกราดสามารถยืนยันการเกาะของเชื้อโรคบางชนิดบนขนของแมลงวันได้ เช่น ภาพสปอร์ของเชื้อรา *Penicillium* ติดบริเวณ adhesive hair[26]

• ปลายขาของแมลงวันหัวเขียวมี adhesive hair สามารถหลั่งสารเหนียวออกมา ทำให้เชื้อโรคเกาะติด adhesive hair ได้ดียิ่งขึ้น[25;27] มีการศึกษาโดยจับแมลงวันหัวเขียวที่ไปตอมซากสัตว์ไปปล่อยให้เดินบนอาหารเลี้ยงเชื้อ พบรอยของเชื้อโรคเจริญขึ้นตามรอยเดินของแมลงวัน[26]

• นอกจากเชื้อโรคจะติด adhesive hair หรือโครงสร้างภายนอกของแมลงวันแล้ว เชื้อโรคยังเข้าสู่ระบบย่อยอาหารภายในของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวได้ เมื่อแมลงวันหัวเขียวมาตอมอาหารของมนุษย์หรือตอมตามบาดแผล แมลงวันหัวเขียวจะสำรอกและถ่ายอุจจาระลงในอาหารหรือบาดแผลด้วย ทำให้เชื้อโรคที่อยู่ในทางเดินอาหารของแมลงวันสามารถปนเปื้อนในอาหารหรือเข้าสู่บาดแผลได้

• pseudotrachea ที่อยู่ปลาย labellum อาจเป็นอวัยวะที่มีส่วนพาเชื้อโรคไปกับแมลงวันได้ แต่ยังไม่มีรายงานที่ยืนยันแน่ชัด อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาในแมลงวันบ้านที่มีโครงสร้างของปากเหมือนกับแมลงวันหัวเขียว ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* 0157:H7 จำนวนมากติดอยู่ที่ด้านในและด้านนอกของ pseudotrachea และเชื้อแบคทีเรียสามารถเพิ่มจำนวนที่ pseudotrachea ของแมลงวันบ้าน การเป็นพาหะของแมลงวันในลักษณะนี้ถือเป็นพาหะชนิดชีวส่งเสริม (bioenhanced transmission)[28]

• ปัจจัยอีกประการหนึ่ง ที่ทำให้แมลงวันหัวเขียวเป็นพาหะของเชื้อโรคได้ดี คือการบินได้ในระยะทางไกล[29] แมลงวันหัวเขียวสามารถแพร่กระจายเชื้อโรคจากแหล่งสกปรกที่อยู่ไกล เข้าสู่ชมชนและบ้านเรือน แม้ว่าในเขตชุมชนนั้นจะสะอาดก็ตาม

แมลงวันหัวเขียวสามารถนำพาเชื้อโรคได้หลายชนิด เชื้อโรคที่แมลงวันหัวเขียวสามารถเป็นพาหะได้ ได้แก่

• แบคทีเรีย

การศึกษาในจังหวัดเชียงใหม่ ราชอาณาจักรไทย[30] และสาธารณรัฐฟิลิปปินส์[31] พบว่าตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เป็นพาหะนำเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่าแมลงวันบ้าน ทั้งนี้เนื่องจากแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* มีปัจจัยต่างๆ ที่เอื้ออำนวยมากกว่าแมลงวันบ้าน เช่น การชอบวางไข่

ในอุจจาระมนุษย์ ตัวเต็มวัยชอบตอมและกินอุจจาระมนุษย์หรือสิ่งสกปรก รวมถึงมีขนาดลำตัวที่ใหญ่กว่า[32] จากการวิจัยของผู้นิพนธ์และคณะ ในการสำรวจการเป็นพาหะของเชื้อแบคทีเรียโดยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าร้อยละ 87.7 (114 ตัวอย่าง จากจำนวน 130 ตัวอย่าง) ของแมลงวันมีเชื้อแบคทีเรียติดลำตัวด้วย และพบว่าแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศเมียและเพศผู้มีความสามารถในการนำเชื้อแบคทีเรียไม่แตกต่างกัน[30] แบคทีเรียที่สำรวจพบ แสดงในรูปที่ 6.2

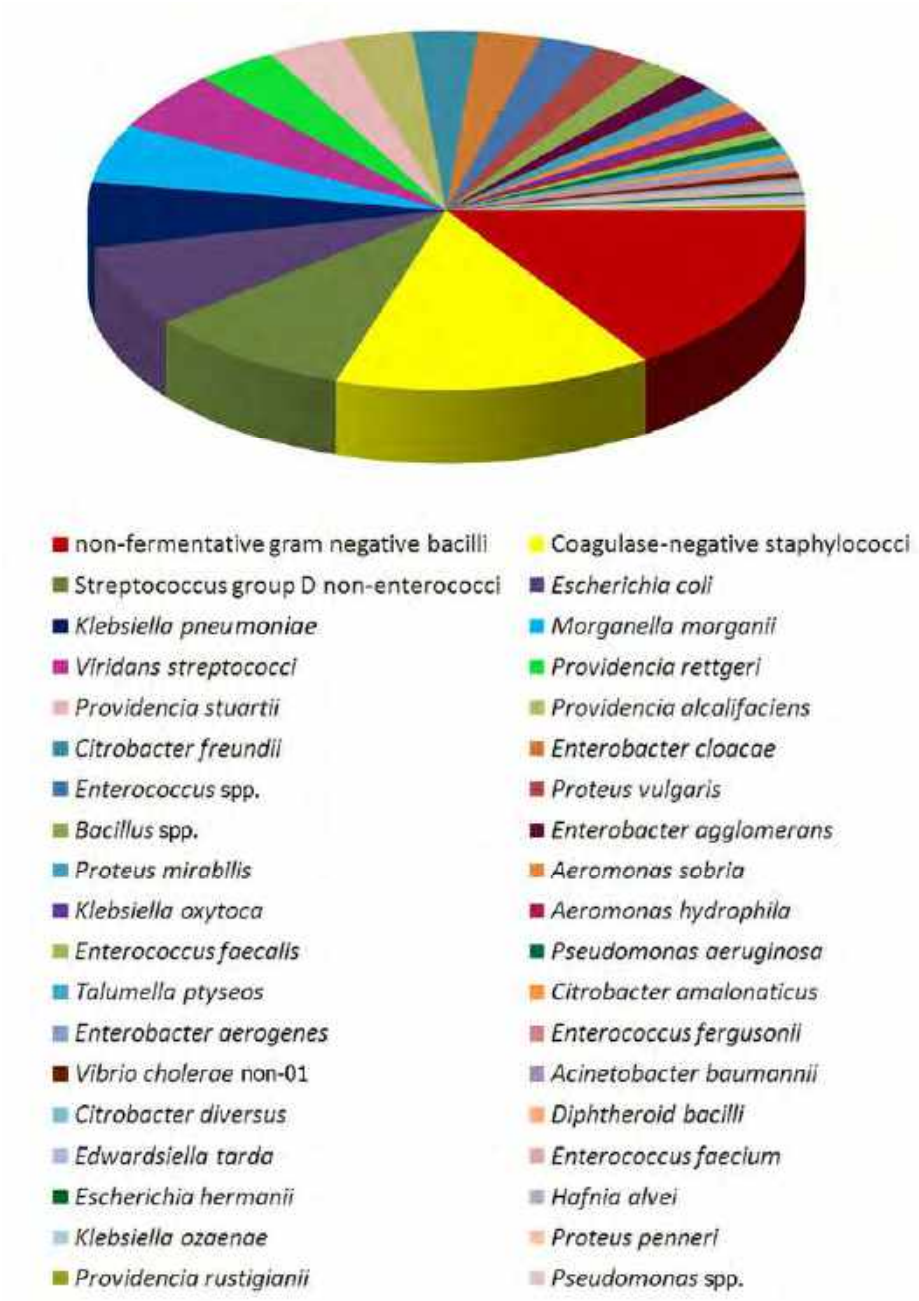
รายงานในมาเลเซียพบว่า แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เป็นพาหะนำพาเชื้อ *Aeromonas caviae, Aeromonas hydrophila, Burkholderia pseudomallei*, *Citrobacter freundii, Enterobacter agglomerans*, *Klebsiella oxytoca, Klebsiella pneumoniae, Proteus mirabilis, Proteus vulgaris* และ *Pseudomonas stutzeri* ส่วนแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* นำพาเชื้อ *Burkholderia pseudomallei, Escherichia coli, Klebsiella ozaenae, Proteus vulgaris* และ *Pseudomonas fluorescens*[33]

• เชื้อรา

มีรายงานพบสปอร์ของเชื้อ *Penicillium* ติดบริเวณ adhesive hair[26]

• ไวรัส

ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวสามารถนำพาไวรัสบางชนิดได้ เช่น *Chrysomya megacephala* เป็นพาหะนำพา enterovirus [poliovirus type 2][26] ในปี พ.ศ. 2549 มีรายงานจากประเทศญี่ปุ่นถึงการตรวจพบยีน 2 ชนิดคือ matrix protein (*M*) และ hemagglutinin (*HA*) ของไวรัสไข้หวัดนก (H5N1 subtype influenza A) ในทางเดินอาหารของแมลงวันหัวเขียว *Calliphora nigribarbis* และ *Aldrichina grahami* ที่จับได้จากพื้นที่ในบริเวณรัศมี 2.3 กิโลเมตร รอบฟาร์มเลี้ยงไก่ จังหวัดเกียวโต ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการระบาดของไข้หวัดนก แมลงวันหัวเขียวจึงมีโอกาสที่จะเป็นพาหะนำพาเชื้อไวรัสไข้หวัดนกได้[34]



รูปที่ 6.2 แผนภาพแสดงเชื้อแบคทีเรีย ที่นำพาโดยตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ที่จับจากตลาดสด อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ *(ดัดแปลงจากข้อมูลในงานวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ[30])*

• ปรสิต

มีการตรวจพบเชื้อปรสิตต่างๆ ทั้งโปรโตซัวและหนอนพยาธิ จากตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว ปรสิตที่พบบนตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala*[31] และ *Achoetandrus rufifacies* เพศผู้และเพศเมีย[35] ไม่แตกต่างกัน ระยะติดต่อของปรสิต ที่มีรายงานพบบริเวณผิวลำตัวและในทางเดินอาหารของแมลงวันหัวเขียว[35] แสดงไว้ในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ระยะติดต่อของเชื้อปรสิตที่ตรวจพบจากตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว

ชนิดแมลงวันหัวเขียว	ไข่หรือตัวอ่อนหนอนพยาธิ						โปรโตซัว				*
	Al	Tt	Hw	Ss	T	Hn	Eh	Ec	Cr	Gl	
Achoetandrus rufifacies	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	[35]
	x	x									[36]
Calliphora vicina	x	x	x				x	x		x	[35]
Chrysomya spp.	x	x	x								[36]
Chrysomya bezziana	x	x	x		x		x	x	x		[35]
Chrysomya megacephala	x	x	x		x		x	x		x	[29]
	x	x	x								[36]
	x	x	x		x						[31]
Lucilia cuprina	x	x	x	x	x		x	x	x		[35]

อักษรย่อชื่อไข่หรือตัวอ่อนหนอนพยาธิ หรือโปรโตซัว Al, *Ascaris lumbricoides*; Tt, *Trichuris trichiura*; Hw, Hookworm; T, *Taenia* spp.; Ss, *Strongyloides stercoralis*; Hn, *Hymenolepis nana*; Eh, *Entamoeba histolytica/dispar*; Ec, *Entamoeba coli*; Cr, *Cryptosporidium* spp.; Gl, *Giardia lamblia*

* เอกสารอ้างอิง

นอกจากนี้ยังมีรายงานการพบปรสิตชนิดอื่นในแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* คือโปรโตซัวที่ไม่ก่อโรคในมนุษย์ (*Chilomestix mesnili, Endolimax nana, Herpetomonas* spp., *Iodamoeba butschlii, Leptomonas mirabilis* และ *Trichomonas hominis*[29]) ไข่หรือตัวอ่อนของพยาธิบางชนิด (*Hymenolepis diminuta, Toxocara* spp., *Capillaria hepatica*[29;31;36], *Acanthocephala* spp.[37] และ *Necator americanus*[36])

ผู้นิพนธ์วิเคราะห์ว่าเชื้อปรสิตที่พบในแมลงวัน ส่วนใหญ่เป็นพยาธิตัวกลมระยะไข่ที่มีการติดต่อผ่านดิน (soil transmitted nematode) เช่น ไข่พยาธิไส้เดือนกลม (*Ascaris lumbricoides*) ไข่พยาธิแส้ม้า (*Trichuris trichiura*) และไข่พยาธิปากขอ (hookworm) ปรสิตอีกกลุ่มหนึ่งที่พบได้คือ โปรโตซัวระยะซิสต์ ซึ่งจะเห็นว่า ปรสิตที่พบในแมลงวันทั้งหมดเป็นปรสิตในทางเดินอาหารของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนหนึ่งเป็นปรสิตที่ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ได้ ในขณะเดียวกันมีการพบปรสิตที่ไม่ก่อโรคด้วยเช่นกัน การพบปรสิตในแมลงวันหัวเขียวแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ดังกล่าวมีการสาธารณสุขที่ไม่ดี และมีการขับถ่ายที่ไม่ถูกสุขลักษณะ

การพบไข่พยาธิตัวตืด เช่น พยาธิตืดวัว พยาธิตืดหมู หรือพยาธิตืดหนู (*Hymenolepis nana*) บริเวณลำตัวของแมลงวันหัวเขียว มีผลต่อการแพร่กระจายของพยาธิตัวตืดเหล่านี้ได้น้อย เนื่องจากพยาธิตัวตืดมีวัฏจักรชีวิตที่ซับซ้อน กล่าวคือไข่พยาธิต้องถูกกินโดยโฮสต์สื่อกลาง เพื่อไปเป็นตัวอ่อนที่เป็นระยะติดต่อในเนื้อเยื่อของโฮสต์เหล่านั้นก่อน เมื่อมนุษย์กินโฮสต์สื่อกลางเข้าไป จะได้รับระยะติดต่อและพยาธิเจริญเป็นตัวเต็มวัยต่อไป ยกเว้นพยาธิตืดหมูที่หากมนุษย์กินไข่พยาธิเข้าไป ไข่สามารถฟักตัวเป็นตัวอ่อนและไชเข้าไปในอวัยวะต่างๆ ได้ เช่น ผิวหนัง ลูกตา หรือสมอง เกิดเป็นโรคตัวอ่อนพยาธิตัวตืดหรือโรคซิสติเซอร์โคซิส (cysticercosis) ซึ่งอาจทำให้มีอาการชัก ตาบอด หรือถึงแก่ความตายได้[38] อย่างไรก็ตาม โอกาสเกิดโรคนี้ในมนุษย์จากไข่พยาธิตืดหมูที่ปนเปื้อนในอาหารโดยมีแมลงวันเป็นพาหะมีได้ต่ำ เนื่องจากปริมาณของไข่ที่ติดไปกับแมลงวันมีจำนวนไม่มากนัก

หนอนพยาธิอีกชนิดหนึ่งที่พบได้ จากการสำรวจปรสิตที่เกาะแมลงวันหัวเขียว คือ ตัวอ่อนพยาธิเส้นด้าย (*Strongyloides stercoralis*) ผู้นิพนธ์คิดว่าข้อมูลดังกล่าว สามารถบอกได้เพียงว่า แมลงวันหัวเขียวน่าจะไปเกาะบริเวณพื้นดินที่เป็นที่อยู่อาศัยของพยาธิเส้นด้ายตามธรรมชาติ การพบระยะตัวอ่อนดังกล่าว ผู้นิพนธ์มี

ความคิดเห็นว่าไม่น่ามีผลต่อการแพร่กระจายของโรค เนื่องจากการติดต่อของพยาธิเส้นด้าย เกิดจากการไชของตัวอ่อนระยะที่ 2 จากดินผ่านผิวหนังเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ ประกอบกับตัวอ่อนพยาธิเส้นด้ายไม่สามารถอยู่ในที่แห้งได้เป็นเวลานาน โอกาสที่ตัวอ่อนของพยาธิเส้นด้าย ที่ติดไปกับแมลงวันแล้วยังมีชีวิตเมื่อปนเปื้อนอาหารมีได้น้อยมาก และเมื่อถูกกินเข้าไปพร้อมกับอาหาร โอกาสที่พยาธิจะไชเข้าเนื้อเยื่อในปากหรือหลอดอาหารยิ่งมีได้ต่ำมาก แม้ว่าพบไข่และตัวอ่อนของหนอนพยาธิและพยาธิตัวตืดในการสำรวจแมลงวันหัวเขียว แต่ไม่ได้สื่อว่าแมลงวันหัวเขียวสามารถเป็นพาหะเชิงกลของปรสิตกลุ่มนี้

อย่างไรก็ตามพบว่า แมลงวันหัวเขียวส่วนใหญ่เป็นพาหะนำเชื้อโปรโตซัวได้ดี ทั้งโปรโตซัวที่ก่อโรคและไม่ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ ตัวอย่างเชื้อโปรโตซัวที่สำคัญ คือ *Entamoeba histolytica* ที่ก่อให้เกิดโรคชนิดรุนแรง เช่น โรคบิด (amoebic colitis) โรคฝีบิดในตับ (amoebic liver abscess) และเชื้อโปรโตซัว *Entamoeba dispar* ซึ่งเป็นเชื้อที่ไม่ก่อโรคในมนุษย์ เชื้อทั้งสองชนิดนี้มีสัณฐานวิทยาที่เหมือนกัน ไม่สามารถแยกจากกันได้โดยอาศัยสัณฐานวิทยา ต้องใช้วิธีทางชีวโมเลกุลช่วยในการจำแนก เช่น ใช้วิธี polymerase chain reaction เพื่อเพิ่มปริมาณของสาร และใช้ primer ที่เฉพาะต่อเชื้อมาวิเคราะห์[39] จากรายงานการพบพยาธิทั้งสองชนิดในแมลงวันโดยใช้สัณฐานวิทยาเป็นหลัก ทำให้ไม่สามารถบอกได้ว่าปรสิตที่พบเป็นปรสิตชนิดใดและจะก่อให้เกิดโรคได้หรือไม่ ดังนั้นสามารถสังเคราะห์ได้ว่า แมลงวันหัวเขียวสามารถเป็นพาหะเชิงกลของเชื้อปรสิตกลุ่มโปรโตซัวเป็นหลัก

❖ ตัวเต็มวัยก่อให้เกิดความรำคาญ

นอกจากแมลงวันหัวเขียวจะตอมอาหารของมนุษย์แล้ว ยังตอมตามใบหน้า ตา และร่างกายของมนุษย์รวมถึงสัตว์เลี้ยง (รูปที่ 6.3) ก่อให้เกิดความรำคาญได้ ในพื้นที่ที่มีแมลงวันหัวเขียวเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณตลาดสด ร้านขายเนื้อสัตว์หรืออาหารทะเล อาหารสดต่างๆ ในบางบริเวณที่มีแมลงวันจำนวนมาก ผู้คนจำเป็นต้องอาศัยและรับประทานอาหารในห้องที่มีมุ้งลวด หรือต้องกางมุ้งขณะรับประทานอาหาร

รูปที่ 6.3 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวตอมตาสัตว์ *(ภาพโดย ครรชิต ธำรงรัตนฤทธิ์)*

ผู้คนโดยทั่วไปมีความรู้สึกว่า แมลงวันหัวเขียวเป็นแมลงที่สกปรก เนื่องจากมีความรู้พื้นฐานว่าแมลงวันชอบตอมขยะ ของเน่าหรือแม้แต่อุจจาระ เมื่อแมลงวันมาตอมอาหารหรือตอมตามร่างกาย ทำให้เกิดความรู้สึกกลัวเชื้อโรคที่มากับแมลงวัน ความรู้สึกนี้มักเกิดกับกลุ่มคนที่เคยอยู่ในพื้นที่ที่ไม่มีแมลงวัน นอกจากนี้ตัวของแมลงวันเองมีกลิ่นเหม็นสกปรกเนื่องจากอาศัยอยู่ในกองขยะ หรือบริเวณที่มีเชื้อแบคทีเรีย เมื่อแมลงวันบินเข้ามาใกล้จำนวนมากๆ มนุษย์จะได้กลิ่นที่ไม่พึงประสงค์เหล่านี้ด้วย ในเครือรัฐออสเตรเลีย แมลงวันหัวเขียวก่อให้เกิดความรำคาญกับมนุษย์อย่างมาก เนื่องจากเครือรัฐออสเตรเลียมีพื้นที่เลี้ยงสัตว์กว้างขวาง ทำให้ประชากรแมลงวันหัวเขียวมีจำนวนมาก และแมลงเหล่านี้บางส่วนบินเข้าไปภายในอาคารที่พักหรือบ้านของมนุษย์เพื่อกินอาหาร[40]

นอกจากตัวเต็มวัยจะก่อความรำคาญโดยตรงกับมนุษย์แล้ว ตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียวซึ่งมีลักษณะเป็นตัวหนอนที่คลานตามแหล่งสกปรก ยังเป็นที่เกลียดกลัวของบางคนที่มีความกลัวต่อแมลง (entomophobia) เกิดภาวะวิตกกังวลและหวาดกลัวได้

❖ ตัวอ่อนทำให้เกิดโรคหนอนแมลงวัน

นิยามของคำว่าโรคหนอนแมลงวัน หมายถึง "*สภาวะที่เนื้อเยื่อหรืออวัยวะของมนุษย์และสัตว์มีกระดูกสันหลังที่ยังมีชีวิต ถูกบุกรุกด้วยตัวอ่อนของแมลงในกลุ่มที่มี 2 ปีก (dipteran) อย่างน้อยในช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อกินเนื้อเยื่อหรือของเหลวจากโฮสต์*" บริเวณที่ตัวอ่อนแมลงวันมักอาศัยอยู่ในมนุษย์หรือในสัตว์มีกระดูกสันหลัง คือ ผิวหนัง ใต้ผิวหนัง หรือรูเปิดตามตำแหน่งต่างๆ ของร่างกาย[41] ผลจากการบุกรุกของตัวอ่อนในมนุษย์หรือสัตว์อาจส่งผลน้อย ตั้งแต่ไม่เกิดอาการ จนส่งผลมาก โดยการทำลายเนื้อเยื่ออย่างรุนแรงและเสียชีวิตได้[42] การวางไข่ของแมลงวันในสัตว์มีกระดูกสันหลัง เกิดขึ้นเมื่อสัตว์มีบาดแผล โดยเฉพาะในบริเวณที่สัตว์เลียไม่ถึง เช่น จมูก ปาก หู เป็นต้น ส่วนในมนุษย์และสัตว์ที่พิการหรือป่วยหนักที่ไม่สามารถขยับตัวได้ มีโอกาสเกิดโรคหนอนแมลงวันได้สูงขึ้น อย่างไรก็ตามโรคหนอนแมลงวันในมนุษย์มีรายงานไม่มากนัก ตัวอย่างของโรคหนอนแมลงวันในมนุษย์ที่มีรายงานแสดงไว้ในตารางที่ 6.2 ต่างจากโรคหนอนแมลงวันในสัตว์ที่พบได้บ่อยและส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงปศุสัตว์ สัตว์ที่ถูกรบกวนจากแมลงวันอาจกินอาหารได้น้อยลง โตช้า ไม่ให้น้ำนม หรือเสียชีวิตได้ นอกจากนี้ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก เช่น แมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina, Lucilia sericata, Achoetandrus rufifacies* และ *Calliphora nociva* ทำให้เกิดโรคหนอนแมลงวันในแกะหรือที่เรียกว่า sheep strike ในเครือรัฐออสเตรเลีย *Phormia terraenovae* ในสหราชอาณาจักร บริเวณสก๊อตแลนด์[43;44] มีรายงานว่าแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya bezziana* และ *Achoetandrus albiceps* เป็นสาเหตุของโรคหนอนแมลงวันในฝูงแกะของราชอาณาจักรซาอุดีอาระเบีย[45] และทำให้เกิดความเสียหายต่อแกะ โดยเฉพาะในแกะที่มีอายุน้อย สามารถเกิดโรคหนอนแมลงวันสูงถึงร้อยละ 60 ในขณะที่แกะอายุมากพบว่าเป็นโรคนี้น้อยกว่า คือพบได้ร้อยละ 40[45] นอกจากนี้มีรายงานการเกิดโรคหนอนแมลงวันในสัตว์เลี้ยง เช่น โรคหนอนแมลงวันในสุนัข มีสาเหตุจากตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Lucilia sericata* และ *Achoetandrus albiceps* สามารถพบตัวอ่อนบริเวณบาดแผลหรือเยื่อเมือก และมีรายงานการพบตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียว *Lucilia sericata* ในแมว[46] อย่างไรก็ตามในตำราเล่มนี้จะกล่าวถึงเฉพาะโรคหนอนแมลงวันในมนุษย์เป็นหลัก

ตารางที่ 6.2 ตัวอย่างรายงานโรคหนอนแมลงวันในมนุษย์

ประเทศ	ปี พ.ศ.	เพศ, อายุ (ปี)	ชนิดแมลงวันหัวเขียว	ตำแหน่งรอยโรค	เอกสารอ้างอิง
ราชอาณาจักรไทย	2505	ชาย, 44	*Chrysomya bezziana*	หู	[47]
ราชอาณาจักรไทย	2508	ชาย, 2	*Callitroga macellaria*	ศีรษะ	[48]
ราชอาณาจักรไทย	2508	ชาย, 3	*Callitroga macellaria*	หู	[48]
ราชอาณาจักรไทย	2510	ชาย, 3 เดือน	*Chrysomya bezziana*	ศีรษะ	[49]
มาเลเซีย	2516	ชาย, ไม่ทราบอายุ	*Chrysomya megacephala, Achoetandrus rufifacies*	ลำไส้	[50]
มาเลเซีย	2523	ชาย, 75	*Chrysomya bezziana*	อวัยวะสืบพันธุ์และทางเดินปัสสาวะ	[51]
สาธารณรัฐเกาหลี	2539	ชาย, 54	*Lucilia sericata*	หู	[52]
ฮ่องกง	2548	8 ราย, 69-96	*Chrysomya bezziana*	เพดาน ขากรรไกร เท้า และอื่นๆ	[53]
สหพันธ์สาธารณรัฐบราซิล	2548	หญิง, 87	*Cochliomyia hominivorax*	ช่องคลอด	[54]

โรคหนอนแมลงวัน เกิดจากแมลงวันใน 3 กลุ่มหลักคือ แมลงวันในวงศ์ Oestridae วงศ์ Calliphoridae (แมลงวันหัวเขียว) และวงศ์ Sarcophagidae (แมลงวันหลังลาย) ตัวอ่อนของแมลงวันในวงศ์ Oestridae ดำรงชีวิตเป็นปรสิตแท้ (obligate parasite) ทำให้เกิดโรคหนอนแมลงวันแท้ (obligatory myiasis) หมายถึงตัวอ่อนต้องอาศัยเป็นปรสิตอยู่ในเนื้อเยื่อของโฮสต์ตลอดเวลา หรือในช่วงใดช่วงหนึ่งของระยะตัวอ่อน ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่อย่างอิสระภายนอกโฮสต์ตลอดระยะตัวอ่อนได้ ส่วนตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวและแมลงวันหลังลาย สามารถเป็นได้ทั้งปรสิตแท้และปรสิตไม่แท้ (facultative parasite) ทำให้เกิดโรคหนอนแมลงวันไม่แท้ (facultative myiasis) คือตัวอ่อนสามารถเจริญเติบโตได้ทั้งอาศัยในเนื้อเยื่อโฮสต์หรืออาศัยเป็นอิสระในสิ่งแวดล้อม เช่น กองขยะ หรือซากสัตว์ได้

กลุ่มโรคหนอนแมลงวันแท้ เกิดจากแมลงวันมีชีวนิสัยที่วางไข่บริเวณโดยรอบหรือที่เนื้อเยื่อของสัตว์มีกระดูกสันหลังที่ยังมีชีวิตอยู่ เพื่อให้ตัวอ่อนที่ฟักออกมาเจริญในเนื้อเยื่อของสัตว์มีกระดูกสันหลังนั้น และกลายเป็นปรสิตของสัตว์นั้น อุปนิสัยการวางไข่ของแมลงวันเพศเมียและการที่ตัวอ่อนต้องบุกรุกเนื้อเยื่อโฮสต์ ทำให้จำแนกแมลงวันกลุ่มนี้เป็น 3 กลุ่มย่อยคือ

• เพศเมียวางไข่หรือตัวอ่อนบนขนหรือร่างกายสัตว์มีกระดูกสันหลัง ตัวอ่อนต้องบุกรุกเนื้อเยื่อบริเวณนั้น หรืออาจบุกรุกช่องว่างในลำตัวหรือเนื้อเยื่อบริเวณอื่น ตัวอย่างของแมลงวันในกลุ่มนี้ได้แก่ *Hypoderma bovis, Oestrus ovis* และ *Gasterophilus* spp.

• เพศเมียวางไข่หรือตัวอ่อน ในหรือใกล้บาดแผลสัตว์มีกระดูกสันหลัง ตัวอ่อนบุกรุกบาดแผล ตัวอย่างของแมลงวันในกลุ่มนี้คือ แมลงวันหัวเขียว *Cochliomyia hominivorax*

• เพศเมียวางไข่หรือตัวอ่อน นอกร่างกายสัตว์มีกระดูกสันหลัง แต่เนื่องจากอุปนิสัยของโฮสต์ ทำให้โฮสต์สัมผัสกับตัวอ่อนแมลงวัน ตัวอย่างของแมลงวันในกลุ่มนี้คือ *Dermatobia hominis* (human bot fly) โดยที่แมลงวันเพศเมียวางไข่บนสัตว์ขาปล้องที่ดูดกินเลือด เช่น ยุงและเห็บ ตัวอ่อนของแมลงวันฟักออกมาจากไข่และบุกรุกโฮสต์ ในระหว่างที่สัตว์ขาปล้องนั้นดูดกินเลือดสัตว์มีกระดูกสันหลัง

กลุ่มโรคหนอนแมลงวันไม่แท้ เกิดจากแมลงวันที่โดยทั่วไปมีความสัมพันธ์กับโฮสต์น้อย หรือไม่มีความสัมพันธ์ ปกติตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่หรือตัวอ่อนบนซากสัตว์หรือซากพืชที่เน่าเปื่อย อย่างไรก็ตามบางครั้งตัวเมียบางตัวสามารถวางไข่

หรือตัวอ่อน บนแผลที่มีเนื้อเยื่อเน่าบนร่างกายของสัตว์มีกระดูกสันหลัง ตัวอ่อนสามารถตัวอ่อนสามารถปรับตัวให้เป็นปรสิต เจริญอยู่ในเนื้อเยื่อเน่าของสัตว์มีกระดูกสันหลังและทำให้วัฏจักรชีวิตสมบูรณ์ได้ และสามารถเคลื่อนที่ไปอยู่ในบริเวณเนื้อดีได้ด้วย ตัวอย่างของแมลงวันในกลุ่มนี้เช่น แมลงวันหัวเขียว *Cochiomyia macellaria, Phormia regina* และ *Lucilia sericata*

โรคหนอนแมลงวันจำแนก**ตามตำแหน่งรอยโรค** ดังนี้

1) โรคหนอนแมลงวันที่ผิวหนัง (cutaneous myiasis) การวางไข่ที่ผิวหนังของแมลงวันแยกเป็น 2 กลุ่มย่อยตามพฤติกรรมการวางไข่ คือ

• แมลงวันที่วางไข่บริเวณบาดแผล (wound myiasis) แมลงวันหัวเขียวในกลุ่มนี้ได้แก่ *Chrysomya bezziana* และ *Cochliomyia hominivorax* แมลงวันเหล่านี้ถูกดึงดูดมาวางไข่บริเวณบาดแผลโดยกลิ่นของบาดแผล การตายของเนื้อเยื่อ (necrosis) และการติดเชื้อแบคทีเรีย[41]

• แมลงวันที่วางไข่ในส่วนของเนื้อปกติ เช่น วางไข่ที่ผิวหนังของแกะ (sheep strike) แมลงวันในกลุ่มนี้ได้แก่ แมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* และ *Lucilia sericata*

รอยโรคที่เกิดบริเวณผิวหนังเป็นรอยโรคที่รุนแรง มีได้หลายรูปแบบ เช่น เกิดเป็นแผล (traumatic cutaneous myiasis) หรือเป็นฝี (furuncular cutaneous myiasis)

2) โรคหนอนแมลงวันในระบบทางเดินอาหาร (ยกเว้นช่องปาก) หรือโรคหนอนแมลงวันในลำไส้ (intestinal myiasis) เกิดจากตัวอ่อนแมลงวันเข้าไปในลำไส้ได้โดยบังเอิญ เช่น จากการที่มนุษย์กินอาหารที่ปนเปื้อนไข่แมลงวัน แมลงวันที่สามารถก่อให้เกิดโรคหนอนแมลงวันในทางเดินอาหารมีประมาณ 25 ชนิด ตัวอย่างเช่นแมลงวันบ้าน แมลงวัน *Muscina stabulans* และแมลงวัน *Eristalis tenax* เป็นต้น

บางครั้งแพทย์อาจเรียกชื่อเจาะจงไปยังตำแหน่งที่เกิดโรค เช่น โรคหนอนแมลงวันบริเวณกระเพาะอาหาร (gastric myiasis) โรคหนอนแมลงวันบริเวณไส้ตรง (rectal myiasis) และโรคหนอนแมลงวันบริเวณลำไส้ (enteric myiasis) จากการทดลองในมนุษย์พบว่า ตัวอ่อนแมลงวันทนต่อสภาพแวดล้อมในลำไส้ได้ไม่ดีนัก ตัวอ่อนส่วนใหญ่ตายก่อนเกิดรอยโรคในทางเดินอาหาร

การพบหนอนแมลงวันในทางเดินอาหารของมนุษย์หรือสัตว์ อาจไม่ใช่เกิดจากโรคหนอนแมลงวันที่แท้จริง แต่เป็นการบังเอิญที่มนุษย์หรือสัตว์กินอาหารที่ปนเปื้อนไข่หรือตัวอ่อนแมลงวันเข้าไป ในกรณีนี้ตัวอ่อนมักไม่สามารถเจริญต่อไปในโฮสต์ อย่างไรก็ตามตัวอ่อนอาจมีชีวิตอยู่ในร่างกายโฮสต์เพียงระยะหนึ่ง หรือจนกว่าตัวอ่อนได้มาสู่สิ่งแวดล้อมที่ดีกว่าที่นอกร่างกายโฮสต์ ตัวอ่อนเหล่านี้ไม่สามารถดำรงชีพแบบปรสิตได้ แมลงวันในกลุ่มนี้อาจเรียกว่า “ตัวก่อโรคหนอนแมลงวันเทียม” (pseudomyiasis producer) ตัวอย่างแมลงวันที่ก่อให้เกิดโรคหนอนแมลงวันชนิดบังเอิญ เช่น แมลงวันบ้าน

3) โรคหนอนแมลงวันในช่องว่างของร่างกาย (atrial myiasis) เป็นโรคหนอนแมลงวันที่เกิดบริเวณช่องว่างของร่างกายที่ไม่ใช่กระเพาะอาหารและลำไส้ อาจจำแนกเฉพาะตามตำแหน่งได้เป็น โรคหนอนแมลงวันบริเวณช่องปาก (oral myiasis) โรคหนอนแมลงวันบริเวณจมูก (nasal myiasis) โรคหนอนแมลงวันบริเวณจมูกร่วมคอหอย (nasopharyngeal myiasis) โรคหนอนแมลงวันบริเวณโพรงอากาศ (sinusal myiasis) โรคหนอนแมลงวันบริเวณหู (auricular myiasis) โรคหนอนแมลงวันบริเวณตา (opthalmic หรือ ocular myiasis) โรคหนอนแมลงวันบริเวณอวัยวะสืบพันธุ์และทางเดินปัสสาวะ (urogenital myiasis) และโรคหนอนแมลงวันบริเวณช่องคลอด (vaginal myiasis)

❖ ปัจจัยที่ทำให้เกิดโรคหนอนแมลงวัน

ปัจจัยที่สำคัญของการเกิดโรคหนอนแมลงวันมีหลายประการ ได้แก่

• ปฏิสัมพันธ์ระหว่างโฮสต์และแมลงวัน ได้แก่ มนุษย์และสัตว์มีกระดูกสันหลัง กับตัวเต็มวัยแมลงวันเพศเมียที่พร้อมวางไข่ (gravid female)[41]

• ปัจจัยทางกายภาพของสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลให้เกิดโรคหนอนแมลงวัน ได้แก่ ขับถ่ายไม่ถูกสุขลักษณะ มีสิ่งปฏิกูลจำนวนมาก บริเวณบ้านมีแมลงวันจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงวันหัวเขียว ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมาเป็นสภาพแวดล้อมที่บริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยของแมลงวัน

• ปัจจัยของโฮสต์ ได้แก่ การไม่ดูแลความสะอาดร่างกายเท่าที่ควร ในผู้ป่วยหรือสัตว์พิการที่ป่วยเรื้อรัง หรือในเด็กเล็กที่ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้อย่างเต็มที่ มีโอกาสถูกแมลงวันวางไข่ตามร่างกายได้ง่าย

จากปัจจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าในบริเวณที่มีประชากรแมลงวันมาก และมีมนุษย์ที่ช่วยเหลือตัวเองได้ไม่ดีนัก เช่น เด็กเล็ก ผู้สูงอายุ หรือผู้ป่วยเรื้อรัง เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคหนอนแมลงวัน มากกว่าในประชากรปกติ

❖ โรคหนอนแมลงวันที่เกิดในโรงพยาบาล (nosocomial myiasis)

มีรายงานจากหลายประเทศว่า ผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาในโรงพยาบาลเป็นโรคหนอนแมลงวัน ซึ่งอาจเกิดขึ้นกับผู้ป่วยขณะที่รักษาตัวในโรงพยาบาล ทำให้แมลงวันวางไข่หรือตัวอ่อนตามตัว ตามบาดแผล ในโพรงจมูกหรือปากของผู้ป่วย[55] หรืออาจพบตัวอ่อนแมลงวันหลังจากผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาลแล้ว ผู้ป่วยโรคหนอนแมลงวันที่เกิดในโรงพยาบาล มักเป็นผู้ป่วยที่อ่อนเพลียหรือไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้

โรคหนอนแมลงวันที่เกิดในโรงพยาบาลมีรายงานไว้ไม่มากนัก อย่างไรก็ตาม ผู้นิพนธ์สันนิษฐานว่ารายงานดังกล่าวอาจมีจำนวนน้อยกว่าความเป็นจริง แพทย์ที่รักษาผู้ป่วยโรคดังกล่าวหลายราย อาจไม่ได้เขียนรายงานลงตีพิมพ์ตามวารสารวิชาการ เท่าที่สามารถสืบค้นได้ พบว่ามีรายงานจากประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา สาธารณรัฐฮอนดูรัส เครือรัฐเปอร์โตริโกและรัฐอิสราเอล[56] ในบางครั้งผู้ป่วยที่มีโรคหนอนแมลงวันเป็นผู้ป่วยที่อยู่ในหอผู้ป่วยหนัก (intensive care unit)[57] Joo และ Kim[56] รวบรวมกรณีศึกษาโรคหนอนแมลงวันที่เกิดในโรงพยาบาลจำนวน 17 รายงานจากหลายประเทศพบว่า เกิดจากตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวทั้งที่เป็นปรสิตแท้และปรสิตไม่แท้[58] แมลงวันหัวเขียว *Lucilia sericata* เป็นชนิดที่มีรายงานบ่อยว่าเป็นสาเหตุของโรคหนอนแมลงวันในโรงพยาบาลหรือสถานดูแลผู้สูงอายุ (ตัวอย่างผู้ป่วยโรคหนอนแมลงวันในโรงพยาบาลที่เกิดจากแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ แสดงไว้ในตารางที่ 6.3) ทั้งนี้เพราะแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้อาศัยอยู่ในแหล่งเดียวกับสิ่งแวดล้อมของมนุษย์[59] และชอบบินเข้ามาภายในอาคาร เช่น ในหอผู้ป่วยโรงพยาบาล หรือในบ้าน[60] นอกจากแมลงวันหัวเขียวแล้ว แมลงวันหลังลายสามารถเป็นต้นเหตุของโรคหนอนแมลงวันในโรงพยาบาลได้เช่นกัน โดยมีรายงานจากประเทศมาเลเซีย พบผู้ป่วยเป็นทารกแรกเกิดเพศชาย อายุ 2 วัน หูซ้ายมีการอักเสบ และพบตัวอ่อนของแมลงวันหลังลายที่ไม่ทราบชนิด[61]

ตารางที่ 6.3 ตัวอย่างโรคหนอนแมลงวันที่เกิดในโรงพยาบาล ที่มีสาเหตุจากแมลงวันหัวเขียว *Lucilia sericata*

สภาวะของผู้ป่วย	ประเทศ	เอกสารอ้างอิง
ผู้ป่วยพักฟื้นหลังการผ่าตัดตัดหลอดลม	สหรัฐอเมริกา	[60]
ผู้ป่วยได้รับการสอดท่อเพื่อให้อาหารที่จมูก ทำให้มีเลือดออก	สหรัฐอเมริกา	[60]
ผู้ป่วยมีท่อช่วยหายใจ	ญี่ปุ่น	[62]
ผู้ป่วยรับการรักษาโรคมะเร็งผิวหนัง	ญี่ปุ่น	[63]
ผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดขากรรไกรล่าง	สาธารณรัฐเกาหลี	[56]

❖ การรักษาโรคหนอนแมลงวัน

การรักษาโรคหนอนแมลงวันไม่มีความซับซ้อนมากนัก เพียงใช้ปากคีบ (forceps) ที่ปราศจากเชื้อ คีบเอาตัวอ่อนของแมลงวันออก พร้อมกับศัลยกรรมตกแต่งแผลโดยการตัดเนื้อตายออก ชะล้างแผลด้วยน้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 3 หรือ povidone ร้อยละ 10[56] หรือน้ำเกลือเพื่อล้างแผล จากนั้นให้ยาปฏิชีวนะที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียบริเวณแผลได้ เช่น ยา ampicillin หรือ cefotaxine[48;53;57] เพื่อป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรียซ้ำ จากนั้นสมานแผลตามเวชปฏิบัติ ในบางกรณีที่ดึงตัวอ่อนของแมลงวันออกได้ยาก อาจใช้ยาหรือสารเคมีเช่น ether, chloroform, olive oil หรือ turpentine oil ทาที่ด้านท้ายของตัวอ่อน เพื่อให้ตัวอ่อนไม่สามารถหายใจได้ ตัวอ่อนจะหลุดออกมาเอง[64]

สรุป

การที่แมลงวันหัวเขียวอาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ หรือใกล้ชิดกับสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถส่งผลกระทบต่อมนุษย์ได้ทั้งทางให้คุณประโยชน์และก่อให้เกิดโทษได้หลายรูปแบบ แต่ส่วนใหญ่ผลกระทบเป็นไปในด้านลบ ในแง่คุณประโยชน์ได้แก่ สามารถนำตัวอ่อนที่พบในศพมาช่วยในการชันสูตรพลิกศพได้ ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวบางชนิดใช้ในการรักษาบาดแผลของโรคเรื้อรังบางโรคได้ และประโยชน์ในทางนิเวศวิทยาคือ ช่วยในการย่อยสลายซากสัตว์ ส่วนในแง่การก่อให้เกิดโทษนั้น พบว่าตัวเต็มวัยเป็นพาหะนำพาเชื้อโรคมาสู่มนุษย์และทำให้เกิดความรำคาญ นอกจากนี้ตัวอ่อนยังก่อให้เกิดโรคหนอนแมลงวันในมนุษย์และสัตว์เลี้ยงได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Greenberg B, Kunich JC. Entomology and the law. Flies as forensic indicators. UK: Cambridge University Press; 2002.

[2] Hall RD. Medicocriminal entomology. In: Catts EP, Haskell NH (eds.), Entomology & death: A procedural guide. Clemson, SC: Joyce's Print Shop; 1990: 1-8.

[3] Lee HL, Krishnasamy M, Abdullah AG, Jeffery J. Review of forensically important entomological specimens in the period of 1972-2002. Trop Biomed 2004; 21: 69-75.

[4] Sukontason K, Narongchai P, Kanchai C, Vichairat K, Sribanditmongkol P, Bhoopat T, Kurahashi H, Chockjamsai M, Piangjai S, Bunchu N, Vongvivach S, Samai W, Chaiwong T, Methanitikorn R, Ngern-klun R, Sripakdee D, Boonsriwong W, Siriwattanarungsee S, Srimuangwong C, Hanterdsith B, Chaiwan K, Srisuwan C, Upakut S, Moopayak K, Vogtsberger RC, Olson JK, Sukontason KL. Forensic entomology cases in Thailand: a review of cases from 2000 to 2006. Parasitol Res 2007; 101: 1417-1423.

[5] Barreto M, Burbano ME, Barreto P. Flies (Calliphoridae, Muscidae) and beetles (Silphidae) from human cadavers in Cali, Colombia. Mem Inst Oswaldo Cruz 2002; 97: 137-138.

[6] Sherman RA, Hall MJR, Thomas S. Medicinal maggots: an ancient remedy for some comtemporary afflictions. Annu Rev Entomol 2000; 45: 55-81.

[7] Donnelly J. Wound healing - from poultices to maggots. A short synopsis of wound healing throughout the ages. Ulster Medical J 1998; 67: 47-51.

[8] Jones G, Wall R. Maggot-therapy in veterinary medicine. Res Vet Sci 2008; 85: 394-398.

[9] Sherman RA, Pechter EA. Maggot therapy: a review of the therapeutic applications of fly larvae in human medicine, especially for treating osteomyelitis. Med Vet Entomol 1988; 2: 225-230.

[10] Jarczyk G, Jackowski M, Szpila K, Boszek G, Kapelaty S. Use of *Lucilia sericata* blowfly maggots in the treatment of diabetic feet threatened with ampulation. Acta Angiologica 2008; 14: 42-55.

[11] Sherman RA. Wound myiasis in urban and suburban United States. Arch Intern Med 2000; 160: 2004-2014.

[12] Ziffren SE, Heist HE, May SC, Womack N. The secretion of collagenase by maggots and its implication. Ann Surg 1953; 138: 932-934.

[13] Robinson W, Norwood VH. Destruction of pyogenic bacteria in the alimentary tract of surgical maggots implanted in infected wounds. J Lab Clin Med 1934; 19: 581-586.

[14] Stewart MA. The role of *Lucilia sericata* Meig. larva in osteomyelitis wounds. Ann Trop Med Parasitol 1934; 28: 445-460.

[15] Horn KL, Cobb AH, Gate GA. Maggot therapy for subacute mastoiditis. Arch Otolaryngol 1976; 102: 377-379.

[16] Dumville JC, Worthy G, Bland JM, Cullum N, Dowson C, Iglesias C, Mitchell JL, Nelson EA, Soares MO, Torderson DJ, VenUS II team. Larval therapy for leg ulcers (VenUS II): randomised controlled trial. BMJ 2009; 338: b773.

[17] Edwards J, Stapley S. Debridement of diabetic foot ulcers. Cochrane Database Syst Rev 2010; 20: CD003556.

[18] Putman RJ. Carrion and dung: decomposition of animal wastes. London: Edward Arnold (Publishers) Limited; 1983.

[19] Lussenhop J, Rabinder K, Lloyd JE. Nutrient regeneration by fly larvae in cattle dung. OIKOS 1986; 47: 233-238.

[20] Faegri K, Van Der Pijl L. The principles of pollination ecolog, 2nd ed. Oxford: Pergamon Press; 1971.

[21] Jones HA, Emsweller SL. The use of flies as onion pollinators. Proceeding of the American Society for Horticultural Science; 1934. p. 160-164.

[22] Porter J. Strawberry yields increased by better pollination. Horticulture Industry 1977; May: 375-376.

[23] Anderson DL, Sedgley M, Short JRT, Allwood AJ. Insect pollination of mango in northern Australia *Mangifera indica*, includes *Apis mellifera*. Aust J Agr Res 1982; 33: 541-548.

[24] Hu T, Len CH, Lee BS. The laboratory rearing and radiation effects of gamma ray on the pupae of *Chrysomya megacephala* (Fabricius). Chin J Entomol 1995; 15: 103-111.

[25] Grubel P, Hoffman JS, Chong FK, Burstein NA, Mepani C, Cave DR. Vector potential of houseflies (*Musca domestica*) for *Helicobacter pylori*. J Clin Microbiol 1997; 35: 1300-1303.

[26] Greenberg B. Flies and disease. vol. II. Biological and disease transmission. Princeton: Princeton University Press; 1973.

[27] Sukontason KL, Bunchu N, Methanitikorn R, Chaiwong T, Kuntalue B, Sukontason K. Ultrastructure of adhesive device in fly in families calliphoridae, muscidae and sarcophagidae, and their implication as mechanical carriers of pathogens. Parasitol Res 2006; 98: 477-481.

[28] Kobayashi M, Sasaki T, Saito N, Tamura K, Suzuki K, Watanabe H, Agui N. Houseflies: not simple mechanical vectors of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7. Am J Trop Med Hyg 1999; 61: 625-629.

[29] Greenberg B. Flies and disease. vol. I. Ecology, classification and biotic associations. New Jersey: Princeton University Press; 1971.

[30] Sukontason KL, Bunchoo M, Khantawa B, Piangjai S, Rongsriyam Y, Sukontason K. Comparison between *Musca domestica* and *Chrysomya megacephala* as carriers of bacteria in northern Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2007; 38: 38-44.

[31] Monzon RB, Sanchez AR, Tadiaman BM, Najos OA, Valencia EG, de Rueda RR, Ventura JV. A comparison of the role of *Musca domestica* (Linnaeus) and *Chrysomya megacephala* (Fabricius) as mechanical vectors of helminthic parasites in a typical slum area of Metropolitan Manila. Southeast Asian J Trop Med Public Health 1991; 22: 222-228.

[32] Maldonado MA, Centeno N. Quantifying the potential pathogens transmission of the blowflies (Diptera: Calliphoridae). Mem Inst Oswaldo Cruz 2003; 98: 213-216.

[33] Sulaiman S, Othman MZ, Aziz AH. Isolations of enteric pathogens from synanthropic flies trapped in downtown Kuala Lumpur. J Vector Ecol 2000; 25: 90-93.

[34] Sawabe K, Hoshino K, Isawa H, Sasaki T, Hayashi T, Tsuda Y, Kurahashi H, Tanabayashi K, Hotta A, Saito T, Yamada A, Kobayashi M. Detection and isolation of highly pathogenic H5N1 avian influenza A viruses from blow flies collected in the vicinity of an infected poultry farm in Kyoto, Japan, 2004. Am J Trop Med Hyg 2006; 75: 327-332.

[35] Fetene T, Worku N. Public health importance of non-biting cyclorrhaphan flies. Trans R Soc Trop Med Hyg 2009; 103: 187-191.

[36] Sulaiman S, Sohadi AR, Yunus H, Iberahim R. The role of some cyclorrhaphan flies as carriers of human helminths in Malaysia. Med Vet Entomol 1988; 2: 1-6.

[37] de Oliveira V, de Mello RP, d'Almeida JM. Muscoid dipterans as helminth eggs mechanical vectors at the zoological garden, Brazil. Rev Saude Publica 2002; 36: 614-620.

[38] Marquardt WC, Demaree RS, Grieve RB. Parasitology and vector biology, 2nd ed. MA: Academic Press; 2000.

[39] Sanuki JS, Asai T, Okuzawa E, Kobayashi S, Takeuchi T. Identification of *Entamoeba histolytica* and *E. dispar* cysts in stool by polymerase chain reaction. Parasitol Res 1996; 83: 96-98.

[40] Wallman JF. Winged evidence: forensic identification of blowflies. Aus J Forensic Sci 2002; 34: 73-79.

[41] Hall MJ. Trapping the flies that cause myiasis: their responses to host-stimuli. Ann Trop Med Parasitol 1995; 89: 333-357.

[42] Zumpt F. Myiasis in man and animals in the old world. London: Butterworths; 1965.

[43] Rugg D, Thompson DR, Scott PG, Cramer LG, Barrick RA. Efficacy of ivermectin jetting fluid against strike by some primary and secondary blowflies of sheep. Aust Vet J 1993; 70: 180-182.

[44] Ratcliffe FN. Observations on the sheep blowfly (*Lucilia sericata* Meig.) in Scotland. Ann Appl Biol 1935; 22: 742-753.

[45] Alahmed AM. Myiasis in sheep farms in Riyadh Region, Saudi Arabia. J Egypt Soc Parasitol 2004; 34: 153-160.

[46] Schnur HJ, Zivotofsky D, Wilamowski A. Myiasis in domestic animals in Israel. Vet Parasitol 2009; 161: 352-355.

[47] Papasarathorn T, Piyarasana S. A report case of myiasis caused by the larvae of *Chrysomya bezziana* Villeneuve. J Med Assoc Thai 1962; 45: 47-52.

[48] Tratnik L, Viranuvatti P. Cutaneous myiasis of the scalp due to *Callitroga macellaria*. Vajira Med J 1965; 9: 89-96.

[49] Papasarathorn T, Chularerk P, Limcharoen C, Rojanapremsook J. Human myiasis caused by *Chrysomya bezziana* Villeneuve. J Med Assoc Thai 1967; 50: 761-766.

[50] Cheong WH, Mahadevan S, Joe LK. A case of intestinal myiasis in Malaysia. Southeast Asian J Trop Med Public Health 1973; 4: 281.

[51] Ramalingam S, Nurulhuda A, Bee LH. Urogenital myiasis caused by *Chrysomya bezziana* (Diptera: Calliphoridae) in peninsular Malaysia. Southeast Asian J Trop Med Public Health 1980; 11: 405-407.

[52] Cho JH, Kim HB, Cho CS, Huh S, Ree HI. An aural myiasis case in a 54-year-old male farmer in Korea. Korean J Parasitol 1999; 37: 51-53.

[53] Chan JC, Lee JS, Dai DL, Woo J. Unusual cases of human myiasis due to Old World screwworm fly acquired indoors in Hong Kong. Trans R Soc Trop Med Hyg 2005; 99: 914-918.

[54] da Silva BB, Borges US, Pimentel ICC. Human vaginal myiasis caused by *Cochliomyia hominivorax*. Int J Gyn Obstet 2005; 89: 152-153.

[55] Wenzel RP. Prevention and control of nosocomial infections. Baltimore: Williams & Wilkins, Co.; 1987.

[56] Joo CY, Kim JB. Nosocomial submandibular infections with dipterous fly larvae. Korean J Parasitol 2001; 39: 255-260.

[57] Szakacs T, MacPherson P, Sinclair BJ, Gill BD, McCarthy AE. Nosocomial myiasis in a Canadian intensive care unit. Can Med Assoc J 2007; 177: 719-720.

[58] นิมิตร มรกต. บทนำวิชาปรสิตวิทยา. ใน: วันชัย มาลีวงษ์, ผิวพรรณ มาลีวงษ์, นิมิตร มรกต (บรรณาธิการ), ปรสิตวิทยาทางการแพทย์: โปรโตซัวและหนอนพยาธิ. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น , ประเทศไทย: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา; 2544: 1-7.

[59] Kano R, Shinonaga S. *Phaenicia sericata*. In: Kano R, Shinonaga S (eds.), Fauna Japonica Calliphoridae (Insecta: Diptera). Tokyo, Japan: Biogeographic Society of Japan; 1968: 95-98.

[60] Greenberg B. Two cases of human myiasis caused by *Phaenicia sericata* (Diptera: Calliphoridae) in Chicago area hospitals. J Med Entomol 1984; 21: 615.

[61] Ahmad NW, Ismail A, Jeffery J, Ibrahim S, Hadi AA, Ibrahim MN, Chin HC, Lim LH. Aural myiasis in a neonate in peninsular Malaysia. Parasites & Vectors 2009; 2: 63.

[62] Yoshitomi A, Sato A, Suda T, Chida K. Nasopharyngeal myiasis during mechanical ventilation. Nihon Kyobu Shikkan Gakkai Zasshi 1997; 12: 1352-1355.

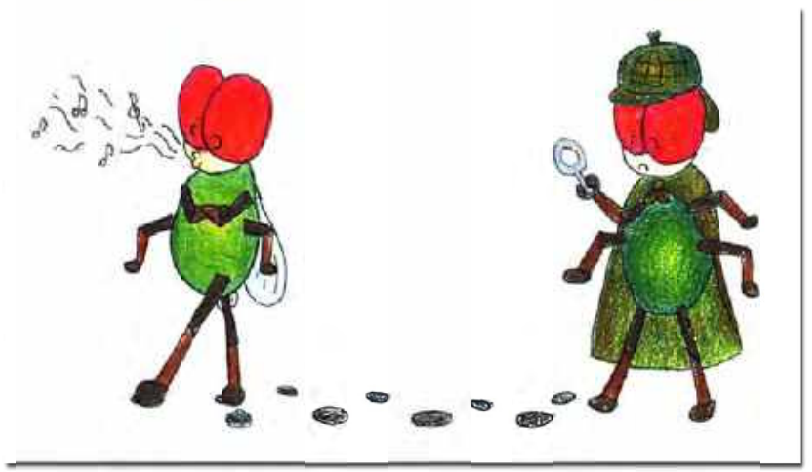
[63] Chigusa Y, Shinonaga S, Kawaguchi T, Kawaguchi N, Kirinoki M, Matsuda H. Cutaneous myiasis caused by *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) on skin cancer of the cheek. Med Entomol Zool 2002; 53: 89-94.

[64] Dogra SS, Mahajan VK. Oral myiasis caused by *Musca domestica* larvae in child. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2010; extra 5: 105-107.

7

ความสำคัญของแมลงวันหัวเขียว ในงานนิติเวชกีฏวิทยา

กาบแก้ว สุคนธสรรพ์



ภาพโดย... ด.ญ. ณิชาภัทร สุคนธสรรพ์

ความสำคัญของแมลงวันหัวเขียวในงานนิติเวชกีฏวิทยา

ประวัติการศึกษานิติเวชกีฏวิทยา	284
ระยะการสลายตัวของศพ	286
ซากสัตว์ที่ใช้เป็นตัวแทนศพมนุษย์	288
ลำดับก่อนหลังของสัตว์ขาปล้องที่พบในศพ	294
ชนิดของสัตว์ขาปล้องที่พบในศพ	295
การระบุชนิดของแมลงวันหัวเขียวที่พบในศพ	295
ประโยชน์ของนิติเวชกีฏวิทยา	299
ชนิดของแมลงวันที่พบในศพ	307
ตัวอย่างกรณีศึกษาทางนิติเวชกีฏวิทยาที่น่าสนใจในราชอาณาจักรไทย	312
สรุป	327
เอกสารอ้างอิง	328

นิติกีฏวิทยา (forensic entomology) หมายถึงการศึกษาและการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับชีววิทยาของสัตว์ขาปล้อง เพื่อประโยชน์ในการสืบสวน หรือเป็นหลักฐานในคดีความต่างๆ[1] นิติกีฏวิทยาแบ่งออกเป็นสาขาย่อยคือ

1) **นิติเวชกีฏวิทยา** (medicolegal entomology หรือ forensic medical entomology) เป็นสาขาย่อยของนิติกีฏวิทยา ที่มีการศึกษาและนำไปใช้งานมากที่สุด นักนิติเวชกีฏวิทยาปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับอาชญากรรม ซึ่งมีสัตว์ขาปล้องเข้ามาวางไข่ในศพ บาดแผล หรือเข้ามาในสถานที่เกิดเหตุและสามารถนำสัตว์ขาปล้องนั้นมาเป็นหลักฐานในการสืบสวนหาสาเหตุของอาชญากรรม หรือเพื่อติดตามหาอาชญากร สัตว์ขาปล้องส่วนใหญ่ที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยา คือแมลงวันหัวเขียว นอกจากนี้มีแมลงชนิดอื่นที่มีความสำคัญบ้างแต่น้อยกว่า โดยสามารถพบระยะไข่ ตัวอ่อนหรือดักแด้ ในศพ บาดแผล หรือบริเวณที่เกิดเหตุ นักนิติเวชกีฏวิทยาทำการเก็บรวบรวมสัตว์ขาปล้องเหล่านี้ เพื่อใช้ประโยชน์ในการประมาณระยะเวลาหลังการตาย การวิเคราะห์หาสารพิษ การพิสูจน์หาบาดแผลก่อนการตาย และการพิสูจน์การเคลื่อนย้ายศพหลังการตาย (relocation)[1-5] นิติเวชกีฏวิทยาเป็นวิชาที่เริ่มมีผู้ศึกษามากขึ้นในหลายประเทศ เช่นในสหรัฐอเมริกา สำหรับในราชอาณาจักรไทย งานด้านนี้นับได้ว่าเป็นข้อมูลเสริมที่ช่วยแพทย์นิติเวชในการชันสูตรพลิกศพ

2) **นิติกีฏวิทยาเกี่ยวกับเมืองและสิ่งก่อสร้าง** (urban forensic entomology) เป็นสาขาย่อยของนิติกีฏวิทยาศึกษาเกี่ยวกับสัตว์ขาปล้องที่บุกรุกสิ่งก่อสร้างเช่น ปลวก หรือแมลงสาบ แมลงเหล่านี้ก่อให้เกิดความรำคาญแก่ผู้อยู่อาศัย หรืออาจทำลายสิ่งก่อสร้าง และเกิดข้อพิพาทระหว่างผู้เช่าและผู้ให้เช่าสิ่งก่อสร้าง นิติกีฏวิทยากลุ่มย่อยนี้ยังไม่มีบทบาทในราชอาณาจักรไทย

3) **นิติกีฏวิทยาเกี่ยวกับอาหารและการบรรจุภัณฑ์** (stored product forensic entomology) เป็นสาขาย่อยของนิติกีฏวิทยาที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับแมลงที่ทำความเสียหายต่ออาหาร ผลิตภัณฑ์อาหารหรือพืชผลการเกษตร หรือการปนเปื้อนของสัตว์ขาปล้องในอาหาร เช่น ข้อพิพาทระหว่างผู้บริโภคกับผู้ผลิตกรณีพบซากแมลงในอาหารหรืออาหารกระป๋อง งานนิติกีฏวิทยาด้านนี้ยังไม่แพร่หลาย

เนื่องจากแมลงวันหัวเขียวเป็นสัตว์ขาปล้องที่พบมากที่สุด ในงานด้านนิติเวชกีฏวิทยา รวมทั้งมีการศึกษาไว้มากกว่าสัตว์ขาปล้องชนิดอื่น ดังนั้นในตำราเล่มนี้ผู้นิพนธ์ได้รวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ เน้นไปในเรื่องแมลงวันหัวเขียวที่เกี่ยวข้องกับสาขานิติเวชกีฏวิทยาเท่านั้น

ประวัติการศึกษานิติเวชกีฏวิทยา[1;6]

นักอาชญวิทยาชาวจีนชื่อ Sung Tz'u ได้บันทึกการใช้ความรู้ทางด้านชีววิทยาของสัตว์ขาปล้องมาช่วยในการสืบสวนทางอาชญวิทยา ไว้ในหนังสือชื่อ "*His y an chi lu*" เมื่อประมาณปี พ.ศ. 1778[1] ถึง 1790[7] ต่อมามีการแปลเป็นภาษาอังกฤษโดย McKnight ในปี พ.ศ. 2524 โดยใช้ชื่อหนังสือในภาษาอังกฤษว่า "*Washing Away of Wrongs*" หนังสือดังกล่าวระบุถึงการสืบสวนคดีฆาตกรรมหลายคดีที่เกี่ยวข้องกับทางนิติเวชกีฏวิทยา เช่น คดีฆาตกรรมในทุ่งนาของหมู่บ้านชนบทแห่งหนึ่งของจีนโบราณ ซึ่งศพของผู้เสียชีวิตถูกฆาตกรฆ่าด้วยของมีคม ในลักษณะตวัดอย่างแรง เข้าได้กับการใช้เคียวมากกว่ามีดหรือดาบ วันต่อมานักอาชญวิทยาคนดังกล่าวได้สั่งให้คนในหมู่บ้านนำเคียวของแต่ละคนวางเรียงกันบนพื้น โดยเคียวทุกเล่มสะอาดและไม่มีรอยเปื้อน แต่มีแมลงวันหัวเขียวตอมเคียวเล่มหนึ่ง ทำให้เจ้าของเคียวนั้นจำนนต่อหลักฐาน และยอมรับสารภาพว่าเป็นฆาตกรในคดีดังกล่าว กรณีนี้นักอาชญวิทยาใช้ความรู้ทางชีววิทยาของแมลงวันที่มีความสามารถในการรับกลิ่น โดยเฉพาะกลิ่นของแหล่งอาหารที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ เช่น กลิ่นโลหิตที่ยังคงติดอยู่บนเคียว แม้ว่าถูกเช็ดหรือทำความสะอาดไปบ้างแล้วก็ตาม

นิติเวชกีฏวิทยาในโลกตะวันตกเริ่มต้นที่สาธารณรัฐฝรั่งเศส ในปี พ.ศ. 2391 นายแพทย์ Orfila บันทึกชนิดของแมลงและสัตว์ขาปล้องจำนวน 30 ชนิด ที่มากินอาหารและวางไข่ที่ศพ ในบันทึกได้ระบุว่าแมลงวันหัวเขียว *Calliphora vomitoria* และ *Lucilia caesar* เป็นแมลงกลุ่มแรกที่เข้ามาวางไข่ จากนั้นตามมาด้วยกลุ่มของด้วง dermestid (วงศ์ Dermestidae), histerid (วงศ์ Histeridae), silphid (วงศ์ Silphidae) และ staphylinid (วงศ์ Staphylinidae) คาดว่านายแพทย์ Orfila เป็นบุคคลแรกที่มีหลักฐานว่าทำการศึกษา บันทึกชนิดและระยะเวลาที่พบแมลงและสัตว์ขา

ปล้องในศพมนุษย์ (insect succession)[8] ต่อมาในปี พ.ศ. 2398 Bergeret[9] ใช้แมลงเป็นหลักฐานช่วยในการชันสูตรพลิกศพเด็กทารก ที่ถูกพบภายในบ้านแถบชานกรุงปารีส จนนำไปสู่การได้ตัวฆาตกร[1] ต่อมาระหว่างปี พ.ศ. 2426 ถึง 2442 J.P. Mégnin ชาวฝรั่งเศส ได้ตีพิมพ์บทความเกี่ยวกับนิติเวชกีฏวิทยาอย่างต่อเนื่อง ที่มีชื่อเสียงที่สุดคือ *La Faune des Cadavres: Application de l'Entomologie la M dicine L gale*[1] ในปี พ.ศ. 2529 Kenneth G.V. Smith ได้พิมพ์ตำราทางด้านนิติเวชกีฏวิทยาเป็นครั้งแรก ภายใต้ชื่อ ชื่อ *"A Manual of Forensic Entomology"*[3] และต่อมามีนักกีฏวิทยาที่มีชื่อเสียงได้พิมพ์หนังสือทางด้านนิติเวชกีฏวิทยาออกตามมาอีกหลายเล่ม

ผู้นิพนธ์ไม่พบหลักฐานว่า งานนิติเวชกีฏวิทยาในราชอาณาจักรไทยเริ่มต้นเมื่อใด จากการสอบถามตำรวจที่เกษียณอายุราชการที่เคยปฏิบัติงานในชนบท พบว่าพนักงานสอบสวนที่ทำการชันสูตรพลิกศพช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2490 ถึง 2520 ไม่มีความรู้เกี่ยวกับตัวอ่อนแมลงวันที่พบในศพ ประกอบกับไม่มีแพทย์นิติเวชที่อยู่ในชนบท พนักงานสอบสวนในสมัยนั้นจึงไม่ได้ใช้ข้อมูลการพบตัวอ่อนแมลงวันช่วยในการสืบสวน (พ.ต.ท. อุดม ลิขิตวงศ์, ข้อมูลติดต่อส่วนตัว) อย่างไรก็ตาม รายงานเก่าที่สุดทางด้านนิติเวชกีฏวิทยาของราชอาณาจักรไทย เท่าที่สืบค้นได้ คืองานวิจัยของนายแพทย์ระพี แม้นโกศล ในปี พ.ศ. 2529[10] ต่อมานายแพทย์วิสูตร ฟองศิริไพบูลย์ ได้ตีพิมพ์บทความเกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตของแมลงวัน เพื่อนำมาความรู้มาประยุกต์ใช้บอกเวลาตายในศพเน่าในปี พ.ศ. 2530[11] ส่วนการรายงานชนิดของตัวอ่อนแมลงวันที่พบในศพในราชอาณาจักรไทยเป็นครั้งแรก เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2544 โดยผู้นิพนธ์และคณะ[12] ซึ่งประกอบด้วยนักวิจัยจากภาควิชาปรสิตวิทยา และภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ งานวิจัยทางนิติเวชกีฏวิทยาของคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นงานวิจัยหลากหลายขององค์ความรู้ ที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์ของนิติเวชกีฏวิทยา และทั้งหมดได้ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ[2;13-26] เช่น การรวบรวมกรณีศึกษาต่างๆ การศึกษาสัณฐานวิทยาของแมลงวันหัวเขียวที่มักพบในศพ การระบุชนิดของแมลงวันที่มักพบในศพ การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของแมลงวันหัวเขียวในห้องปฏิบัติการ การสำรวจชนิดของแมลงวันที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยา เป็นต้น

ในปัจจุบันมีผู้ศึกษาทางด้านนิติเวชกีฏวิทยาเพิ่มมากขึ้นจากหลายสถาบัน เช่น การศึกษาการประมาณเวลาการตาย โดยอาศัยข้อมูลวัฏจักรชีวิตของแมลงวันบนศพ จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย[27] มหาวิทยาลัยขอนแก่น[28] การศึกษาการพบสัตว์ขาปล้องในศพโดยใช้ซากสุกรแทนศพมนุษย์ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยนเรศวร[29]

การศึกษาอีกด้านหนึ่งที่เกี่ยวกับงานด้านนิติเวชกีฏวิทยา คือการศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานและการระบุชนิด (identify) ของสัตว์ขาปล้อง โดยเฉพาะแมลงวัน ส่วนใหญ่เป็นรายงานถึงวิธีระบุชนิดของแมลงวันที่พบในพื้นที่ต่างๆ เช่น รายงานของ Aldrich ในปี พ.ศ. 2459 เกี่ยวกับการระบุชนิดของแมลงวันหลังลาย ในวงศ์ Sarcophagidae โดยใช้ความแตกต่างของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้[30] ปี พ.ศ. 2479 Knipling[31] ได้บรรยายและสร้างกุญแจ (key) สำหรับระบุชนิดตัวอ่อนระยะที่ 1 ของแมลงวันหลังลาย และปี พ.ศ. 2491 Hall ตีพิมพ์ผลงาน "*The Blowflies of North America*" ซึ่งช่วยระบุชนิดของตัวเต็มวัยและตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวที่พบในทวีปอเมริกาเหนือ[32] ส่วนแมลงวันในภาคพื้นเอเชียมีการศึกษาไว้ไม่มาก เช่น รายงานของ Yuri G. Verves ในปี พ.ศ. 2548[33] ที่ได้รวบรวมและอธิบายชนิดของแมลงวันจำนวน 410 ชนิดและแหล่งที่พบแมลงวันเหล่านี้

ระยะการสลายตัวของศพ (stage of decomposition)

นักนิติเวชกีฏวิทยาได้ทดลองใช้ซากสัตว์เป็นตัวแทนศพมนุษย์ และระบุระยะการสลายตัวของศพออกเป็น 4 ระยะ[34] หรือ 5 ระยะ[35-37] ผู้นิพนธ์มีความคิดเห็นว่าการระบุการสลายตัวของศพทั้งสองวิธีแตกต่างกันในระยะเสื่อมสลาย การแบ่งเป็น 4 ระยะได้รวมระยะแรกและระยะหลังของการเสื่อมสลายของการแบ่งเป็น 5 ระยะเข้าด้วยกัน ซึ่งศพทั้งสองระยะนี้พบมีสัตว์ขาปล้องต่างชนิดกัน จึงทำให้การแบ่งระยะการสลายตัวของศพเป็น 5 ระยะ สอดคล้องกับลักษณะการพบสัตว์ขาปล้องในศพมากกว่า อย่างไรก็ตาม ช่วงเวลาของแต่ละระยะขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอก เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงแดด เป็นต้น ระยะการสลายตัวของศพทั้ง 5 ระยะ คือ

1) ระยะสด (fresh) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เสียชีวิตจนถึงก่อนระยะที่ศพมีลักษณะพองบวม ในระยะนี้อุณหภูมิร่างกายศพลดต่ำลง ศพยังไม่มีกลิ่น แต่เริ่มมีแมลงวันหัวเขียวเข้ามาที่ศพและวางไข่ ระยะสดใช้เวลาประมาณ 0 ถึง 3 วัน หรืออาจนานได้ถึง 6 วัน ถ้าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมต่ำ[36]

2) ระยะพองบวม (bloat) ส่วนท้องของศพบวมพอง เนื่องมาจากการสะสมของแก๊สภายใน สีผิวลำตัวศพเริ่มเปลี่ยนเป็นคล้ำ และส่งกลิ่นเหม็น อุณหภูมิของศพเพิ่มขึ้น ทวารหนักโผล่ยื่นออกมา ระยะนี้อยู่ระหว่าง 4 ถึง 6 วัน

3) ระยะการเสื่อมสลายอย่างรุนแรง (active decay) เริ่มมีการยุบตัวของหน้าอก เป็นผลจากการกินของตัวอ่อนแมลงวัน ลำตัวศพลื่นเหมือนมีน้ำมัน (greasy) และมีกลิ่นเหม็นมาก ระยะนี้อยู่ระหว่าง 7 ถึง 30 วัน

4) ระยะหลังของการเสื่อมสลาย (advanced decay) ตัวอ่อนแมลงวันเริ่มหายไป น้ำหนักศพลดลงอย่างมาก ผิวหนังศพเริ่มแห้ง ระยะนี้อยู่ระหว่าง 31 ถึง 51 วัน

5) ระยะศพแห้ง (dry remain) เหลือแต่โครงกระดูก ผิวหนังแห้ง ไม่มีกลิ่น ระยะนี้ไม่มีตัวอ่อนแมลงวัน ระยะนี้เริ่มหลังจาก 52 วัน

บริเวณขอบของแหล่งน้ำมีน้ำขึ้นและน้ำลงเป็นบริเวณที่มีความชื้นสูง ทำให้ศพในบริเวณนี้มีระยะการเน่าสลายที่ต่างจากศพที่พบบนพื้นราบหรือในป่า สามารถจำแนกระยะการสลายของศพที่พบในบริเวณขอบของแหล่งน้ำได้เป็น 5 ระยะ คือ[38]

1) ระยะสด (fresh)

2) ระยะศพลอย (buoyant หรือ floating)

3) ระยะเน่า (deterioration หรือ disintegration)

4) ระยะศพลอยที่ผิวน้ำ (buoyant remain)

5) ระยะศพแห้งเป็นบางส่วน (scattered skeletal)

บริเวณของศพที่ดึงดูดแมลงวันให้มาวางไข่มากที่สุดคือบริเวณบาดแผล รองลงมาคือรูเปิดตามร่างกายที่มีความชื้นมาก ได้แก่ ตา หู จมูก ปาก อวัยวะสืบพันธุ์ การวางไข่ของแมลงวันจะหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีความร้อนสูงและแห้ง หรือบนผิวร่างกายที่เปิดโล่ง[3;7]

ซากสัตว์ที่ใช้เป็นตัวแทนศพมนุษย์

รายงานการศึกษาวิจัยทางนิติเวชกีฏวิทยาในศพมนุษย์ครั้งแรกมีในปี พ.ศ. 2526 โดยเป็นการศึกษาของ Rodriguez และ Bass[39] ที่ Forensic Anthropology Center (FAC) ณ มหาวิทยาลัยเทนเนสซี เมือง Knoxville มลรัฐเทนเนสซี สหรัฐอเมริกา โดยใช้ศพมนุษย์จำนวน 4 ศพ วางในสถานที่ที่แตกต่างกัน และศึกษาสัตว์ขาปล้องที่พบในศพ นอกจากนี้มีรายงานการศึกษาวิจัยในศพมนุษย์ จาก Forensic Anthropology Center เช่นเดียวกัน โดย Schoenly และคณะ[40] ในปี พ.ศ. 2550 อย่างไรก็ตาม การใช้ศพมนุษย์เพื่อการศึกษาวิจัยทางกีฏวิทยาอาจมีปัญหาทั้งการหาศพมนุษย์ และจริยธรรมการวิจัยในบางประเทศ ทำให้นักนิติเวชกีฏวิทยาได้ทดลองใช้ซากสัตว์แทนศพมนุษย์และพบว่า ซากสุกรบ้าน (domestic pig: *Sus scrofa*) มีคุณสมบัติที่ดีที่สุดในการเป็นตัวแทนศพมนุษย์เพื่อการศึกษาทางนิติเวชกีฏวิทยา[5;8] โดยซากสุกรมีหลายส่วนคล้ายหรือใกล้เคียงกับศพมนุษย์[3;5;41;42] ได้แก่

- ขนาดของช่องอก (thoracic cavity size) ใกล้เคียงกัน[43]
- อวัยวะภายใน
- ผิวหนังสุกรบ้านมีขนค่อนข้างน้อยเช่นเดียวกับมนุษย์
- จุลชีพในทางเดินอาหาร[35]
- การกระจายตัวของไขมัน

Elmer Paul Catts และ Medison Lee Goff ผู้เชี่ยวชาญด้านนิติเวชกีฏวิทยาของสหรัฐอเมริกา แนะนำให้ใช้ซากสุกรที่มีน้ำหนัก 22 ถึง 23 กิโลกรัม[5] เนื่องจากลำตัวสุกรที่มีน้ำหนักดังกล่าว เทียบเคียงได้กับขนาดลำตัวของผู้ใหญ่ที่เป็นเพศชาย ในขณะที่ Schoenly และคณะ[40] แนะนำให้ใช้ซากสุกรที่มีน้ำหนัก 23 ถึง 27 กิโลกรัม ดังนั้นการวิจัยทางด้านนิติเวชกีฏวิทยาส่วนใหญ่ จึงใช้ซากสุกรบ้านแทนศพมนุษย์ (รูปที่ 7.1A,B) โดยมีรายงานการศึกษาจากหลายประเทศได้แก่ ทวีปอเมริกาเหนือ จากประเทศสหรัฐอเมริกา ในมลรัฐเทนเนสซี[40] มลรัฐเวสต์เวอร์จิเนีย[44] มลรัฐลุยเซียนา[45;46] มลรัฐฮาวาย[38] และมลรัฐฟลอริดา[47] นอกจากนี้มีรายงานจากแคนาดา[48-51] ทวีปอเมริกาใต้ มีรายงานจากสาธารณรัฐอาร์เจนตินา[37] ส่วนทวีปยุโรปมีรายงานจากสาธารณรัฐออสเตรีย[52] สาธารณรัฐอิตาลี[53] และสาธารณรัฐโปแลนด์[54] ทวีปออสเตรเลียมีรายงานจากเครือรัฐออสเตรเลีย[55] ทวีปแอฟริกามีรายงานจาก

สาธารณรัฐแอฟริกาใต้[56] ทวีปเอเชียมีรายงานจากสาธารณรัฐประชาชนจีน[57;58] มาเลเซีย[59-65] และราชอาณาจักรไทย[29]

รูปที่ 7.1 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงการใช้ซากสัตว์ในการศึกษานิติเวชกีฏวิทยา (A) ซากสัตว์ (B) กลุ่มตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวที่พบในซากสัตว์ *(ภาพโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์, ถ่ายทำที่มหาวิทยาลัย Texas A&M โดยได้รับอนุญาตจาก Prof. Jimmy K. Olson ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัย Texas A&M สหรัฐอเมริกา)*

การศึกษาทางนิติเวชกีฏวิทยาในซากสัตว์มีการจำลองสถานการณ์ต่างๆ เช่น ศพในป่าหญ้า (รูปที่ 7.2) ศพที่ถูกฝังดิน[48] ศพที่อยู่ในกระโปรงท้ายรถยนต์ (รูปที่ 7.3) ศพที่อยู่บนอาคาร (รูปที่ 7.4) ศพที่อยู่ในห้องใต้หลังคา (รูปที่ 7.5) เป็นต้น

รูปที่ 7.2 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงสถานการณ์จำลองซากสัตว์ในป่าหญ้า *(ภาพโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์, ถ่ายทำที่มหาวิทยาลัย Texas A&M โดยได้รับอนุญาตจาก Prof. Jimmy K. Olson ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัย Texas A&M สหรัฐอเมริกา)*

รูปที่ 7.3 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงสถานการณ์จำลองศพ ที่อยู่ในกระโปรงท้ายรถยนต์ *(ภาพโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์, ถ่ายทำที่มหาวิทยาลัย Texas A&M โดยได้รับอนุญาตจาก Prof. Jimmy K. Olson ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัย Texas A&M สหรัฐอเมริกา)*

รูปที่ 7.4 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงสถานการณ์จำลองศพที่อยู่บนอาคาร (A) ซากสัตว์บนหลังคา (B) นักศึกษากำลังเก็บตัวอย่างดักแด้แมลงวันบริเวณพื้นดินที่เกิดจากตัวอ่อนจากซากสัตว์บนหลังคา *(ภาพโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์, ถ่ายทำที่มหาวิทยาลัย Texas A&M โดยได้รับอนุญาตจาก Prof. Jimmy K. Olson ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัย Texas A&M สหรัฐอเมริกา)*

นอกจากมีการใช้ซากสุกรบ้านในการศึกษาแล้ว มีรายงานการใช้ซากสัตว์ชนิดอื่น ได้แก่

- ซากลิง (*Presbytes cristata*) ในมาเลเซีย[65]
- ซากลิงหางยาว (long tail macaque; *Macaca fascicularis*) ในมาเลเซีย[61;66]

• ซากหมีดำ (Louisiana black bear; *Ursus americanus luteolus*) ในมลรัฐลุยเซียนา สหรัฐอเมริกา[45]

• ซากกวางหางขาว (white-tailed deer; *Odocoileus virginianus*) ในมลรัฐลุยเซียนา สหรัฐอเมริกา[45]

• ซากจระเข้ตีนเป็ด (American alligator; *Alligator mississippiensis*) ในมลรัฐลุยเซียนา สหรัฐอเมริกา[45]

• ซากสุนัข ในมลรัฐเทนเนสซี สหรัฐอเมริกา[67]

• ซากหนู (*Rattus rattus*) ในเมืองเจิ้งโจว มณฑลเหอหนาน สาธารณรัฐประชาชนจีน[68] และ ในมลรัฐเซาท์แคโรไลนา สหรัฐอเมริกา[69]

• ซากแรคคูน (ในรายงานไม่ได้ระบุชื่อวิทยาศาสตร์) ในมลรัฐเวสต์เวอร์จิเนีย สหรัฐอเมริกา[70]

• ซากกระต่ายบ้าน (*Oryctolagus cuniculus*) ในเมืองอเล็กซานเดรีย สาธารณรัฐอาหรับอียิปต์[71] และในสหพันธ์สาธารณรัฐบราซิล[72]

การศึกษาในซากสัตว์เหล่านี้ นักนิติเวชกีฏวิทยาต้องเข้ามาตรวจสอบซากสัตว์และพื้นที่โดยรอบเป็นระยะๆ เพื่อศึกษาชนิดและบันทึกเวลาที่พบของสัตว์ขาปล้องชนิดต่างๆ ตัวอย่างการศึกษาได้แก่ การศึกษาในมลรัฐลุยเซียนา สหรัฐอเมริกา นักวิจัยใช้ซากสุกร 2 ตัวที่มีน้ำหนัก 29 กิโลกรัมและ 45 กิโลกรัม รวมทั้งใช้ซากหมีดำ กวางหางขาว และจระเข้ตีนเป็ด เก็บแมลงที่พบในซากสัตว์ทุกวันในช่วง 14 วันแรกของการทดลอง ต่อมาเก็บตัวอย่างวันเว้นวัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นเก็บตัวอย่างสัปดาห์ละ 2 ครั้ง จนกระทั่งซากสัตว์กลายเป็นระยะศพแห้ง

รูปที่ 7.5 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงสถานการณ์จำลองศพที่อยู่ในห้องใต้หลังคา (A) ซากสัตว์ในห้องใต้หลังคา (B) ดักแด้จำนวนมากใต้พรม (C) ดักแด้ที่ขอบพรม *(ภาพโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์, ถ่ายทำที่มหาวิทยาลัย Texas A&M โดยได้รับอนุญาตจาก Prof. Jimmy K. Olson ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัย Texas A&M สหรัฐอเมริกา)*

ลำดับก่อนหลังของสัตว์ขาปล้องที่พบในศพ (insect succession)

หลังการตาย ศพมีการสลายตัวเป็นหลายระยะดังได้กล่าวมาแล้ว ในแต่ละช่วงระยะเวลาการสลายตัวของศพมีความเหมาะสมต่อสัตว์ขาปล้องต่างชนิดกัน เข้ามากินหรือวางไข่บนศพ ทำให้พบแมลงในศพต่างชนิดกันไปตามระยะต่างๆ ของการสลายตัว แมลงบางชนิดชอนไชศพ อาจทำให้ศพมีสภาพที่ไม่เหมาะสมสำหรับแมลงบางชนิด ในทางตรงกันข้าม อาจเหมาะสมสำหรับแมลงอีกกลุ่มหนึ่งที่จะเข้ามากินซากศพต่อไป

ลำดับของแมลงที่พบในศพแต่ละพื้นที่หรือแต่ละประเทศ อาจมีความแตกต่างกันทั้งในแง่รูปแบบ (pattern) หรือชนิดของแมลง ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

• ปัจจัยทางกายภาพของสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความชื้น แสงแดดและรังสีจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมาบนผิวโลก (insolation) ฤดูกาล เมฆที่ปกคลุม และแหล่งที่อยู่[73]

• ปัจจัยทางกายภาพของศพ ได้แก่ ลักษณะการสลายตัว การทำลายศพโดยสัตว์หรือแมลงชนิดอื่น[38;74]

• ปัจจัยจากชีววิทยาของสัตว์ขาปล้อง ได้แก่ การแข่งขันระหว่างสัตว์ขาปล้องทั้งภายในชนิดเดียวกัน (intraspecific competition) และต่างชนิด (interspecific competition)[58]

ลำดับก่อนหลังของสัตว์ขาปล้องที่พบในศพ สามารถช่วยในการประมาณระยะเวลาหลังการตายได้[41;75;76] ทำให้มีการศึกษาลำดับก่อนหลังของสัตว์ขาปล้องที่พบในศพในสถานที่ต่างๆ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในงานนิติเวชกีฏวิทยา อย่างไรก็ตาม ข้อมูลดังกล่าวที่พบในศพของสถานที่หนึ่ง อาจไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับสถานที่อื่นได้ ทำให้นักนิติเวชกีฏวิทยาจำเป็นต้องศึกษาลำดับก่อนหลังของสัตว์ขาปล้องที่พบในศพในแต่ละพื้นที่ โดยใช้ซากสัตว์แทนศพมนุษย์

ชนิดของสัตว์ขาปล้องที่พบในศพ

มีการศึกษาในต่างประเทศพบว่า สัตว์ขาปล้องที่พบในศพในระยะต่างๆ มีความแตกต่างกัน[3;71] ผู้นิพนธ์สรุปได้ดังนี้

ระยะสด	เริ่มมีการวางไข่ของแมลงวันหัวเขียว แมลงวันบ้าน ตอนท้ายของระยะสดพบตัวอ่อนของแมลงวันทั้งสองชนิดได้
ระยะพองบวม	เริ่มมีการวางตัวอ่อนระยะที่ 1 ของแมลงวันหลังลาย จำนวนตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียว แมลงวันบ้านเพิ่มมากขึ้น เริ่มพบดักแด้ของแมลงวันหัวเขียว แมลงวันบ้าน
ระยะการเสื่อมสลายอย่างรุนแรง	ยังคงพบตัวอ่อนและดักแด้ของแมลงวัน แต่เริ่มลดลง
ระยะหลังของการเสื่อมสลาย	เริ่มมีการเข้ามาของด้วง
ระยะศพแห้ง	พบด้วง จากนั้นจำนวนด้วงลดลง และหมดไปเมื่อซากศพสลายหมด

การระบุชนิดของแมลงวันหัวเขียวที่พบในศพ

ระยะเวลาการเจริญเติบโตของแมลงวันแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องระบุชนิดของตัวอ่อนแมลงวันที่พบในศพ เพื่อนำไปใช้เป็นหลักฐานในการประมาณระยะเวลาหลังการตายของศพได้อย่างถูกต้อง การระบุชนิดของแมลงวันหัวเขียวในระยะต่างๆ โดยใช้สัณฐานวิทยาเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด รวดเร็ว และเสียค่าใช้จ่ายน้อย อย่างไรก็ตามมีวิธีระบุชนิดแมลงวันหัวเขียวอีกหลายวิธีที่สามารถนำมาใช้ได้ เช่น วิธีอณูพันธุศาสตร์ (molecular genetic) หรือวิธีการทางชีวเคมี การระบุชนิดโดยใช้สัณฐานวิทยาได้กล่าวโดยละเอียดในบทที่ 3 และบทที่ 9 สำหรับในบทนี้กล่าวถึงหลักการกว้างๆ ในการระบุชนิดระยะต่างๆ ของแมลงวันหัวเขียวโดยใช้สัณฐานวิทยาได้แก่

❖ การระบุชนิดไข่

ไข่แมลงวันที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยา สามารถระบุชนิดได้โดยใช้ความแตกต่างทางสัณฐานวิทยา ซึ่งมีการศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง[77] และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด[22;78;79] โดยใช้สัณฐานวิทยาที่สำคัญ คือ

- ขนาด: ความกว้างและความยาวของไข่
- median area: ความกว้างและความยาวของ median area
- flange หรือขอบของ median area: เรียบ หนาตัว หรือยกตัวสูง
- ผิว chorion: ผิวเรียบหรือผิวนูน

❖ การระบุชนิดตัวอ่อน

การระบุชนิดตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว ควรทำในตัวอ่อนระยะที่ 3 ซึ่งตัวอ่อนเติบโตเต็มที่ ทั้งการศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง[16;25;80-82] หรือกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด[15;23;79;80;83-85] โดยใช้สัณฐานวิทยาที่สำคัญคือ

- รูปร่างของลำตัว: การมีผิวเรียบหรือมี tubercle ที่ลำตัว
- ลักษณะหนามที่อยู่ระหว่างอกปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2
- รูหายใจหลัง โดยดูลักษณะของ peritreme ว่ามี peritreme เป็นวงแบบสมบูรณ์หรือเป็นวงแบบไม่สมบูรณ์
- ความเข้มของ peritreme โดยสามารถแบ่งเป็น peritreme ที่มีความเข้มมากหรือความเข้มน้อย
- รูหายใจหลังมีขนาดใหญ่หรือขนาดเล็ก
- ระยะห่างระหว่างรูหายใจหลัง อยู่ห่างกันมากหรืออยู่ชิดกัน
- รูหายใจหน้า: ดูความแตกต่างของจำนวน papillae

ผู้นิพนธ์และคณะทำการศึกษาวิธีระบุชนิดตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว ในราชอาณาจักรไทย โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และสามารถใช้สัณฐานวิทยาดังกล่าวข้างต้นในการระบุชนิดตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว ดังต่อไปนี้: *Chrysomya megacephala*, *Achoetandrus rufifacies, Ceylonomyia nigripes, Achoetandrus villeneuvi, Lucilia cuprina* และ *Hemipyrellia ligurriens*[16;18;25] (รายละเอียดอยู่ใน

บทที่ 9) ในมาเลเซียมีการศึกษาสัณฐานวิทยาของแมลงวันหัวเขียว *Hypopygiopsis violacea*[82] นอกจากนี้ผู้นิพนธ์และคณะได้ศึกษาสัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ในตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวที่พบในราชอาณาจักรไทย ดังนี้ *Chrysomya megacephala*[84], *Achoetandrus rufifacies*[15], *Ceylonomyia nigripes*[83], *Chrysomya bezziana*[85] และ *Hemipyrellia ligurriens*[23]

วิธีอณูพันธุศาสตร์ เป็นอีกวิธีที่สามารถใช้แยกชนิดของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว ในสาธารณรัฐฝรั่งเศสมีการศึกษาโดยใช้วิธีทางอณูพันธุศาสตร์สามารถแยกชนิดตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว 5 ชนิด ได้แก่ *Lucilia illustris, Lucilia ampullaceal, Lucilia caesar, Lucilia sericata* และ *Calliphora vicina* ออกจากกันได้[86]

❖ การระบุชนิดดักแด้

แม้ว่าดักแด้แมลงวันหัวเขียวแต่ละชนิดมีความคล้ายคลึงกันมาก (รายละเอียดบรรยายในบทที่ 3) ผู้นิพนธ์และคณะได้คิดค้นวิธีที่สามารถระบุชนิดของดักแด้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ทำให้สามารถแยกดักแด้ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala*, *Achoetandrus rufifacies, Ceylonomyia nigripes, Achoetandrus villeneuvi, Lucilia cuprina* และ *Hemipyrellia ligurriens* ออกจากกันได้[21] นอกจากนี้ยังสามารถระบุชนิดของดักแด้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด[23;85;87] การศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดสามารถเห็นรายละเอียดของส่วนต่างๆ ของดักแด้ได้ชัดเจนมากที่สุด แต่การศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง มีต้นทุนต่ำกว่า ผู้นิพนธ์และคณะได้ทำการศึกษาและแยกชนิดของดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala*, *Ceylonomyia nigripes, Chrysomya bezziana, Lucilia cuprina* และ *Hemipyrellia ligurriens* โดยใช้สัณฐานวิทยาที่สำคัญคือ

- รูปร่างของดักแด้: การมีผิวเรียบหรือมี tubercle ที่ลำตัว
- รูปร่างของปล้องอกปล้องที่ 3 ถึงปล้องท้องปล้องที่ 1
- ระยะห่างระหว่างรูหายใจหลัง: ห่างมากหรืออยู่ชิดกัน
- รูหายใจหน้า: ดูความแตกต่างของจำนวน papillae

นอกจากการระบุชนิดของดักแด้แมลงวันหัวเขียว โดยใช้สัณฐานวิทยาแล้ว มีการศึกษาโดยใช้วิธีอณูพันธุศาสตร์ การศึกษาโดย Mazzanti และคณะ[88] ใช้วิธีแยก DNA จากซากดักแด้ ทำให้สามารถระบุชนิดของซากดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Calliphora vicina, Calliphora vomitoria, Chrysomya megacephala, Lucilia sericata* และ *Phormia regina* ที่พบในศพได้

❖ การระบุชนิดตัวเต็มวัย

การระบุชนิดของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว สามารถกระทำได้โดยใช้สัณฐานวิทยาและเทียบกับกุญแจสำหรับการระบุชนิดโดยสัณฐานวิทยา[89-91] วิธีอณูพันธุศาสตร์เช่น การศึกษาในสหราชอาณาจักร โดยใช้ polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism (PCR-RFLP) และใช้ markers 3 ตำแหน่งที่อยู่ภายใน mitochondrial cytochrome oxidase I gene (COI) ในการระบุชนิดแมลงวันหัวเขียว 8 ชนิด ได้แก่ *Calliphora vicina, Calliphora vomitoria, Lucilia sericata, Lucilia illustris, Lucilia caesar, Lucilia ampullacae, Phormia regina* และ *Protophormia terraenovae*[92] ส่วนในมลรัฐเทกซัส สหรัฐอเมริกา มีการศึกษาโดยใช้วิธีการเดียวกันนี้ เพื่อระบุชนิดของแมลงวันหัวเขียว *Cynomyopsis cadaverina, Calliphora livida* และ *Calliphora vicina*[93] ส่วนการศึกษาที่ไต้หวัน โดยใช้ยีน mitochondrial cytochrome oxidase I (COI) ในการระบุชนิดแมลงวันหัวเขียว 8 ชนิดที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยา *Chrysomya megacephala, Chrysomya pinguis, Achoetandrus rufifacies, Hemipyrellia ligurriens, Lucilia cuprina, Lucilia bazini, Lucilia hainanensis* และ *Lucilia porphyrina*[94] ล่าสุดมีรายงานในเครือรัฐออสเตรเลียที่ใช้ second ribosomal internal transcribed spacer (ITS2) ของ ribosomal DNA (rDNA) ในการระบุชนิดตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว 9 ชนิด ได้แก่ *Chrysomya flavifrons, Chrysomya incisuralis, Chrysomya latifrons, Ceylonomyia nigripes, Achoetandrus rufifacies, Chrysomya saffranea, Chrysomya semimetallica* และ *Chrysomya varipes*[95]

มีรายงานจากสหรัฐอเมริกา โดยใช้วิธี random amplified polymorphic DNA-polymerase chain reaction ในการแยกความแตกต่างของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวที่

มีความคล้ายคลึงกันคือ *Cochliomyia hominivorax* และ *Cochliomyia macellaria* ออกจากกันได้[96] ในปี พ.ศ. 2551 มีรายงานการใช้วิธีการทางชีวเคมีวิเคราะห์ความแตกต่างของ cuticular hydrocarbons ที่ได้จากตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว[97] พบว่าสามารถแยกความแตกต่างของแมลงวันหัวเขียว *Calliphora vomitoria, Calliphora vicina* และ *Protophormia terraenovae* ที่มีสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกันออกจากกันได้ทั้งตัวอ่อนอายุ 1 วัน ตัวอ่อนระยะที่ 3 ซึ่งไม่กินอาหารจนถึงดักแด้ หรือระยะตัวเต็มวัย วิธีนี้ยังสามารถใช้แยกตัวเต็มวัยที่อายุน้อยออกจากตัวเต็มวัยที่อายุมากได้ ทำให้ทราบได้ว่า ตัวเต็มวัยที่เก็บตัวอย่างได้จากศพนั้น เริ่มออกมาจากดักแด้ (มีอายุน้อย) ที่อยู่บริเวณศพ หรือเป็นตัวเต็มวัยที่บินมาจากที่อื่น (มีอายุมาก) เพื่อมากินศพหรือมาวางไข่ที่ศพ[98]

ประโยชน์ของนิติเวชกีฏวิทยา

แพทย์นิติเวช พนักงานสอบสวน และตำรวจวิทยาการ ทำการชันสูตรพลิกศพเพื่อต้องการตอบคำถามเกี่ยวกับศพว่า อะไรคือสาเหตุการตาย ตายเมื่อใด ตายที่ไหน และตายอย่างไร แต่ในบางครั้งการชันสูตรจากสภาพศพเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการตอบคำถามเหล่านี้ จึงจำเป็นต้องค้นหาความจริงเพิ่มเติมจากหลักฐานต่างๆ ที่เกิดขึ้นบริเวณที่เกิดเหตุและบนศพ เพื่อช่วยในการชันสูตรพลิกศพ นักนิติเวชกีฏวิทยามีส่วนช่วยเจ้าหน้าที่ ที่ทำการชันสูตรพลิกศพในคดีที่พบหลักฐานเกี่ยวกับสัตว์ขาปล้องไม่ว่าบนศพหรือบริเวณที่เกิดเหตุ นักนิติเวชกีฏวิทยาเก็บตัวอย่างและบันทึกอย่างละเอียด ถึงชนิดและสถานที่ที่พบสัตว์ขาปล้องในศพและบริเวณที่เกิดเหตุ หากยังไม่สามารถระบุชนิดได้ในการปฏิบัติงานในสถานที่เกิดเหตุ จะระบุลักษณะตัวอย่างเท่าที่ทำได้และเก็บตัวอย่างเพื่อมาวินิจฉัยต่อในห้องปฏิบัติการ โดยนักนิติเวชกีฏวิทยาให้ความสนใจในแมลงวันหัวเขียวเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นแมลงกลุ่มแรกที่เข้ามายังศพ นอกจากนี้แมลงวันหัวเขียวยังสามารถพบได้ทุกพื้นที่ ทั้งที่พื้นราบหรือบนภูเขาสูง[99;100] จากนั้นนักนิติเวชกีฏวิทยาต้องระบุชนิดที่แน่นอนของไข่ ตัวอ่อน และดักแด้แมลงวันหัวเขียว หรือสัตว์ขาปล้องอื่นที่พบในศพหรือในที่เกิดเหตุ วิธีการระบุชนิดของระยะต่างๆ ของแมลงวันหัวเขียวที่สำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยาในราชอาณาจักรไทย จะได้กล่าวไว้ในบทที่ 9 ข้อมูลจากสัตว์ขาปล้องที่พบใน

ศพหรือบริเวณที่เกิดเหตุ สามารถนำใช้ประโยชน์เพื่อการสืบสวนคดีอาชญากรรม ได้แก่

❖ การประมาณระยะเวลาหลังการตาย[4]

ระยะเวลาหลังการตาย หมายถึงช่วงเวลาตั้งแต่สัตว์ขาปล้องมาวางไข่ที่ศพ จนถึงเวลาที่พบศพ ระยะเวลาดังกล่าวเป็นเพียงค่าประมาณเท่านั้น ทั้งนี้อาจไม่ใช่เวลาที่แท้จริงของการเสียชีวิต[101] ซึ่งระยะเวลาการเสียชีวิตจริงอาจมากกว่าการประมาณเวลาการตาย ศาสตราจารย์ Richard W. Merritt นักนิติเวชกีฏวิทยาที่มีชื่อเสียงของมหาวิทยาลัย Michigan State สหรัฐอเมริกา กล่าวว่า "*ตัวอย่างแมลงวันที่พบในศพและนำมาใช้ในการประมาณระยะเวลาหลังการตายได้นั้น เป็นการประมาณตามหลักการของการเข้าไปอยู่ในศพ (colonization) ของแมลง มิใช่ระบุชัดว่า ศพถูกฆ่าหรือตายเวลาใด มิเช่นนั้น นักนิติเวชกีฏวิทยาที่ยืนยันข้อมูลอาจถูกสงสัยเองว่าเป็นฆาตกร เพราะสามารถระบุแน่นอนว่าศพเสียชีวิตเวลาใด*" (Richard W. Merritt, ข้อมูลติดต่อส่วนตัว)

หลักการประมาณระยะเวลาหลังการตายโดยวิธีนี้ มีพื้นฐานจากความรู้ทางด้านกีฏวิทยาในเรื่อง การกินอาหารและวางไข่ในแหล่งโปรตีน เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับตัวอ่อนของสัตว์ขาปล้องหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงวันหัวเขียว[102] แหล่งโปรตีนที่สำคัญในธรรมชาติของสัตว์ขาปล้องเหล่านี้คือ ซากสัตว์รวมทั้งศพมนุษย์ นอกจากนี้นักนิติเวชกีฏวิทยาทราบว่า แมลงวันหัวเขียวมีอวัยวะในการรับกลิ่นที่ดีมาก[103] สามารถทราบตำแหน่งซากสัตว์ได้อย่างรวดเร็ว[104] โดยที่แมลงวันหัวเขียวเป็นสัตว์ขาปล้องกลุ่มแรกที่มาถึงศพและวางไข่[4;105] การศึกษาในมลรัฐฮาวาย สหรัฐอเมริกา พบว่า แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* และ *Achoetandrus rufifacies* เข้ามาวางไข่ ประมาณ 2 ถึง 3 นาทีหลังการตาย เช่นเดียวกับการศึกษาทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีนที่พบว่า แมลงวันเข้ามาในซากสัตว์ตั้งแต่วันแรกของการตาย[58] ดังนั้นนักนิติเวชกีฏวิทยาสามารถทำการประเมินระยะเวลาหลังการตายหรือบางครั้งเรียกว่า minimum time since death (MTD) จากอายุของตัวอ่อนหรือดักแด้ที่มากที่สุดที่พบในศพนั้นๆ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าพบตัวอ่อนอายุมากที่สุดและอายุของตัวอ่อนนั้นมีอายุ 6 วัน นักนิติเวชกีฏวิทยาจะเพิ่มเวลาสำหรับการประเมินระยะเวลาหลังการตายจากอายุของตัวอ่อนที่พบ อีก 1

วัน เพื่อเป็นช่วงเวลาหลังจากแมลงวันหัวเขียววางไข่และไข่ยังไม่ฟักเป็นตัวอ่อน ดังนั้นในกรณีนี้ การตายของศพจะต้องเกิดขึ้นประมาณ 7 วันก่อนที่พบตัวอ่อน

เมื่อนักนิติเวชกีฏวิทยาเก็บตัวอย่างตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียวจากศพ หรือบริเวณที่เกิดเหตุและนำกลับมายังห้องปฏิบัติการ โดยแยกตัวอ่อนที่มีสัณฐานวิทยาคล้ายกันไว้ในกระป๋องเดียวกัน ปิดป้ายข้อมูลที่ระบุชนิดของตัวอย่าง ถ้ายังไม่สามารถระบุชื่อได้ให้ระบุลักษณะของตัวอย่างที่เก็บมา และบริเวณที่เก็บตัวอย่าง วันที่ที่เก็บ เมื่อกลับมาถึงห้องปฏิบัติการนักนิติเวชกีฏวิทยาต้องพยายามระบุชนิดของตัวอ่อนแมลงวันที่เก็บมาได้ จากนั้นเลือกตัวอ่อนที่ทราบชนิดและมีขนาดใหญ่ที่สุด โดยตั้งสมมุติฐานว่าตัวอ่อนขนาดใหญ่ที่สุดเป็นตัวอ่อนที่อายุมากที่สุด เมื่อได้ตัวอ่อนที่ต้องการแล้วต้องทำการฆ่าตัวอ่อน วิธีที่นิยมใช้คือแช่ในน้ำร้อนจัด (ประมาณ 80 องศาเซลเซียส) เมื่อตัวอ่อนตายแล้ว นำมาวัดความยาว และนำความยาวของตัวอ่อนที่วัดได้ มาเปรียบเทียบกับข้อมูลการเจริญเติบโตของสัตว์ขาปล้องชนิดนั้นๆ ที่เคยมีการศึกษาไว้แล้วในห้องปฏิบัติการโดยสร้างเป็นกราฟระหว่างอายุและความยาวของตัวอ่อนที่อุณหภูมิต่างๆ เพื่อประเมินอายุของตัวอ่อนที่ได้จากศพ มีรายงานการศึกษาการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว ที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยาของประเทศนั้นๆ เช่น ในสหรัฐอเมริกามีการศึกษาแมลงวันหัวเขียว *Lucilia sericata*[106] และ *Phormia regina*[101] แคนาดามีการศึกษาแมลงวันหัวเขียว *Protophormia terraenovae*[107] สาธารณรัฐออสเตรียมีการศึกษาแมลงวันหัวเขียว *Lucilia sericata*[108] เครือรัฐออสเตรเลียมีการศึกษาแมลงวันหัวเขียว *Calliphora dubia*[109] สาธารณรัฐแอฟริกาใต้มีการศึกษาแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya chloropyga* และ *Chrysomya putoria*[110] และราชอาณาจักรไทยมีการศึกษาแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* และ *Achoetandrus rufifacies*[24]

นอกจากการใช้กราฟอัตราการเจริญเติบโต เพื่อประเมินอายุของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวแล้ว ปัจจุบันนักนิติเวชกีฏวิทยายังนิยมประมาณอายุของตัวอ่อนแมลงวัน จากอัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อน (degree of development)[111] โดยการใช้ค่าความร้อนสะสม (thermal summation) ซึ่งแสดงในรูปแบบของ accumulated degree-hours (ADH) หรือ accumulated degree-days (ADD)

การสร้างกราฟระหว่างอายุและความยาวของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว

วิธีการสร้างกราฟระหว่างอายุและความยาวตัวอ่อนเป็นวิธีที่ง่าย เริ่มจากการเลี้ยงตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวในอาหารโปรตีนเช่น ตับหมู เนื้อวัว โดยอาจเลี้ยงที่อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง[101;107;108] หรือเลี้ยงที่อุณหภูมิธรรมชาติของแต่ละเดือนหรือแต่ละฤดู โดยไม่จำเป็นต้องศึกษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ แต่ต้องใช้ระยะเวลาการทดลองนาน[24] จากนั้นเลือกตัวอ่อนที่มีความยาวมากที่สุดในแต่ละวัน นำมาฆ่าในน้ำร้อนจัด (ที่อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส) และวัดความยาวของตัวอ่อน นำค่าความยาวที่ได้สร้างกราฟระหว่างอายุและความยาวของตัวอ่อน (รูปที่ 7.6) วิธีดังกล่าวได้ค่าที่พอช่วยประมาณอายุของตัวอ่อนได้ ซึ่งได้ผลที่น่าเชื่อถือในท้องที่ ที่มีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในแต่ละวันไม่มาก รวมทั้งอุณหภูมิในแต่ละปีไม่แตกต่างกันมากเช่น การศึกษาการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* และ *Achoetandrus rufifacies*[24]

ปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อการประมาณระยะเวลาหลังการตาย

มีปัจจัยหลายประการที่อาจส่งผลให้การประมาณระยะเวลาหลังการตาย โดยใช้แมลงเป็นหลักฐานทางกีฏวิทยา เกิดความคลาดเคลื่อนได้ ปัจจัยดังกล่าว ได้แก่

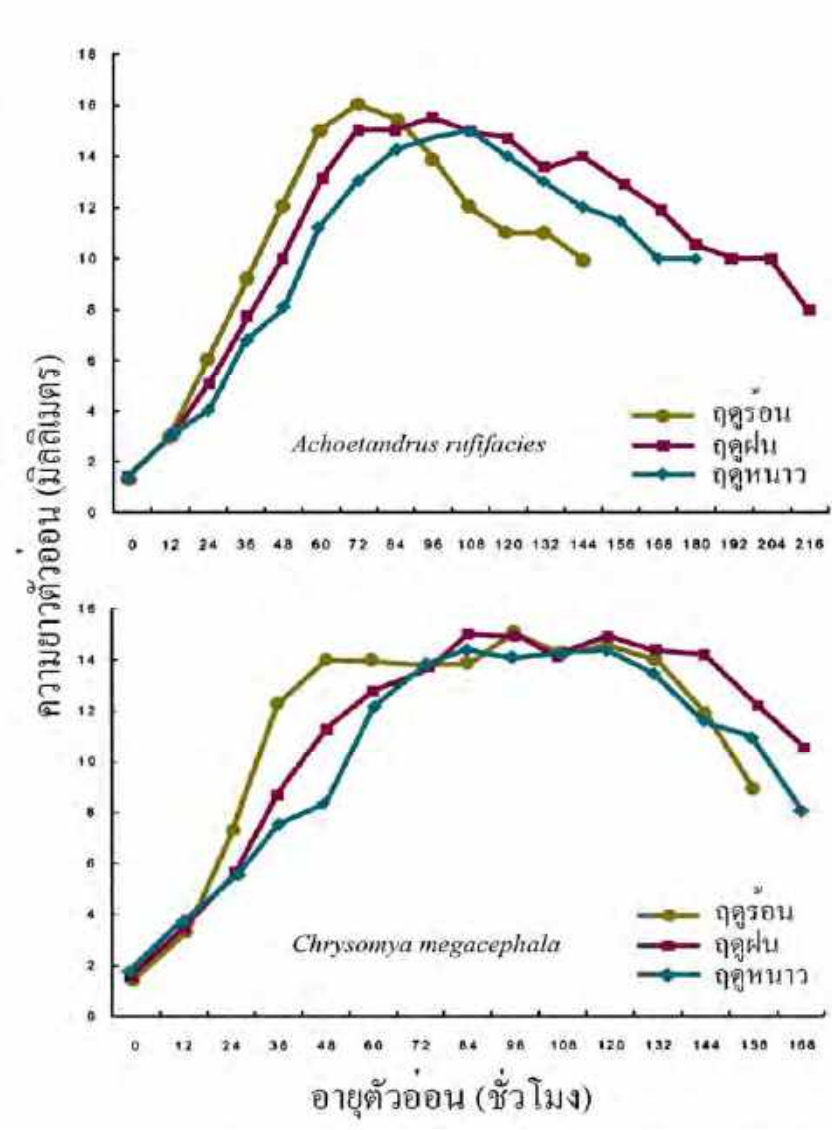
1) ความแตกต่างในระดับยีนของตัวอ่อนแมลงวันแต่ละตัว ตัวอ่อนแมลงวันชนิดเดียวกันที่ออกจากไข่ในเวลาเดียวกัน มีการเจริญเติบโตเร็วหรือช้าไม่เท่ากันได้

2) การแปรผันของสิ่งแวดล้อม ได้แก่

2.1) อุณหภูมิและความชื้น: อุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมอัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงวัน ในระยะแรกหลังจาการเสียชีวิต อุณหภูมิในศพลดลง แต่ต่อมาอุณหภูมิกลับสูงขึ้น เนื่องจาก

- อุณหภูมิอากาศภายนอกรวมถึงความร้อนจากแสงอาทิตย์[112] และจากการย่อยสลายซากพืชบริเวณโดยรอบหรือข้างใต้ศพ
- จากแบคทีเรียที่อยู่ภายในศพ และการเน่าของศพ
- จากกระบวนการเมแทบอลิซึมของตัวอ่อน[113]

ทำให้ตัวอ่อนของแมลงวันอยู่ในสิ่งแวดล้อม ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าสภาพสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิหรือความร้อนที่เพิ่มขึ้นนี้จะทำให้ตัวอ่อนมีการเจริญเติบโตในระดับที่เหมาะสมที่สุด[105]



รูปที่ 7.6 อัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* และ *Achoetandrus rufifacies* ที่เลี้ยงที่อุณหภูมิธรรมชาติ ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ *(ดัดแปลงจากข้อมูลในงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[24])*

2.2) ยา สารพิษหรือสารบางอย่างที่ถูกกินก่อนการเสียชีวิต: การศึกษาในมลรัฐเวสต์เวอร์จิเนีย สหรัฐอเมริกา พบว่าซากสุกรที่ก่อนตายถูกให้กินเอทานอล (ethanol) มีผลให้อัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Phormia regina* ช้ากว่าตัวอ่อนในซากสุกรปกติ ที่ไม่ได้กินเอทานอล ประมาณ 11.9 ชั่วโมง โดยพบว่าระยะที่แตกต่างกันของทั้งสองกลุ่มคือ ตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลายที่ไม่กินอาหาร[114]

บางครั้งการวางไข่อาจเกิดขึ้น**ก่อน**การตายของผู้เสียชีวิตได้ หากมีบาดแผลหรือบุคคลนั้นไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ก่อนการตาย[2] ในทางตรงกันข้าม การวางไข่อาจล่าช้าออกไปหลังการตายเป็นเวลานานหลายชั่วโมงหรือหลายวันได้ จากปัจจัยต่างๆ ได้แก่

• ศพอยู่ในบริเวณมิดชิด แมลงวันเข้าไปได้ยาก เช่นการที่ศพอยู่ภายในอาคาร รถยนต์ ถูกห่อหุ้มมิดชิด[56] หรือถูกคลุมด้วยดิน ต้นหญ้า ต้นไม้ ทำให้แมลงวันไม่สามารถวางไข่ได้ทันที ตำรวจ พนักงานสอบสวน และเจ้าหน้าที่ตุลาการจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยเหล่านี้ ร่วมกับระยะเวลาหลังการตายที่นักนิติเวชกีฏวิทยาประเมินจากอายุของตัวอ่อนที่พบในศพ มีรายงานการวางซากลูกสุกรไว้ในบ้านและนอกบ้าน พบว่าจำนวนกลุ่มไข่แมลงวันหัวเขียวที่ตรวจพบในซากลูกสุกรที่วางไว้นอกบ้าน มีมากกว่าที่วางไว้ในบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่ชั่วโมงที่ 2 หลังเริ่มการทดลองจนถึงชั่วโมงที่ 48[115]

• ศพอยู่ในช่วงเวลาที่ไม่เหมาะสมต่อการหาอาหาร และวางไข่ของแมลงวัน เช่น การเสียชีวิตในเวลากลางคืนซึ่งเป็นเวลาที่แมลงวันไม่บินหาอาหาร โดยปกติตัวเต็มวัยแมลงวันจะมีกิจกรรมต่างๆ ในเวลากลางวัน ความสามารถในการวางไข่ช่วงกลางคืนอาจเกิดขึ้นได้แต่โอกาสมีน้อย เนื่องจากกลางคืนไม่มีแสงที่เป็นปัจจัยสำคัญของการออกหาอาหาร ยกเว้นในกรณีที่แมลงวันท้องแก่ต้องการวางไข่มาก อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น และมีแสงพอสมควร แมลงวันอาจออกไปหาที่วางไข่ใกล้ๆได้ เช่น แมลงวันที่อยู่ในเขตชุมชน[116-119] มีการศึกษาในมาเลเซียสรุปได้ว่า การวางไข่ของแมลงวันหัวเขียวตอนกลางคืนไม่มีผลต่อการประมาณเวลาหลังการตาย[120] ซึ่งตรงกับความคิดเห็นของผู้นิพนธ์ว่า ถ้าหากยึดในคำนิยามของ ศาสตราจารย์ Richard W. Merritt ที่กล่าวว่า *"การประมาณระยะเวลาหลังการตายได้นั้น เป็นการประมาณตามหลักการของการเข้าไปอยู่ในศพของแมลงวันเท่านั้น ไม่ใช่เวลาที่ผู้เคราะห์ร้ายเสียชีวิตที่แท้จริง"* การวางไข่จะเกิดหรือไม่ ในเวลากลางคืน ไม่ทำให้การประมาณ

เวลาหลังการตายเปลี่ยนไป นอกจากนี้ผู้นิพนธ์มีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า หากผู้เคราะห์ร้ายเสียชีวิตในตอนเย็นและไม่มีการวางไข่ในเวลากลางคืน และกว่าแมลงวันหัวเขียวจะออกหาอาหาร คือตอนสายของเช้าวันใหม่ การประมาณระยะเวลาหลังการตาย จะคลาดเคลื่อนจากเวลาที่เสียชีวิตแท้จริงประมาณ 12 ถึง 15 ชั่วโมงซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ยอมรับได้

• การเสียชีวิตเกิดขึ้นในวันที่มีสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม เช่น ฝนตกหนัก ท้องฟ้ามีเมฆมาก หรืออากาศหนาวจัด สิ่งเหล่านี้มีผลต่อการออกหากินและวางไข่ของแมลงวันหัวเขียว โดยที่แมลงวันหัวเขียวจะไม่ออกหาอาหารหากท้องฟ้ามืดครึ้ม อากาศเย็น หรือลมแรง

มีรายงานการประมาณระยะเวลาหลังการตาย จากตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวที่พบในศพจากหลายประเทศ เช่น ที่มลรัฐฮาวาย สหรัฐอเมริกา ใช้ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala, Achoetandrus rufifacies* และ *Lucilia cuprina*[121] โดยพบว่าตัวเต็มวัย *Chrysomya megacephala* และ *Achoetandrus rufifacies* เป็นแมลงวันกลุ่มแรกที่มาถึงศพ ภายใน 2 ถึง 3 นาที[104;122] ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Protophormia terraenovae* และ *Calliphora vicina* มีรายงานจากสาธารณรัฐอิตาลี[123] ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Calliphora vomitoria* มีรายงานจากสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี[124] และตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Calliphora vicina* มีรายงานจากเครือรัฐออสเตรเลีย[125]

❖ สาเหตุการตาย (manner of death)

นักนิติเวชกีฏวิทยาอาจสามารถช่วยให้ข้อมูลเพิ่มเติมแก่แพทย์นิติเวช ในกรณีสงสัยว่าการได้รับสารพิษหรือการกินยาเกินขนาดเป็นสาเหตุการตาย ในรายที่ได้สารพิษเช่น สารฆ่าแมลงจำนวนมาก แม้ว่าศพจะอยู่ในที่เปิดโล่ง แต่กลับไม่พบตัวอ่อนแมลงวันบนศพ ส่วนศพที่ได้รับสารพิษไม่มากเกินไป แมลงวันหัวเขียวเพศเมียยังสามารถวางไข่บนศพได้ เมื่อตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวกินเนื้อศพ สารพิษและสารเคมีสามารถเข้าสู่ตัวอ่อนได้ ตัวอ่อนบางส่วนอาจตายหรือเจริญช้า ส่วนตัวอ่อนที่ยังเหลืออยู่ สามารถนำไปวิเคราะห์หาสารพิษหรือสารเคมีในห้องปฏิบัติการได้[5] (ตารางที่ 7.1)

ตารางที่ 7.1 ตัวอย่างรายงานการตรวจหายาหรือสารพิษในตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวที่พบในศพ

ชนิดของยาหรือสารพิษ	ชนิดของแมลงวันหัวเขียว	เอกสารอ้างอิง
morphine และ phenobarbital	ไม่ระบุชนิด	[126]
opiates, cocaine, barbiturates antidepressants clomipramine, amitryptiline nortryptiline, levomepromezine	ไม่ระบุชนิด	[127]
codeine	*Lucilia sericata*	[128]
morphine	*Calliphora stygia*	[129]
morphine	*Lucilia sericata*	[130]
benzodiazepines	*Calliphora vicina*	[131]
สารฆ่าแมลง malathion	*Chrysomya megacephala*	[132;133]

❖ สถานที่ตาย (place of death)

สถานที่ตายสามารถแบ่งได้โดยหลักสำคัญ 2 ประการ[73] คือ

• แบ่งพื้นที่ตามภูมิศาสตร์ (geographical) หมายถึงสถานที่ที่มนุษย์กำหนดเขตไว้ เป็นประเทศ จังหวัด อำเภอ

• แบ่งพื้นที่ตามนิเวศวิทยา (ecological) หมายถึงลักษณะของตำแหน่งที่พบศพ เช่น พบในบ้าน ในป่า บนภูเขาสูงหรือในทะเล

นิติเวชกีฏวิทยาช่วยพิสูจน์ในกรณีที่สงสัยว่ามีการเคลื่อนย้ายศพหลังการตาย[3] ทั้งนี้เนื่องจากแมลงหรือสัตว์ขาปล้องบางชนิด สามารถอยู่ได้จำกัดในบางพื้นที่เท่านั้น เมื่อพบชนิดของตัวอ่อนของแมลงหรือสัตว์ขาปล้องในศพ ที่แตกต่างจากข้อมูลการกระจายตัวของแมลงและสัตว์ขาปล้อง ในพื้นที่ที่พบศพที่เคยศึกษาไว้ สามารถช่วยให้สันนิษฐานว่าอาจมีการเคลื่อนย้ายศพ และหากพบแมลงหรือสัตว์ขาปล้องที่พบเพียงในที่ใดที่หนึ่ง แต่ไม่เคยมีรายงานว่าพบในบริเวณที่พบศพ อาจสันนิษฐานว่ามีการฆาตกรรมจากบริเวณที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของแมลง และเคลื่อนย้ายศพมาทำการอำพรางไว้ในบริเวณที่พบศพได้ ตัวอย่างที่ใช้ความรู้ใน

การตอบคำถามเรื่องการเคลื่อนย้ายศพ มีรายงานในสหราชอาณาจักรคือ แมลงบางชนิดมีขอบเขตอาศัยอยู่เฉพาะในป่าของสก๊อตแลนด์เท่านั้น ถ้าศพที่พบในเขตนิวคาสเซิลและพบตัวอ่อนของแมลงชนิดนี้ในศพ ซึ่งไม่เคยมีรายงานว่าพบแมลงชนิดนี้ในเขตนิวคาสเซิลมาก่อน นักนิติเวชกีฏวิทยาสามารถสันนิษฐานว่าอาจเกิดการฆาตกรรมในเขตสก๊อตแลนด์ และต่อมามีการเคลื่อนย้ายศพมาไว้ในสถานที่พบศพในเขตนิวคาสเซิล[73]

วิธีการปฏิบัติงานของนักนิติเวชกีฏวิทยาในทวีปยุโรปและสหรัฐอเมริกา

ประเทศในทวีปยุโรปและทวีปอเมริกาเหนือหลายประเทศ มีการศึกษาวิจัยและประยุกต์ใช้งานทางนิติเวชกีฏวิทยามากขึ้นกว่าในอดีต นักนิติเวชกีฏวิทยาในบางประเทศจำเป็นต้องไปให้การเป็นพยานในศาล ซึ่งต่างจากราชอาณาจักรไทยที่นักนิติเวชกีฏวิทยา ยังไม่มีบทบาทและไม่มีกฎหมายรองรับในการร่วมชันสูตรพลิกศพ แต่ยังสามารถทำงานวิจัยเพื่อเป็นองค์ความรู้สำหรับงานด้านนี้ในอนาคต และเป็นผู้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมในการประเมินระยะเวลาการเสียชีวิต สาเหตุและสถานที่ของการเสียชีวิตหากแพทย์นิติเวชร้องขอ รายละเอียดการปฏิบัติงานของนักนิติเวชกีฏวิทยาในทวีปยุโรปและสหรัฐอเมริกามีการบรรยายไว้ในวารสารวิชาการ ทั้งของทวีปยุโรป โดย Amendt และคณะ[134] และของสหรัฐอเมริกา รายงานโดย Byrd และคณะ[135]

ชนิดของแมลงวันที่พบในศพ

ปัจจุบันมีผู้ศึกษานิติเวชกีฏวิทยามากขึ้นกว่าในอดีต และมีรายงานการพบสัตว์ขาปล้องที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงวันหัวเขียวในศพและสถานที่เกิดเหตุจากหลายประเทศ ผู้นิพนธ์ได้สรุปรายงานการพบตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวจากประเทศต่างๆ ไว้ในตารางที่ 7.2 และแยกชนิดของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวที่มีรายงานในศพของทวีปเอเชียและโอเชียนเนียไว้ในตารางที่ 7.3

ซึ่งทั้งสองตารางสามารถบอกได้ว่าชนิดของแมลงวันที่พบในศพมีความแตกต่างกันในแต่ละภูมิภาคของโลก

ตารางที่ 7.2 ชนิดของแมลงวันหัวเขียวที่มีรายงานพบในศพมนุษย์

ทวีป	ประเทศ	ชนิดของแมลงวันหัวเขียว	เอกสารอ้างอิง
อเมริกาเหนือ	สหรัฐอเมริกา (มลรัฐฮาวาย)	*CM, AR* และ *Lucilia cuprina*	[121;122]
	สหรัฐอเมริกา (มลรัฐโคโลราโด)	*Calliphora coloradensis* และ *Lucilia silvarum*	[99]
	แคนาดา	*Phormia regina*	[136]
		Calliphora vomitoria	[137]
อเมริกาใต้	สหพันธ์สาธารณรัฐบราซิล	*Paralucilia fulvinota*	[138]
ยุโรป	สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี	*Calliphora vicina*	[139]
		Lucilia sericata, Phormia regina, Calliphora vicina และ *Calliphora vomitoria*	
		Calliphora vomitoria	[76;124]
		Lucilia caesar และ *Protophormia terranovae*	[76]
	สาธารณรัฐอิตาลี	*Achoetandrus albiceps, Protophormia terraenovae* และ *Calliphora vicina*	[123]
		Lucilia sericata, Phormia regina, Lucilia ampullacea และ *Lucilia caesar*	[140]
	ราชอาณาจักรนอร์เวย์	*Cynomya mortuorum*	[141]
	ราชอาณาจักรสเปน	*Calliphora vicina, Lucilia sericata* และ *Achoetandrus albiceps*	[142]
ออสเตรเลีย	เครือรัฐออสเตรเลีย	*Calliphora hilli, Calliphora stygia* และ *Calliphora vicina*	[125]
เอเชีย	ราชอาณาจักรไทย (เชียงใหม่)	*CM, AR, Achoetandrus villeneuvi, Ceylonomyia nigripes, Chrysomya bezziana, Chrysomya chani, Lucilia cuprina* และ *Hemipyrellia ligurriens*	[13;14;17;20]
	ราชอาณาจักรไทย (ขอนแก่น)	*CM*	[28]
	มาเลเซีย	*CM, AR, Achoetandrus villeneuvi, Chrysomya bezziana, Ceylonomyia nigripes, Chrysomya pinguis, Lucilia* spp. และ *Hemipyrellia ligurriens*	[143]
		CM และ *AR*	[144]
		Hypopygiopsis violacea	[82]
	ไต้หวัน	*CM*	[145]

อักษรย่อชนิดของแมลงวันหัวเขียว AR, *Achoetandrus rufifacies*; CM, *Chrysomya megacephala*

ตารางที่ 7.3 ชนิดของแมลงในอันดับ Diptera ที่พบในศพมนุษย์หรือซากสัตว์ในทวีปเอเชียและโอเชียนเนีย

วงศ์	ชนิด	เอเชีย				โอเชียนเนีย	
		Tha	Mal	PRC	Tai	Aus	NZ
Anisopodidae	*Sylvicola* sp.						x
Calliphoridae	*Achoetandrus rufifacies*	x	x	x	x	x	x
	Achoetandrus villeneuvi	x	x				
	Calliphora albifrontalis					x	
	Calliphora dubia					x	
	Calliphora stygia						x
	Ceylonymyia nigripes	x	x	x			
	Chrysomya bezziana	x	x				
	Chrysomya chani	x					
	Chrysomya megacephala	x	x	x	x	x	
	Chrysomya pinguis		x	x			
	Chrysomya varipes					x	
	Hemipyrellia ligurriens	x	x				
	Lucilia bazini			x			
	Lucilia cuprina	x	x	x			
	Lucilia sericata			x		x	x
Muscidae	*Hydrotaea chalcogaster*			x			
	Hydrotaea rostrata					x	x
	Hydrotaea spinigera	x	x	x			
	Musca domestica			x		x	
	Musca ventrosa			x			
	Musca vetustissima					x	
	Synthesiomyia nudiseta	x	x				
Phoridae	*Megaselia scalaris*	x					
Piophilidae	*Piophila casei*	x					
Sarcophagidae	*Sarcophaga albiceps*			x			
	Sarcophaga ruficornis	x		x			
	Sarcophaga taenionota			x			
	unidentified	x	x			x	
Stratiomyiidae	*Hermetia illucens*			x			

• ชื่อประเทศเต็ม ตามลำดับดังนี้ Tha, ราชอาณาจักรไทย; Mal, มาเลเซีย; PRC, สาธารณรัฐประชาชนจีน; Tai, ไต้หวัน; Aus, เครือรัฐออสเตรเลีย; NZ, นิวซีแลนด์

• เอกสารอ้างอิง ราชอาณาจักรไทย โดยคม สุคนธสรรพ์และคณะ[20] มาเลเซีย โดย Lee และคณะ[143] สาธารณรัฐประชาชนจีน โดย Wang และคณะ[58] ไต้หวัน โดย Pai และคณะ[145] เครือรัฐออสเตรเลีย โดย Voss และคณะ[34] และนิวซีแลนด์ โดย Eberhardt และ Elliot[146]

ผู้นิพนธ์และคณะได้ศึกษาแมลงวันและสัตว์ขาปล้องที่พบในศพมนุษย์ ณ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2543 ถึงปี พ.ศ. 2549 พบตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ร้อยละ 66.7 ของศพที่ศึกษาทั้งหมด และพบ *Achoetandrus rufifacies* ร้อยละ 56.7 ของศพที่ศึกษาทั้งหมด ในบางศพอาจพบตัวอ่อนของแมลงวันทั้งสองชนิด และเมื่อวิเคราะห์ศพที่มีแมลงวันหัวเขียวชนิดใดชนิดหนึ่ง รวมกับศพที่พบแมลงวันทั้งสองชนิดในรายงานจากมาเลเซียแล้ว คิดเป็นร้อยละ 76.7 ของศพทั้งหมดที่ทำการศึกษา[20;147]

เมื่อวิเคราะห์รวมกับข้อมูลที่มีการศึกษาในประเทศอื่น (ตารางที่ 7.2 และ 7.3) พบว่า ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* และ *Achoetandrus rufifacies* เป็นตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียวที่พบได้ในศพทั้งในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เครือรัฐออสเตรเลีย และมลรัฐฮาวาย สหรัฐอเมริกา ส่วนในประเทศนิวซีแลนด์พบเฉพาะ *Achoetandrus rufifacies* (ตารางที่ 7.3) ดังที่ได้กล่าวในบทที่ 2 ว่า การกระจายตัวของแมลงวันทั้งสองชนิดนี้มีพื้นที่กว้างมาก ทั้งเขต Australasia, Indo-Malay และหลายพื้นที่ของเขต Nearctic, Neotropic และ Palaearctic ทำให้สังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ว่า แมลงวันทั้งสองชนิดมีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยาของประเทศในแถบ Indo-Malay และ Australasia โดย *Achoetandrus rufifacies* มีความสำคัญตั้งแต่ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน จนถึงนิวซีแลนด์ และมลรัฐฮาวาย สหรัฐอเมริกา ส่วน *Chrysomya megacephala* มีความสำคัญตั้งแต่ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน จนถึงเครือรัฐออสเตรเลีย และมลรัฐฮาวาย สหรัฐอเมริกา เนื่องจากแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี อีกทั้งการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก ผู้นิพนธ์มีความคิดเห็นว่าแมลงวันทั้งสองชนิดนี้ น่าจะมีการขยายตัวและเพิ่มปริมาณมากขึ้นในเขตร้อนทั่วโลก และน่าจะเป็นแมลงวันหัวเขียวที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยาของโลกเขตร้อนในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala*

แมลงวันที่พบได้บ่อยทางตอนใต้ของทวีปยุโรป มีชนิดที่ต่างจากแมลงวันที่พบในศพของทวีปเอเชีย มีรายงานจากสาธารณรัฐอิตาลีว่า พบแมลงวันหัวเขียว *Lucilia sericata* มากที่สุด[140] ขณะที่สาธารณรัฐโคลอมเบียในทวีปอเมริกาใต้ พบแมลงวันชนิดที่ต่างกันไป โดยในระยะศพสดจนถึงระยะเสื่อมสลายอย่างรุนแรง พบแมลงวันหัวเขียว *Calliphora nigribasis* มากที่สุด[36]

นอกจากการพบตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียวในศพแล้ว ยังมีรายงานการพบไข่แมลงวันหัวเขียวในศพได้ และถือเป็นหลักฐานทางกีฏวิทยาที่สำคัญในประเทศสหรัฐอเมริกา[148] ผู้นิพนธ์และคณะได้รายงานการพบไข่ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya bezziana* ในศพ ซึ่งตามปกติแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ มีการวางไข่บนสัตว์มีกระดูกสันหลังที่ยังมีชีวิต ตัวอ่อนแมลงวันชนิดนี้อาศัยอยู่เนื้อเยื่อของสัตว์เหล่านี้ ทำให้เกิดโรคหนอนแมลงวัน (รายละเอียดในบทที่ 6) แม้ว่าแมลงวันดังกล่าวไม่ใช่แมลงวันชนิดหลักที่วางไข่ในศพ แต่การพบไข่หรือตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya bezziana* ไม่ควรถูกละเลยในทางนิติเวชกีฏวิทยา สอดคล้องกับรายงานจากมาเลเซีย ที่มีการพบตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya bezziana* ในศพ แม้ว่าพบในอัตราที่ค่อนข้างต่ำ คือร้อยละ 0.89 (4 กรณีศึกษา จากทั้งหมด 448 กรณีศึกษา) [143] อย่างไรก็ตามแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้อาจมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและอาจมีบทบาทต่องานด้านนิติเวชกีฏวิทยาในอนาคตได้

ฤดูกาลที่ต่างกันมีผลต่อชนิดของแมลงวันที่พบในศพ โดยเฉพาะประเทศในเขตอบอุ่น Schroeder และคณะ[139] รายงานการศึกษาในสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี พบว่าระหว่างช่วงที่ภูมิอากาศอบอุ่น ระหว่างต้นฤดูใบไม้ผลิจนถึงฤดูร้อน พบแมลงวันหัวเขียวโดยเฉลี่ย 3 หรือ 4 ชนิดต่อหนึ่งศพ และมากที่สุดคือ 7 ชนิด เรียกได้ว่าเป็น “แมลงวันหัวเขียวชนิดที่พบในฤดูร้อน” (summer species) ซึ่งได้แก่ *Lucilia sericata*, *Phormia regina, Calliphora vomitoria* และ *Calliphora vicina* ส่วนในฤดูหนาว พบแมลงวันหัวเขียวเพียง 1 หรือ 2 ชนิดต่อหนึ่งศพเท่านั้น แมลงวันที่พบในฤดูหนาวคือ *Calliphora vicina* โดย *Calliphora vicina* เป็นชนิดเดียวที่พบทั้งปี ซึ่ง Saigusa และคณะ[149] ได้เสนอรายงานที่มีข้อมูลไปในทิศทางเดียวกันจากประเทศญี่ปุ่นว่า พบแมลงวันหัวเขียว *Lucilia sericata* มากในช่วงฤดูร้อน แต่แมลงวันหัวเขียว *Calliphora vicina* พบมากในฤดูใบไม้ผลิและฤดูใบไม้ร่วง

ตัวอย่างกรณีศึกษาทางนิติเวชกีฏวิทยาที่น่าสนใจในราชอาณาจักรไทย

การประยุกต์ใช้ความรู้ทางนิติเวชกีฏวิทยา สำหรับงานชันสูตรพลิกศพในปัจจุบัน ยังไม่สามารถดำเนินการได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากยังมีข้อจำกัดของความรู้ทางนิติเวชกีฏวิทยา และต้องการการศึกษาเพื่อหาองค์ความรู้เพิ่มเติม ทั้งนี้เป็นเพราะสภาพศพที่พบในที่ต่างๆ มีปัจจัยทางกายภาพของสิ่งแวดล้อมและของศพหลายประการ หรือในบางกรณีสามารถตรวจพบตัวอ่อนแมลงวันในศพ แต่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการประมาณระยะเวลาหลังการตายได้ เนื่องจากขาดข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของแมลงวันชนิดนั้น หรือการพบตัวอ่อนของแมลงวันที่สามารถวางไข่ได้ในทุกระยะของศพ ทั้งศพสด ศพเน่า หรือศพแห้ง นักนิติเวชกีฏวิทยาไม่สามารถนำตัวอ่อนชนิดดังกล่าวมาประมาณระยะเวลาหลังตายได้เช่นกัน จากการศึกษาวิจัยทางด้านนิติเวชกีฏวิทยาของผู้นิพนธ์และคณะ ในภาคเหนือของราชอาณาจักรไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 จนถึงปัจจุบัน ได้พบกรณีศึกษาต่างๆ แต่ละกรณีมีข้อพึงสังเกตแตกต่างกันไป ซึ่งผู้ที่จะนำความรู้ทางนิติเวชกีฏวิทยาไปประยุกต์ใช้ พึงควรระวังในตัวแปรเหล่านี้ ผู้นิพนธ์ขอเสนอกรณีศึกษาต่างๆ แยกออกเป็นกลุ่ม ได้แก่

- กรณีศึกษาเกี่ยวกับศพลอยน้ำ
- กรณีศึกษาเกี่ยวกับศพที่ถูกไฟไหม้
- กรณีศึกษาเกี่ยวกับศพที่มีโรคหนอนแมลงวันมาก่อน
- กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับศพแห้ง
- กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับศพที่เสียชีวิตในบ้านหรือในอาคาร
- กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับความสูงของสถานที่พบศพ

❖ กรณีศึกษาเกี่ยวกับศพลอยน้ำ

ผู้นิพนธ์ได้ศึกษากรณีศพลอยน้ำ 2 ศพ

กรณีที่ 1 ศพถูกมัดมือและเท้า สภาพศพบวมมาก มีรอยถูกของมีคมที่คอและลำตัวด้านหลัง คาดว่าถูกฆาตกรรมและอำพรางศพโดยการทิ้งน้ำ ตรวจพบ

• ตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* จำนวนมาก

• ตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies*

จากขนาดของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* ที่มีลำตัวยาวที่สุด ที่เก็บตัวอย่างได้จากศพ คือประมาณ 1.2 เซนติเมตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อนชนิดนี้ในห้องปฏิบัติการ ที่มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับสภาพที่พบศพ ทำให้ทราบว่าตัวอ่อนที่มีอายุมากที่สุด ประมาณ 5 วัน

กรณีที่ 2 ศพสภาพบวมมาก ไม่พบร่องรอยการถูกทำร้าย พนักงานสอบสวนคาดว่าสาเหตุการตายเนื่องจากจมน้ำ ตรวจพบตัวอ่อนแมลงวันโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณตา ปาก จมูกและข้างลำตัวดังนี้

• ตัวอ่อนระยะที่ 2 ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ขนาดประมาณ 0.8 เซนติเมตร

• ตัวอ่อนระยะที่ 2 ของแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* ขนาดประมาณ 0.6 เซนติเมตร

• ตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวันหัวเขียว *Hemipyrellia ligurriens* ขนาดประมาณ 0.6 เซนติเมตร

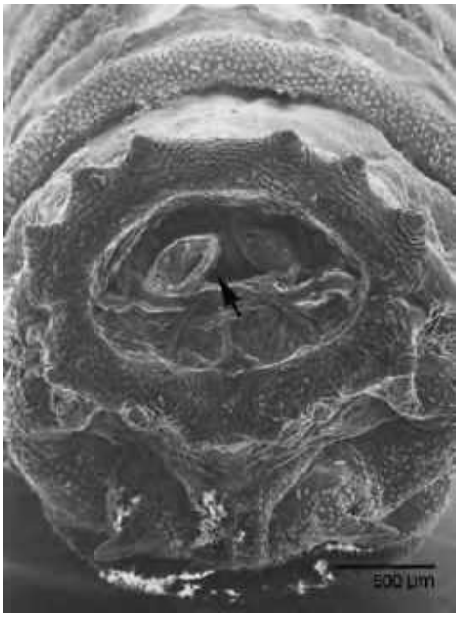
• ตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวันหลังลาย (รูปที่ 7.7) จำนวนไม่มาก ตัวอ่อนมีจำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 28 แขนง จัดเรียงตัวเป็น 2 แถวที่มีการเรียงตัวไม่สม่ำเสมอ

จากขนาดของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* ที่มีลำตัวยาวที่สุด ที่เก็บตัวอย่างได้จากศพ คือประมาณ 0.6 เซนติเมตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อนชนิดนี้ในห้องปฏิบัติการ ที่มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับสภาพที่พบศพ ทำให้ทราบว่าตัวอ่อนที่มีอายุมากที่สุด ประมาณ 2 วัน

ข้อสรุปจากกรณีศึกษาทั้งสองกรณี

• ชนิดของตัวอ่อนแมลงวันที่พบในศพลอยน้ำ เป็นชนิดเดียวกับที่พบบนพื้นดินได้ ขึ้นอยู่กับการมีแมลงวันในพื้นที่นั้นๆ

• การประมาณเวลาหลังการตายของศพลอยน้ำ ทำได้เช่นเดียวกับศพที่พบบนพื้นดิน โดยการวัดขนาดของตัวอ่อนแมลงวันที่มีขนาดยาวที่สุดที่พบในศพ และนำมาเทียบกับค่าของการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงวันชนิดนั้นๆ ที่เคยศึกษาไว้ในห้องปฏิบัติการ ในอุณหภูมิเดียวกัน อย่างไรก็ตามหากแพทย์นิติเวชต้องการประมาณเวลาการตายที่แท้จริง จำเป็นต้องคำนึงถึงสภาพศพที่พบ หากศพเป็นศพที่จมน้ำ ควรต้องเพิ่มเวลาอีก 1 วัน จากการประมาณเวลาหลังการตายโดยใช้ขนาดของตัวอ่อนแมลงวัน เนื่องจากในวันแรกศพยังจมในน้ำ อย่างไรก็ตามแพทย์นิติเวชต้องระวังในกรณีที่การเสียชีวิตเกิดบริเวณริมน้ำ และบางส่วนของร่างกายไม่ได้จมอยู่ใต้น้ำตั้งแต่วันแรก ซึ่งแมลงวันสามารถวางไข่ในศพได้ตั้งแต่วันแรกของการตายการประมาณหาเวลาการตายที่แท้จริงในกรณีนี้ไม่จำเป็นต้องเพิ่มเวลาที่ศพจมน้ำเข้าไป



รูปที่ 7.7 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหลังลายที่มีรูหายใจหลังอยู่ในแอ่งลึก (ลูกศรชี้) *(ภาพโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์)*

❖ กรณีศึกษาเกี่ยวกับศพที่ถูกไฟไหม้

ผู้นิพนธ์ได้ศึกษากรณีศพถูกไฟไหม้ 2 ศพ

กรณีที่ 1 ศพ 2 ศพ มัดติดกันด้วยเชือก ร่องรอยของการถูกไฟไหม้ จากระดับแผลถูกไฟไหม้ของศพโดยการศึกษาของ Grassman และ Crow (Crow-Glassman

scale: CGS)[150] พบว่ากรณีศึกษานี้ระดับแผลอยู่ที่ CGS level 4 สภาพศพมีการเน่ากลิ่นเหม็นแรงมาก ตรวจพบ

• ตัวอ่อนระยะที่ 2 ของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala*

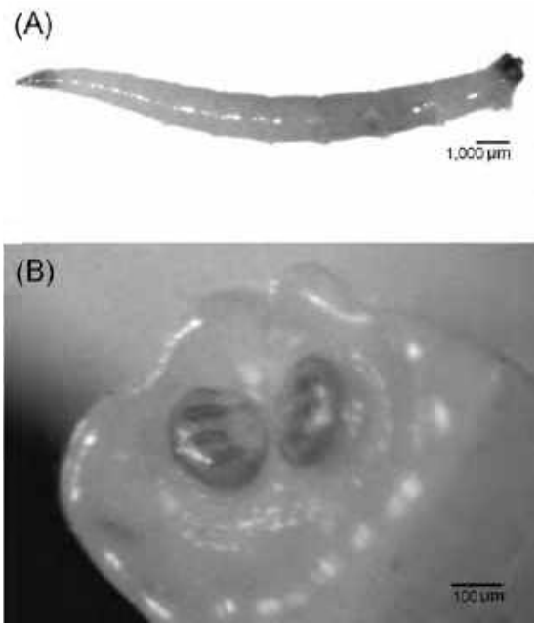
• ตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวันในวงศ์ Muscidae คือ *Hydrotaea spinigera* (รูปที่ 7.8)

• ตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวันหลังลายที่ไม่ทราบชนิด 4 ตัว

• ตัวอ่อนของแมลงวันในวงศ์ Stratiomyidae คือแมลงวันในสกุล *Sargus* ซึ่งระบุชนิดโดยผู้เชี่ยวชาญ (Dr. Roy C. Vogtsberger แห่งมหาวิทยาลัย Midwestern State สหรัฐอเมริกา)

• ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยด้วง (อันดับ Coleoptera) *Dermestes maculatus* ซึ่งระบุชนิดโดยผู้เชี่ยวชาญ (Dr. Roy C. Vogtsberger)

จากขนาดของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* สามารถประมาณระยะเวลาหลังการตายได้ 7 วัน



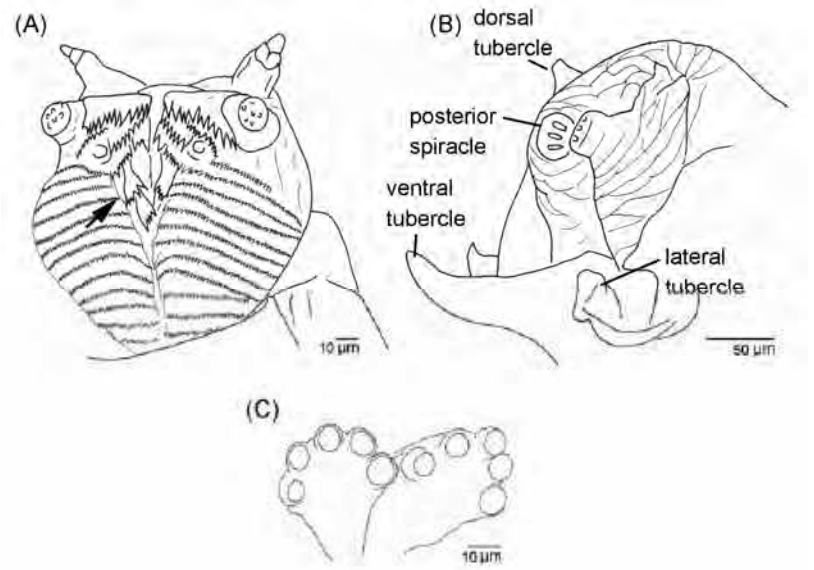
รูปที่ 7.8 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวัน *Hydrotaea spinigera* (A) ภาพด้านข้าง (B) ปลายปล้องท้องที่ 8 แสดงรูหายใจหลัง *(ภาพโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์)*

กรณีที่ 2 ศพถูกเผา จนเหลือแต่เศษเนื้อและกระดูก ตรวจพบ

- ตัวอ่อนระยะที่ 3 และดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies*
- ตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวัน *Hydrotaea spinigera*
- ตัวอ่อนของแมลงวันสกุล *Sargus*
- ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยด้วง *Dermestes maculatus*
- ตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวันในวงศ์ Piophilidae คือ *Piophila casei* ซึ่ง

ระหว่างการเก็บตัวอย่างแมลงจากศพ พบว่าตัวอ่อนมีพฤติกรรมที่แปลกกว่าตัวอ่อนแมลงวันชนิดอื่น คือสามารถดีดตัวขึ้นจากพื้น (skipping behavior) จากการศึกษาสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนพบว่า ตัวอ่อนสามารถงอตัวได้ โดยใช้ฟันจับกับ ventral tubercle ที่ยื่นออกมา[151] (รูปที่ 7.9) ทำให้สามารถดีดตัวขึ้นสูงจากพื้น ซึ่งมีรายงานจากมาเลเซียว่าดีดตัวได้สูงถึง 20 เซนติเมตร[152]

ตัวอ่อนที่พบไม่สามารถนำมาประเมินระยะเวลาหลังตายได้



รูปที่ 7.9 แผนภาพแสดงตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวัน *Piophila casei* (A) ส่วนหัวแสดงฟัน (ลูกศรชี้) (B) ปลายปล้องท้องที่ 8 แสดงรูหายใจหลังและ tubercle (C) รูหายใจหน้า มี 10 แขนง จัดเรียงตัวเป็น 2 กลุ่ม *(วาดจากภาพกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด วาดโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์)*

ข้อสรุปจากกรณีศึกษาทั้งสองกรณี

ศพที่ถูกเผาอาจทำให้แมลงวันเข้ามาวางไข่ช้ากว่าศพปกติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความร้อนที่เผาไหม้ศพ แมลงวันต้องรอให้อุณหภูมิของศพลดลงก่อน จึงเข้าไปวางไข่ ชนิดของแมลงวันที่พบในศพ จึงเป็นแมลงวันหัวเขียวที่มีถิ่นที่อยู่ในบริเวณที่พบศพไม่แตกต่างจากศพที่ไม่ได้ถูกเผา ศพที่ถูกเผาจากฆาตกรรมอำพรางและทิ้งไว้ในป่าลึกห่างจากที่อยู่อาศัย ทำให้มีปัญหาคือ กว่าที่มีผู้พบศพนับเป็นเวลาหลายวันจากการฆาตกรรม ชนิดของแมลงที่พบอาจมีหลายชนิด และไม่แน่ใจว่าเป็นแมลงที่มาวางไข่ตั้งแต่ศพเริ่มเย็นหรือไม่ การประยุกต์ใช้ความรู้ทางนิติเวชกีฏวิทยากับกรณีศพถูกเผาจึงมีได้ในกรณีที่ศพยังเหลือสภาพให้ชันสูตรมากพอสมควร

❖ กรณีศึกษาเกี่ยวกับศพที่มีโรคหนอนแมลงวันมาก่อน

ผู้นิพนธ์ได้ศึกษากรณีศพที่มีโรคหนอนแมลงวันมาก่อน 1 ศพ

ศพถูกพบในบ้าน ยังไม่มีอาการเน่า จากสภาพศพคาดว่าเสียชีวิตมาไม่เกิน 24 ชั่วโมง และพบรอยโรคก้อนมะเร็งขนาดใหญ่ (large squamous cell carcinoma lesion) (รูปที่ 7.10) ที่น่องขวา พบตัวอ่อนแมลงวันจำนวนมากเฉพาะที่ตำแหน่งรอยโรค ได้แก่

• ตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ขนาดประมาณ 1.4 เซนติเมตร

• ตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* ขนาดประมาณ 1.4 เซนติเมตร

จากขนาดของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ที่พบ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับขนาดของตัวอ่อนแมลงวัน จากการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิใกล้เคียงกับสถานที่พบศพ สามารถประมาณได้ว่าตัวอ่อนมีอายุ 5 วัน ซึ่งขัดแย้งกับลักษณะศพ นอกจากนี้ไม่พบหนอนแมลงวันในบริเวณอื่นของศพเช่น ปาก หรือ จมูก ซึ่งเป็นบริเวณที่แมลงวันชอบวางไข่ ทำให้สรุปว่า ผู้เสียชีวิตมีโรคหนอนแมลงวันเกิดขึ้นก่อนการเสียชีวิต

รูปที่ 7.10 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงรอยโรคก้อนมะเร็งที่น่องขวาของศพ และตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว (ลูกศรชี้) (*ภาพจากการวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ*[2] *โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ Entomological Society of America หมายเลขอนุญาต 27587594*)

ข้อสรุปจากกรณีศึกษานี้

การพบตัวอ่อนแมลงวันในศพ อาจไม่ใช่การวางไข่ของแมลงวันหลังการเสียชีวิตได้ หากผู้เสียชีวิตมีรอยแผลหรือรอยโรคและไม่สามารถเคลื่อนไหวตัวได้ การพบตัวอ่อนในลักษณะนี้พบได้เฉพาะบริเวณรอยโรค ถือว่าเป็นข้อควรระวังของนักนิติเวชกีฏวิทยา ในการประเมินเวลาการตายจากขนาดของตัวอ่อนแมลงวันที่ได้จากศพ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องประเมินว่าพบตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวในบริเวณใดของศพ หากพบเฉพาะบาดแผล หรือรอยโรค แต่ไม่พบบริเวณปาก หรือจมูก และสภาพศพโดยทั่วไปยังไม่มีการเน่าอาจเกิดจากโรคหนอนแมลงวันก่อนเสียชีวิตได้ แต่มีข้อที่ยากยิ่งไปกว่า คือกรณีผู้เสียชีวิตมีการเสียชีวิตมานานหลายวัน สภาพศพเริ่มเน่า ตัวอ่อนแมลงวันอาจคลานไปอาศัยตามส่วนต่างๆ ของศพได้เช่นกัน และเมื่อวัดขนาดตัวอ่อนที่อายุมากที่สุด หรืออาจพบระยะดักแด้ อาจทำให้ประมาณเวลาหลังการตายมากกว่าที่เป็นจริงได้

การที่แมลงวันสามารถมาวางไข่บริเวณแผลได้ เนื่องจากตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวมีเซลล์รับกลิ่นจำนวนมากที่หนวดและ palpus[103] สามารถรับกลิ่นเน่าจากแผลและเข้ามาวางไข่ ถึงแม้เคยมีรายงานถึงโรคหนอนแมลงวันในหลายกรณีศึกษา ในราชอาณาจักรไทย (รายละเอียดในบทที่ 6) กรณีศึกษานี้นับเป็นครั้งแรกที่ก่อโรคโดยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* และ *Achoetandrus rufifacies* และเป็นโอกาสน้อยมากที่จะเกิดจากมีตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวสองชนิดในครั้งเดียวกัน ซึ่งส่วนใหญ่ที่มีรายงาน มักเกิดจากตัวอ่อนแมลงวันเพียงชนิดเดียวเท่านั้น

❖ กรณีศึกษาเกี่ยวกับศพแห้ง

ผู้นิพนธ์ได้ศึกษากรณีศพแห้ง 3 ศพ

กรณีที่ 1[12] ศพมีเชือกผูกติดกับกิ่งไม้บริเวณใต้ต้นไม้ของป่า สภาพศพที่อยู่ในระยะศพแห้ง ที่คอมีรอยแผลแห้งซึ่งน่าจะมาจากเสียชีวิตจากการแขวนคอ (รูปที่ 7.11) เท้าทั้งสองหายไป เสื้อผ้าอยู่ครบ ภายในกระเป๋ากางเกงพบบัตรประจำตัวผู้เสียชีวิต และจากการชันสูตรพลิกศพของแพทย์นิติเวช ด้วยวิธีภาพเชิงซ้อนพบว่าผู้เสียชีวิตเป็นบุคคลเดียวกับที่พบในบัตรประจำตัว

รูปที่ 7.11 ภาพถ่ายแสดงศพแห้ง ลูกศรชี้รอยแผลแห้งที่คอ *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

จากการสอบสวนพบว่า ผู้เสียชีวิตถูกเห็นครั้งสุดท้ายเมื่อ 4 เดือนก่อนประเมินจากระยะเวลาการพบผู้เสียชีวิตรายนี้ครั้งสุดท้าย คาดว่าเสียชีวิตมานานประมาณ 4 เดือน 15 วัน หลักฐานทางนิติเวชกีฏวิทยาที่ตรวจพบได้แก่

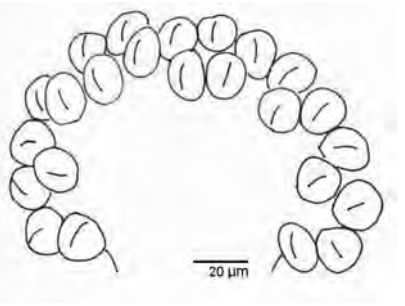
• ตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวัน *Hydrotaea spinigera*

• ตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวัน *Piophila casei* ซึ่งระหว่างการเก็บตัวอย่างแมลงจากศพ ตัวอ่อนดีดตัวขึ้นจากพื้น

• ตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันในวงศ์ Phoridae คือ *Megaselia scalaris* ซึ่งเลี้ยงให้เป็นตัวเต็มวัยและระบุชนิด ซึ่งตัวอ่อนชนิดนี้พบจำนวนมากที่สุดในศพนี้

• ตัวอ่อนระยะที่ 2 ของแมลงวัน *Sargus* sp. ซึ่งระบุชนิดโดย Dr. Roy C. Vogtsberger

• ตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวันหลังลาย 2 ชนิดซึ่งไม่สามารถระบุชนิดได้ โดยชนิดแรกเป็นตัวอ่อนที่มีจำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 24 แขนง[153] (รูปที่ 7.12) ในขณะที่ตัวอ่อนอีกชนิดหนึ่ง มีจำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 16 แขนง



รูปที่ 7.12 แผนภาพแสดงรูหายใจหน้า ของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหลังลาย ที่มีจำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 24 แขนง *(วาดจากภาพกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด วาดโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์)*

จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศได้ที่จากศูนย์อุตุนิยมวิทยา จุดที่อยู่ใกล้เคียงกับบริเวณที่พบศพ พบว่าสภาพอากาศอยู่ในช่วงฤดูหนาว ของเดือนตุลาคม พ.ศ. 2542 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543 ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยที่ 13.9 ถึง 22.0 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยที่ 26.4 ถึง 31.1 องศาเซลเซียส

กรณีที่ 2 สภาพศพอยู่ในระยะศพแห้ง ส่วนบนของลำตัวเปียก แต่ส่วนขาและเท้าแห้ง โดยไม่ทราบสาเหตุของการเสียชีวิต จากการสันนิษฐานโดยแพทย์นิติเวชคาดว่าศพนี้น่าจะมีระยะหลังการตายประมาณ 3 เดือน หลักฐานทางนิติเวชกีฏวิทยาที่ตรวจพบ ได้แก่

- ตัวอ่อนระยะที่ 3 และดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes*
- ตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวัน *Hydrotaea spinigera*
- ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยด้วง *Dermestes maculatus*

กรณีที่ 3 ศพชายไทย ถูกพบใต้ต้นไม้ ในสภาพแขวนคอ มีเชือกผูกอยู่กับกิ่งไม้ที่แข็งแรง ศพอยู่ในสภาพแห้งจนเหลือแต่โครงกระดูก (skeletonized) กระดูกขาอยู่ชิดกับโครงลำตัว จากสภาพศพแพทย์นิติเวชประมาณระยะหลังการตายว่าหลายเดือน หลักฐานทางนิติเวชกีฏวิทยาที่ตรวจพบ ได้แก่

- ตัวอ่อนระยะที่ 2 ตัวอ่อนระยะที่ 3 และดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* โดยตัวอ่อนอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (รูปที่ 7.13) ส่วนดักแด้เกาะติดอยู่กับโครงกระดูก (รูปที่ 7.14) จำนวนตัวอ่อนและดักแด้ของ *Ceylonomyia nigripes* พบได้มากที่สุด
- ตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวัน *Hydrotaea spinigera*
- ตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวัน *Piophila casei* ประมาณ 30 ตัว
- ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยด้วง *Dermestes maculatus*

รูปที่ 7.13 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงตัวอ่อนแมลงวันที่พบในศพแห้ง (*ภาพจากการวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ*[19] *โดยได้รับอนุญาต จากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196960089308)*

รูปที่ 7.14 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* ติดโครงกระดูก (*ภาพจากการวิจัยของกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ*[19] *โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196960089308)*

ข้อคิดเห็น คำวิจารณ์และข้อเสนอแนะ

ความรู้ทางนิติเวชกีฏวิทยาในแง่ของศพแห้งในปัจจุบัน ยังมีน้อยและไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ สัตว์ขาปล้องหลายชนิดที่เข้ามาวางไข่ที่ศพ อาจเป็นกลุ่มที่เข้าได้ในทุกระยะของศพ เช่น แมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* สามารถพบได้ในศพในทุกระยะของการเน่า โดยพบในระยะสด[66] ระยะเสื่อมสลายอย่างรุนแรง[66] หรือระยะศพแห้ง การศึกษาในเกาะกวม มหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งเป็นดินแดนของสหรัฐอเมริกา พบว่าแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้จัดเป็นผู้บุกรุกช่วงท้าย (late secondary invader) สำหรับซากศพ และปรากฏอยู่นานกว่าแมลงวันหัวเขียวชนิดอื่น[154] จากข้อมูลดังกล่าวทำให้มีข้อแนะนำว่า การใช้ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* มีประโยชน์ค่อนข้างน้อยในการใช้ประมาณระยะเวลาหลังการตาย ยกเว้นในระยะแรกหลังการตายเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ผู้นิพนธ์พบว่าเฉพาะดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* เท่านั้นที่เกาะติดกับโครงกระดูกศพ และการเกาะติดมีลักษณะเฉพาะตัวคือ ด้านข้างดักแด้ติดชิดกันเป็นแพ เรียงตัวเป็น

ชั้นเดียว (รูปที่ 7.14) สอดคล้องกับรายงานจากเครือรัฐออสเตรเลียที่ว่า ดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes* เกาะติดกับโครงกระดูกสุนัข[155] นอกจากนี้ การเรียงตัวด้านข้างเป็นแถวเดียวของดักแด้ เหมือนกับที่ปรากฏในระยะไข่ของแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ คือเรียงตัวชิดกันด้านข้าง (จากการสังเกตของผู้นิพนธ์ในการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ) ซึ่งต่างจากแมลงวันหัวเขียวชนิดอื่นที่วางไข่เป็นกลุ่ม

การพบด้วง *Dermestes maculatus* ในศพที่อยู่ในระยะท้ายของการสลายตัว เช่นระยะศพแห้ง จากกรณีศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาที่เคยมีรายงานในต่างประเทศเช่น ในทวีปเอเชีย[143] ทวีปแอฟริกา[71] และทวีปยุโรป[139;156] หากมีข้อมูลมากขึ้นเกี่ยวกับด้วง อาจช่วยประเมินระยะเวลาหลังการตายได้

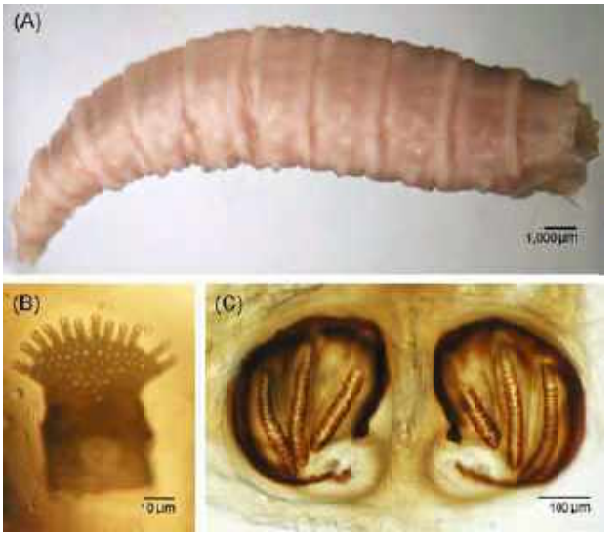
❖ กรณีศึกษาเกี่ยวกับศพที่เสียชีวิตในบ้านหรือในอาคาร

ผู้นิพนธ์ได้ศึกษากรณีศพที่เสียชีวิตในบ้านหรือในอาคาร 3 ศพ

กรณีที่ 1 ศพชายไทย สภาพศพ มีหน้าสีคล้ำมาก ทำให้ไม่ทราบหน้าตาก่อนการเสียชีวิตที่แท้จริง ลำตัวบวมมาก สีเหลืองซีด หลักฐานทางนิติเวชกีฏวิทยาที่ตรวจพบ ได้แก่

- ตัวอ่อนระยะที่ 2 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* พบที่ตาและจมูก
- ตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหลังลายที่ปาก จำนวน 4 ตัว โดยตัวอ่อนมีขนาดประมาณ 1.8 เซนติเมตร ตัวอ่อนมีจำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 12 แขนง และรูหายใจหลังเป็นวงแบบไม่สมบูรณ์ (รูปที่ 7.15) ยังไม่สามารถระบุชนิดได้ แต่เมื่อเลี้ยงให้เป็นตัวเต็มวัยและส่งให้ตัวอย่างแมลงวันเพศผู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ (Dr. Hiromu Kurahashi) เพื่อระบุชนิด ทำให้ทราบว่าเป็นแมลงวันหลังลาย *Sarcophaga ruficornis*

จากขนาดของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดที่เก็บตัวอย่างได้จากศพ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อนชนิดนี้ในห้องปฏิบัติการ ที่มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับสภาพที่พบศพ ทำให้ทราบว่าตัวอ่อนที่มีอายุมากที่สุด ประมาณ 3 ถึง 4 วัน



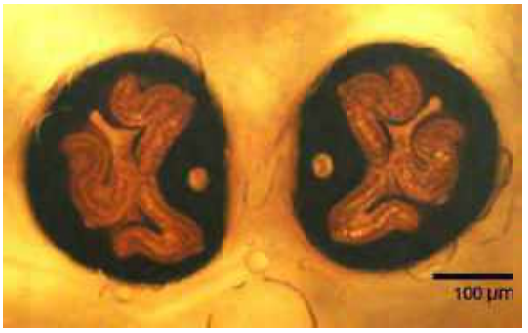
รูปที่ 7.15 ตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหลังลาย *Sarcophaga ruficornis* (A) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (B) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงรูหายใจหน้า (C) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงรูหายใจหลัง *(ภาพโดยรัชฎาวรรณ เงินกลั่น)*

กรณีที่ 2 ศพถูกพบว่าเสียชีวิตบนเตียงภายในบ้านพัก การชันสูตรไม่พบบาดแผลที่ศพ แพทย์นิติเวชสันนิษฐานจากสภาพศพว่า เสียชีวิตมาแล้วประมาณ 3 ถึง 5 วัน หลักฐานทางนิติเวชกีฏวิทยาที่ตรวจพบ ได้แก่

• ตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* จำนวนมาก ขนาดของตัวอ่อนสามารถประมาณเวลาหลังการตาย ได้ระหว่าง 3 ถึง 5 วัน

• ตัวอ่อนระยะที่ 2 และตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies*

• ตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันในวงศ์ Muscidae คือ *Synthesiomyia nudiseta* (รูปที่ 7.16)



รูปที่ 7.16 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงรูหายใจหลังของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวัน *Synthesiomyia nudiseta (ภาพโดยธารินี ไชยวงศ์)*

กรณีที่ 3 ศพชายไทย ถูกพบว่าเสียชีวิตในห้องพักปรับอากาศ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากการชันสูตรพลิกศพ ไม่พบบาดแผลที่ศพ ศพไม่เน่า แพทย์นิติเวชไม่สามารถประมาณระยะหลังการตายได้ หลักฐานทางนิติเวชกีฏวิทยาที่ตรวจพบได้แก่

- ตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวัน *Synthesiomyia nudiseta* พบจำนวนมาก
- ตัวอ่อนระยะที่ 3 และดักแด้แมลงวันหลังลาย จากการเลี้ยงให้เป็นตัวเต็มวัยและระบุชนิด ทราบว่าเป็น *Sarcophaga ruficornis*

ข้อคิดเห็น คำวิจารณ์และข้อเสนอแนะ

แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เป็นแมลงวันที่พบได้ทั่วไปในเขตชุมชน กรณีศึกษานี้ทำให้ทราบว่า แมลงวันสามารถวางไข่ได้ภายในสถานที่ต่างๆ ซึ่งรวมถึงบ้านหรืออาคาร นอกจากนี้พบว่าแมลงวันหลังลาย *Sarcophaga ruficornis* สามารถวางไข่ในศพที่อยู่ภายในบ้านหรืออาคารเช่นกัน และจากรายงานในมลรัฐฮาวาย สหรัฐอเมริกา พบว่าแมลงวันหลังลายชนิดนี้มักจะเข้ามาวางไข่ในศพระยะสดหรือเริ่มมีการเสื่อมสลายอย่างรุนแรง[157] ซึ่งสอดคล้องกับกรณีศึกษานี้

ศพที่เสียชีวิตในบ้าน อาจทำให้แมลงวันหัวเขียวเข้าไปวางไข่ได้ช้ากว่าศพที่อยู่ในที่โล่งได้ ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพของบ้านและห้อง หากเป็นบ้านที่ไม่มีมุ้งลวด และเปิดหน้าต่างทิ้งไว้ การเข้ามาวางไข่ของแมลงวันหัวเขียวไม่น่าแตกต่างจากศพที่อยู่ในที่โล่งมากนัก ส่วนศพที่อยู่ในห้องที่ปิดมิดชิดเป็นอุปสรรคต่อการเข้ามาวางไข่ของแมลงวันหัวเขียว อย่างไรก็ตามดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าบทบาทของนักนิติเวชกีฏวิทยาในการประเมินเวลาหลังการตาย เป็นการประเมินตามอายุของตัวอ่อนแมลงวันหรือสัตว์ขาปล้องที่พบในศพเท่านั้น ส่วนการแปรผลไปยังเวลาตายที่แท้จริงเป็นหน้าที่ของแพทย์นิติเวช

แมลงวันที่พบในศพที่อยู่ในบ้าน หากห้องไม่ได้ปิดมิดชิดสามารถพบตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* และ *Achoetandrus rufifacies* ซึ่งพบได้ในพื้นที่ดังกล่าวได้และเป็นประโยชน์ต่อการประมาณเวลาหลังการตาย ดังเช่นกรณีที่ 1 และ 2 ส่วนในกรณีที่ 3 ที่พบตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวัน *Synthesiomyia nudiseta* ในศพ ไม่สามารถช่วยประเมินระยะเวลาหลังการตายได้ เนื่องจากไม่มีข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของแมลงชนิดนี้ในราชอาณาจักรไทย นอกจากนี้การที่

ไม่พบ *Chrysomya megacephala* และ *Achoetandrus rufifacies* ของกรณีที่ 3 น่าจะเกิดจากห้องที่ปิดมิดชิด ส่วนการเปิดเครื่องปรับอากาศในห้องทำให้ห้องเย็นและรักษาสภาพศพไว้ไม่ให้เน่าทำให้ยากต่อการประมาณเวลาการตายจากสภาพศพ

❖ กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับความสูงของสถานที่พบศพ

ผู้นิพนธ์ได้ศึกษากรณีศพที่พบบนภูเขาสูงจำนวน 1 ศพ

ศพชายไทย ถูกพบบริเวณหน้าผาของป่าที่ระดับความสูงประมาณ 800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล คาดว่าสาเหตุการเสียชีวิตน่าจะมาจากการฆ่าตัวตายจากการกระโดดจากหน้าผาสูง

บริเวณศพพบตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวจำนวนมาก เป็นตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala, Achoetandrus rufifacies* และ *Ceylonomyia nigripes* นอกจากนี้พบดักแด้แมลงวัน *Megaselia scalaris* แต่จำนวนไม่มากนัก

การสันนิษฐานโดยแพทย์นิติเวช คาดว่าน่าจะมีระยะหลังการตายประมาณ 1 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* ที่ประมาณ 4 ถึง 7 วัน

ข้อสรุป

แม้ว่าเป็นที่สูง แต่แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* และ *Achoetandrus rufifacies* ยังเป็นแมลงวันที่สำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยา ทำให้สามารถประมาณระยะเวลาหลังการตายได้ การพบแมลงในศพที่พบในที่สูงและมีอากาศเย็นอาจมีอัตราการเจริญเติบโตที่แตกต่างจากแมลงที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการในพื้นราบ

สรุป

การที่จะนำตัวอย่างแมลงวันหัวเขียวที่พบในศพมนุษย์ มาใช้เป็นหลักฐานทางนิติเวชกีฏวิทยา เพื่อการชันสูตรพลิกศพได้นั้น สิ่งที่จะต้องทราบอันดับแรกคือ ชนิดของตัวอ่อนแมลงวัน และการที่จะใช้ตัวอ่อนในการประมาณระยะเวลาหลังการตายได้ สิ่งสำคัญที่ต้องย้ำให้นักนิติเวชกีฏวิทยาและบุคลากรอื่น ที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้คือ ค่าประมาณระยะเวลาหลังการตาย โดยใช้หลักฐานจากแมลงวันที่อยู่ในศพหรือที่เกิดเหตุ เป็นการบอกว่าแมลงวันเหล่านี้เข้ามาอยู่และวางไข่ในศพเมื่อใด ซึ่งอาจไม่ใช่เวลาตายที่แท้จริงของผู้เสียชีวิต การวางไข่ในเวลากลางคืนหรือไม่ของแมลงวัน จึงไม่ใช่ข้อถกเถียงถึงการเปลี่ยนแปลงค่าการประมาณเวลาหลังการตาย ส่วนการประมาณเวลาตายที่แท้จริง เป็นหน้าที่ของแพทย์นิติเวชที่ต้องใช้ความรู้หลายด้านเข้ามาช่วยในการประเมิน

องค์ความรู้ทางชีววิทยาในด้านต่างๆ ของแมลงวันหัวเขียวที่มักพบในศพในแต่ละท้องถิ่น เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง ปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเข้ามาตั้งรกรากของแมลงวันในศพเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่ สภาพโดยทั่วไปของท้องถิ่น ฤดูกาล สภาพภูมิอากาศ และความหนาแน่นของประชากรแมลงวันในพื้นที่

แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* และ *Achoetandrus rufifacies* เป็นแมลงวันที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยาในราชอาณาจักรไทย ประเทศในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และต่อไปน่าจะมีความสำคัญในโลกเขตร้อน นอกจากนี้ผู้นิพนธ์มีความคิดเห็นว่า งานวิจัยทางด้านนิติเวชกีฏวิทยาโดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลสำหรับราชอาณาจักรไทย ยังมีองค์ความรู้ด้านต่างๆ อีกมากที่จำเป็นต้องศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อที่จะสามารถนำความรู้ดังกล่าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ อย่างไรก็ตาม ผู้นิพนธ์ไม่สามารถทำการวิจัยในทุกด้านของนิติเวชกีฏวิทยาได้ จำเป็นต้องมีนักวิจัยกลุ่มอื่นๆ ที่ศึกษางานด้านต่างๆ และนำมาประมวลความรู้เพื่อใช้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] Hall RD, Huntington TE. Medicocriminal entomology. In: Haskell NH, Williams RE (eds.), Entomology and death: A procedural guide, 2nd ed. Clemson, SC: East Park Printing; 2008: 1-9.

[2] Sukontason KL, Narongchai P, Sripakdee D, Boonchu N, Chaiwong T, Ngern-Klun R, Piangjai S, Sukontason K. First report of human myiasis caused by *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) in Thailand, and its implication in forensic entomology. J Med Entomol 2005; 42: 702-704.

[3] Smith KGV. A manual of forensic entomology. Ithaca, NY: Cornell University Press; 1986.

[4] Catts EP. Analyzing entomological data. In: Catts EP, Haskell NH (eds.), Entomology and death: A procedural guide. Clemson, SC: Joyce's Pring Shop; 1990: 124-137.

[5] Catts EP, Goff ML. Forensic entomology in criminal investigations. Annu Rev Entomol 1992; 37: 253-272.

[6] Benecke M. A brief history of forensic entomology. Forensic Sci Int 2001; 120: 2-14.

[7] Greenberg B, Kunich JC. Entomology and the law. Flies as forensic indicators. UK: Cambridge University Press; 2002.

[8] Greenberg B. Flies as forensic indicators. J Med Entomol 1991; 28: 565-577.

[9] Bergeret M. Infanticide, momification de cadavre. Decouverte du cadavre d'un enfant nouveau-ne dans une cheminee ou il setait momifie. Determination de l' epoque de la naissance par la presence de nymphes et de larves d'insects dans le cadabre et par l'etude de leurs metamorphoses. Ann Hyg Med Leg 1855; 4: 442-452.

[10] Mankosol R. Estimation time of dead in putrefied body. Siriraj Hosp Gaz 1986; 38: 855-857.

[11] Fongsiripaibul V. Estimating time of death by fly's cycle. J Central Hosp 1987; 24: 1-10.

[12] Sukontason K, Sukontason K, Vichairat K, Piangjai S, Lertthamnongtham S, Vogtsberger RC, Olson JK. The first documented forensic entomology case in Thailand. J Med Entomol 2001; 38: 746-748.

[13] Sukontason KL, Sukontason K, Narongchai P, Lertthamnongtham S, Piangjai S, Olson JK. *Chrysomya rufifacies* (Macquart) as a forensically-important fly species in Thailand: a case report. J Vector Ecol 2001; 26: 162-164.

[14] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Chaiwong T, Boonchu N, Kurahashi H. Hairy maggot of *Chrysomya villeneuvi* (Diptera: Calliphoridae), a fly species of forensic importance. J Med Entomol 2003; 40: 983-984.

[15] Sukontason KL, Sukontason K, Lertthamnongtham S, Kuntalue B, Thijuk N, Vogtsberger RC, Olson JK. Surface ultrastructure of *Chrysomya rufifacies* (Macquart) larvae (Diptera: Calliphoridae). J Med Entomol 2003; 40: 259-267.

[16] Sukontason K, Sukontason KL, Ngern-klun R, Sripakdee D, Piangjai S. Differentiation of the third instar of forensically important fly species in Thailand. Ann Entomol Soc Am 2004; 97: 1069-1075.

[17] Sukontason KL, Narongchai P, Sukontason K, Methanitikorn R, Piangjai S. Forensically important fly maggots in a floating corpse: the first case report in Thailand. J Med Assoc Thai 2005; 88: 1458-1461.

[18] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Narongchai P, Samai W, Boonchu N, Sripakdee D, Ngern-Klun R, Siriwattanarungsee S. Morphology of second and third instars of *Chrysomya villeneuvi* Patton (Diptera: Calliphoridae), a fly species of forensic importance. Forensic Sci Int 2005; 154: 195-199.

[19] Sukontason KL, Kanchai C, Piangjai S, Boonsriwong W, Bunchu N, Sripakdee D, Chaiwong T, Kuntalue B, Siriwattanarungsee S, Sukontason K. Morphological observation of puparia of *Chrysomya nigripes* (Diptera: Calliphoridae) from human corpse. Forensic Sci Int 2006; 161: 15-19.

[20] Sukontason K, Narongchai P, Kanchai C, Vichairat K, Sribanditmongkol P, Bhoopat T, Kurahashi H, Chockjamsai M, Piangjai S, Bunchu N, Vongvivach S, Samai W, Chaiwong T, Methanitikorn R, Ngern-klun R, Sripakdee D, Boonsriwong W, Siriwattanarungsee S, Srimuangwong C, Hanterdsith B, Chaiwan K, Srisuwan C, Upakut S, Moopayak K, Vogtsberger RC, Olson JK, Sukontason KL. Forensic entomology cases in Thailand: a review of cases from 2000 to 2006. Parasitol Res 2007; 101: 1417-1423.

[21] Sukontason KL, Ngern-klun R, Sripakdee D, Sukontason K. Identifying fly puparia by clearing technique: application to forensic entomology. Parasitol Res 2007; 101: 1407-1416.

[22] Sukontason KL, Bunchu N, Chaiwong T, Kuntalue B, Sukontason K. Fine structure of the eggshell of the blow fly, *Lucilia cuprina*. J Insect Sci 2007; 7: Article 9.

[23] Sukontason KL, Sribanditmongkol P, Chaiwong T, Vogtsberger RC, Piangjai S, Sukontason K. Morphology of immature stages of *Hemipyrellia ligurriens* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) for use in forensic entomology applications. Parasitol Res 2008; 103: 877-887.

[24] Sukontason K, Piangjai S, Siriwattanarungsee S, Sukontason KL. Morphology and developmental rate of blow fly larvae, *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya rufifacies*, in Thailand. Parasitol Res 2008; 102: 1207-1216.

[25] Sukontason K, Sribanditmongkol P, Ngoen-klan R, Klong-klaew T, Moophayak K, Sukontason KL. Differentiation between *Lucilia cuprina* and *Hemipyrellia ligurriens* (Diptera: Calliphoridae) larvae for use in forensic entomology application. Parasitol Res 2010; 106: 641-646.

[26] Sukontason K, Bunchu N, Chaiwong T, Moophayak K, Sukontason KL. Forensically important flesh fly species in Thailand: morphology and developmental rate. Parasitol Res 2010; 106: 1055-1064.

[27] Siriyasatien P, Sirisup N. Estimation of post-mortem interval (PMI) using data from life cycle of flies on corpses. Chula Med J 2005; 49: 195-200.

[28] Sritavanich N, Jamjanya T, Hanboonsong Y, Jamsuwan A. An application of forensic entomology to evaluate post-mortem interval. KKU Res J 2007; 7: 1-5.

[29] Vitta A, Pumidonming W, Tangchaisuriya U, Poodendean C, Nateeworanart S. A preliminary study on insects associated with pig (*Sus scrofa*) carcasses in Pitsanulok, northern Thailand. Trop Biomed 2007; 24: 1-5.

[30] Aldrich JM. *Sarcophaga* and allies. Lafayette, IN: Thomas Say Found.; 1916.

[31] Knipling EF. A comparative study of the first-instar larvae of the genus *Sarcophaga*, with notes on the biology. J Parasitol 1936; 22: 417-454.

[32] Hall DG. The blowflies of North America. Washington D.C.: Thomas Say Foundation; 1948.

[33] Verves YG. A catalogue of Oriental Calliphoridae (Diptera). Int J Dipterol Res 2005; 16: 233-310.

[34] Voss SC, Spafford H, Dadour IR. Annual and seasonal patterns of insect succession on decomposing remains at two locations in Western Australia. Forensic Sci Int 2009; 193: 26-36.

[35] Anderson GS, VanLaerhoven SL. Initial studies on insect succession on carrion in Southwestern British Columbia. J Forensic Sci 1996; 41: 617-625.

[36] Martinez E, Duque P, Wolff M. Succession pattern of carrion-feeding insects in Paramo, Colombia. Forensic Sci Int 2007; 166: 182-189.

[37] Horenstein MB, Linhares AX, Rosso de Ferradas B, Garcia D. Decomposition and dipteran succession in pig carrion in central Argentina: ecological aspects and their importance in forensic science. Med Vet Entomol 2010; 24: 16-25.

[38] Davis JB, Goff ML. Decomposition patterns in terrestrial and intertidal habitats on Oahu Island and Coconut Island, Hawaii. J Forensic Sci 2000; 45: 836-842.

[39] Rodriguez WC, Bass WM. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in east Tennessee. J Forensic Sci 1983; 28: 423-432.

[40] Schoenly KG, Haskell NH, Hall RD, Gbur JR. Comparative performance and complementarity of four sampling methods and arthropod preference tests from human and porcine remains at the Forensic Anthropology Center in Knoxville, Tennessee. J Med Entomol 2007; 44: 881-894.

[41] Goff ML. Estimation of postmortem interval using arthropod development and successional patterns. Forensic Sci Rev 1993; 5: 81-94.

[42] Byrd JH, Castner JL. Insects of forensic importance. In: Byrd JH, Castner JL (eds.), Forensic entomology: The utility of arthropods in legal investigations. Florida: CRC Press; 2001: 43-79.

[43] Schoenly K, Griest K, Rhine S. An experimental field protocol for investigating the postmortem interval using multidisciplinary indicators. J Forensic Sci 1991; 36: 1395-1415.

[44] Joy JE, Liette NL, Harrah HL. Carrion fly (Diptera: Calliphoridae) larval colonization of sunlit and shaded pig carcasses in West Virginia, USA. Forensic Sci Int 2006; 164: 183-192.

[45] Watson EJ, Carlton CE. Insect succession and decomposition of wildlife carcasses during fall and winter in Louisiana. J Med Entomol 2005; 42: 193-203.

[46] Watson EJ, Carlton CE. Spring succession of necrophilous insects on wildlife carcasses in Louisiana. J Med Entomol 2003; 40: 338-347.

[47] Gruner SV, Slone DH, Capinera JL. Forensically important Calliphoridae (Diptera) associated with pig carrion in rural north-central Florida. J Med Entomol 2007; 44: 509-515.

[48] VanLaerhoven SL, Anderson GS. Insect succession on buried carrion in two biogeoclimatic zones of British Columbia. J Forensic Sci 1999; 44: 32-43.

[49] Komar D, Beattie O. Postmortem insect activity may mimic perimortem sexual assault clothing patterns. J Forensic Sci 1998; 43: 792-796.

[50] Sharanowski BJ, Walker EG, Anderson GS. Insect succession and decomposition patterns on shaded and sunlit carrion in Saskatchewan in three different seasons. Forensic Sci Int 2008; 179: 219-240.

[51] Leblanc HN, Strongman DB. Carrion insects associated with small pig carcasses during fall in Nova Scotia. J Can Soc Forensic Sci 2002; 35: 145-152.

[52] Grassberger M, Frank C. Initial study of arthropod succession on pig carrion in a central European urban habitat. J Med Entomol 2004; 41: 511-523.

[53] Bonacci T, Vercillo V, Brandmayr P, Fonti A, Tersaruolo C, Brandmayr TZ. A case of *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, 1830 (Diptera, Calliphoridae) breeding in a human corpse in Calabria (southern Italy). Leg Med 2009; 11: 30-32.

[54] Matuszewski S, Bajerlein D, Konwerski S, Szpila K. An initial study of insect succession and carrion decomposition in various forest habitats of Central Europe. Forensic Sci Int 2008; 180: 61-69.

[55] Archer MS, Elgar MA. Yearly activity patterns in southern Victoria (Australia) of seasonally active carrion insects. Forensic Sci Int 2003; 132: 173-176.

[56] Kelly JA, Van Der Linde TC, Anderson GS. The influence of clothing and wrapping on carcass decomposition and arthropod succession: a winter study in central South Africa. J Can Soc Forensic Sci 2008; 41: 135-147.

[57] Ma Y, Hu C, Ma YK, Hu C. A preliminary study on the species and biological characters of necrophagous insects in Hangzhou area. J Zhejiang Univ Agri 1997; 23: 375-380.

[58] Wang J, Li Z, Chen Y, Chen Q, Yin X. The succession and development of insects on pig carcasses and their significances in estimating PMI in south China. Forensic Sci Int 2008; 179: 11-18.

[59] Chin HC, Marwi MA, Salleh AFM, Jeffery J, Omar B. A preliminary study of insect succession on a pig carcass in a palm oil plantation in Malaysia. Trop Biomed 2007; 24: 23-27.

[60] Chin HC, Marwi MA, Jeffery J, Omar B. Insect succession on a decomposing piglet carcass placed in a man-made freshwater pond in Malaysia. Trop Biomed 2008; 25: 23-29.

[61] Dhang CC, Chin HC, McAlpine D, Kurahashi H, Ahmad NW, Marwi MA, Jeffery J, Lim LH, Omar B, Sofian-Azirun M. First report of the signal fly, *Scholastes* sp. (Diptera: Platystomatidae) visiting animal carcasses in Malaysia. Trop Biomed 2008; 25: 264-266.

[62] Chin HC, Marwi MA, Jeffery J, Kurahashi H, Omar B. On the occurrence of *Musca domestica* L. oviposition activity on pig carcass in peninsular Malaysia. Trop Biomed 2008; 25: 252-253.

[63] Chin HC, Marwi MA, Salleh AFM, Jeffery J, Kurahashi H, Omar B. Study of insect succession and rate of decomposition on a partially burned pig carcass in an oil palm plantation in Malaysia. Trop Biomed 2008; 25: 202-208.

[64] Chin HC, Marwi MA, Hashim R, Abdullah NA, Dhang CC, Jeffery J, Kurahashi H, Omar B. Ants (Hymenoptera: Formicidae) associated with pig carcasses in Malaysia. Trop Biomed 2009; 26: 106-109.

[65] Lee HL, Marzuki T. Preliminary observation of arthropods on carrion and its application to forensic entomology in Malaysia. Trop Biomed 1993; 10: 5-8.

[66] Ahmad A, Ahmad AH. A preliminary study on the decomposition and dipteran associated with exposed carcasses in an oil palm plantation in Bandar Baharu, Kehah, Malaysia. Trop Biomed 2009; 26: 1-10.

[67] Reed HB. A study of dog carcass communities in Tennessee with special reference to the insects. Am Midl Nat 1958; 59: 213.

[68] Yan H, Wang X, Yang J, Yang W, Ge X, Zheng X. Research on major necrophagous flies in Zhengzhou district between spring and summer. Life Sci J 2008; 5: 31-34.

[69] Tomberlin JK, Adler PH. Seasonal colonization and decomposition of rat carrion in water and on land in an open field in South Carolina. J Med Entomol 1998; 35: 704-709.

[70] Joy JE, Herrell ML, Rogers PC. Larval fly activity on sunlit versus shaded raccoon carrion in southwestern West Virginia with special reference to the black blowfly (Diptera: Calliphoridae). J Med Entomol 2002; 39: 392-397.

[71] Tantawi TI, eL-Kady EM, Greenberg B, el-Ghaffar HA. Arthropod succession on exposed rabbit carrion in Alexandria, Egypt. J Med Entomol 1996; 33: 566-580.

[72] de Souza ASB, Kirst FD, Kruger RF. Insects of forensic importance from Rio Grande do Sul state in southern Brazil. Rev Bras Entomol 2008; 52: 641-646.

[73] Erzinclioglu YZ. Forensic entomology. Clin Med 2003; 3: 74-76.

[74] Carvalho LML, Linhares AX. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. J Forensic Sci 2001; 46: 604-608.

[75] Anderson GS. The use of insects in death investigations: an analysis of cases in British Columbia over a five year period. Can Soc Forensic Sci 1995; 28: 277-292.

[76] Benecke M. Six forensic entomology cases: description and commentary. J Forensic Sci 1998; 43: 797-805; 1303.

[77] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Boonchu N, Kurahashi H, Hope M, Olson JK. Identification of forensically important fly eggs using a potassium permanganate staining technique. Micron 2004; 35: 391-395.

[78] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Choochote W, Boonchu N, Chaiwong T, Kurahashi H. Fine structure of the eggs of blowflies *Aldrichina grahami* and *Chyrsomya pacifica* (Diptera: Calliphoridae). Biol Res 2004; 37: 483-487.

[79] Liu D, Greenberg B. Immature stage of some flies of forensic importance. Ann Entomol Soc Am 1989; 82: 80-93.

[80] Wells JD, Byrd JH, Tantawi TI. Key to third-instar chrysomyinae (Diptera: Calliphoridae) from carrion in the continental United States. J Med Entomol 1999; 36: 638-641.

[81] Ishijima H. Revision of the third stage larvae of synanthropic flies of Japan (Diptera: Anthomyiidae, Muscidae, Calliphoridae and Sarcophagidae). Jpn J Sanit Zool 1967; 18: 47-100.

[82] Ahmad Firdaus MS, Marwi MA, Syamsa RA, Zuha RM, Ikhwan Z, Omar B. Morphological descriptions of second and third instar larvae of *Hypopygiopsis violacea* Macquart (Diptera: Calliphoridae), a forensically important fly in Malaysia. Trop Biomed 2010; 27: 134-137.

[83] Sukontason KL, Vogtsberger RC, Boonchu N, Chaiwong T, Sripakdee D, Ngern-Klun R, Piangjai S, Sukontason K. Larval morphology of *Chrysomya nigripes* (Diptera: Calliphoridae), a fly species of forensic importance. J Med Entomol 2005; 42: 233-240.

[84] Sukontason KL, Sukontason K, Piangjai S, Boonchu N, Chaiwong T, Vogtsberger RC, Kuntalue B, Thijuk N, Olson JK. Larval morphology of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) using scanning electron microscopy. J Vector Ecol 2003; 28: 47-52.

[85] Sukontason KL, Piangjai S, Boonsriwong W, Bunchu N, Ngern-Klun R, Vogtsberger RC, Sukontason K. Observations of the third instar larva and puparium of *Chrysomya bezziana* (Diptera: Calliphoridae). Parasitol Res 2006; 99: 669-674.

[86] Malgorn Y, Coquoz R. DNA typing for identification of some species of Calliphoridae. An interest in forensic entomology. Forensic Sci Int 1999; 102: 111-119.

[87] Siriwattanarungsee S, Sukontason KL, Kuntalue B, Piangjai S, Olson JK, Sukontason K. Morphology of the puparia of the housefly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) and blowfly, *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae). Parasitol Res 2005; 96: 166-170.

[88] Mazzanti M, Alessandrini F, Tagliabracci A, Wells JD, Campobasso CP. DNA degradation and genetic analysis of empty puparia: genetic identification limits in forensic entomology. Forensic Sci Int 2010; 195: 99-102.

[89] Kurahashi H, Benjaphong N, Omar B. Blow flies (Insecta: Diptera: Calliphoridae) of Malaysia and Singapore. Raffles Bull Zool 1997; Suppl 5: 1-88.

[90] Kurahashi H, Magpayo FR. Blow flies (Insecta: Diptera: Calliphoridae) of the Philippines. Raffles Bull Zool 2000; Suppl 9: 1-78.

[91] Kurahashi H, Chowanadisai L. Blow flies (Insecta: Diptera: Calliphoridae) from Indochina. Species Divers 2001; 6: 185-242.

[92] Smith JA, Baker NC. Molecular genetic identification of forensically important flies in the UK. Forensic Sci Int (Genetic Suppl Series I) 2008; 620-622.

[93] Tenoria FM, Olson JK, Coats CJ. Identification of three forensically important blow fly (Diptera: Calliphoridae) species in central Texas using mitochondrial DNA. Southwest Entomol 2003; 28: 267-272.

[94] Chen WY, Hung TH, Shiao SF. Molecular identification of forensically important blow fly species (Diptera: Calliphoridae) in Taiwan. J Med Entomol 2004; 41: 47-57.

[95] Nelson LA, Wallman JF, Dowton M. Identification of forensically important *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) species using the second ribosomal internal transcribed spacer (ITS2). Forensic Sci Int 2008; 177: 238-247.

[96] Skoda SR, Skoda SR, Pornkulwat S, Foster JE. Random amplified polymorphic DNA markers for discriminating *Cochliomyia hominivorax* from *C. macellaria* (Diptera: Calliphoridae). Bull Entomol Res 2002; 92: 89-96.

[97] Byrne AL, Camann MA, Cyr TL, Catts EP, Espelie KE. Forensic implications of biochemical differences among geographic populations of the black blow fly, *Phormia regina* (Meigen). J Forensic Sci 1995; 40: 372-377.

[98] Roux O, Gers C, Legal L. Ontogenetic study of three Calliphoridae of forensic importance through cuticular hydrocarbon analysis. Med Vet Entomol 2008; 22: 309-317.

[99] Adair TW, Kondratieff BC. Three species of insects collected from an adult human corpse above 3300 m in elevation: a review of a case from Colorado. J Forensic Sci 2006; 51: 1164-1165.

[100] Adair TW. *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) collected from a human corpse above 3,400 m in elevation. J Forensic Sci 2008; 53: 1212-1213.

[101] Nabity PD, Higley LG, Heng-Moss TM. Effects of temperature on development of *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae) and use of developmental data in determining time intervals in forensic entomology. J Med Entomol 2006; 43: 1276-1286.

[102] Anderson GS. Forensic entomology. In: James SH, Nordby JJ (eds.), Forensic science: an introduction to scientific and investigative techniques, 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press; 2005: 135-166.

[103] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Boonchu N, Chaiwong T, Ngern-Klun R, Sripakdee D, Vogtsberger RC, Olson JK. Antennal sensilla of some forensically important flies in families Calliphoridae, Sarcophagidae and Muscidae. Micron 2004; 35: 671-679.

[104] Early M, Goff ML. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O'ahu, Hawaiian Islands, USA. J Med Entomol 1986; 23: 520-531.

[105] Catts EP. Problems in estimating the postmortem interval in death investigations. J Agri Entomol 1992; 9: 245-255.

[106] Tarone AM, Foran DR. Generalized additive models and *Lucilia sericata* growth: assessing confidence intervals and error rates in forensic entomology. J Forensic Sci 2008; 53: 942-948.

[107] Clarkson CA, Hobischak NR, Anderson GS. A comparison of the developmental rate of *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy) raised under constant and fluctuating temperature regimes. J Can Soc Forensic Sci 2004; 37: 95-101.

[108] Grassberger M, Reiter C. Effect of temperature on *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) development with special reference to the isomegalen- and isomorphen-diagram. Forensic Sci Int 2001; 120: 32-36.

[109] Dadour IR, Cook DF, Fissioli JN, Bailey WJ. Forensic entomology: application, education and research in Western Australia. Forensic Sci Int 2001; 120: 48-52.

[110] Richards CS, Crous KL, Villet MH. Models of development for blowfly sister species *Chrysomya chloropyga* and *Chrysomya putoria*. Med Vet Entomol 2009; 23: 56-61.

[111] Wells JD, Lamotte LR. Estimating the postmortem interval. In: Byrd JH, Castner JL (eds.), Forensic entomology: The utility of arthropods in legal investigations, 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press; 2010: 367-388.

[112] Wallman JF. Winged evidence: forensic identification of blowflies. Aus J Forensic Sci 2002; 34: 73-79.

[113] Turner B, Howard T. Metabolic heat generation in dipteran larval aggregations: a consideration for forensic entomology. Med Vet Entomol 1992; 6: 179-181.

[114] Tabor KL, Fell RD, Brewster CC, Pelzer K, Behonick GS. Effects of antemortem ingestion of ethanol on insect successional patterns and development of *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae). J Med Entomol 2005; 42: 481-489.

[115] Reibe S, Madea B. How prompty do blowflies colonise fresh carcasses? A study comparing indoor with outdoor locations. Forensic Sci Int 2010; 195: 52-57.

[116] Greenberg B. Nocturnal oviposition behavior of blow flies (Diptera: Calliphoridae). J Med Entomol 1990; 27: 807-810.

[117] Singh D, Bharti M. Further observations on the nocturnal oviposition behaviour of blow flies (Diptera: Calliphoridae). Forensic Sci Int 2001; 120: 124-126.

[118] Zurawski KN, Benbow ME, Miller JR, Merritt RW. Examination of nocturnal blow fly (Diptera: Calliphoridae) oviposition on pig carcasses in mid-Michigan. J Med Entomol 2009; 46: 671-679.

[119] Amendt J, Zehner R, Reckel F. The nocturnal oviposition behavior of blowflies (Diptera: Calliphoridae) in Central Europe and its forensic implications. Forensic Sci Int 2008; 175: 61-64.

[120] Pritam HM, Jayaprakash PT. Nocturnal oviposition behavior of necrophagous dipterans in Kelantan, Malaysia. J Forensic Sci 2009; 54: 1135-1140.

[121] Goff ML, Omori AI, Gunatilake K. Estimation of postmortem interval by arthropod succession. Three case studies from the Hawaiian Islands. Am J Forensic Med Pathol 1988; 9: 220-225.

[122] Goff ML, Odom CB. Forensic entomology in the Hawaiian Islands. Three case studies. Am J Forensic Med Pathol 1987; 8: 45-50.

[123] Introna F, Campobasso CP, Di Fazio A. Three case studies in forensic entomology from southern Italy. J Forensic Sci 1998; 43: 210-214.

[124] Benecke M, Lessig R. Child neglect and forensic entomology. Forensic Sci Int 2001; 120: 155-159.

[125] Williams H. A model for the aging of fly larvae in forensic entomology. Forensic Sci Int 1984; 25: 191-199.

[126] Kintz P, Tracqui A, Mangin P. Toxicology and fly larvae on a putrefied cadaver. J Forensic Sci Soc 1990; 30: 243-246.

[127] Campobasso CP, Gherardi M, Caligara M, Sironi L, Introna F. Drug analysis in blowfly larvae and in human tissues: a comparative study. Int J Legal Med 2004; 118: 210-214.

[128] Kharbouche H, Augsburger M, Cherix D, Sporkert F, Giroud C, Wyss C, Champod C, Mangin P. Codeine accumulation and elimination in larvae, pupae, and imago of the blowfly *Lucilia sericata* and effects on its development. Int J Legal Med 2008; 122: 205-211.

[129] Gunn JA, Shelley C, Lewis SW, Toop T, Archer M. The determination of morphine in the larvae of *Calliphora stygia* using flow injection analysis and HPLC with chemiluminescence detection. J Anal Toxicol 2006; 30: 519-523.

[130] Bourel B, Hedouin V, Martin-Bouyer L, Becart A, Tournel G, Deveaux M, Gosset D. Effects of morphine in decomposing bodies on the development of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). J Forensic Sci 1999; 44: 354-358.

[131] Wood M, Laloup M, Pien K, Samyn N, Morris M, Maes RA, de Bruijn EA, Maes V, De BG. Development of a rapid and sensitive method for the quantitation of benzodiazepines in *Calliphora vicina* larvae and puparia by LC-MS-MS. J Anal Toxicol 2003; 27: 505-512.

[132] Rumiza Abd R, Osman K, Mohd Iswadi I, Raja Muhammad Z, Rogaya Abu H. Determination of malathion levels and the effect of malathion on the growth of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) in malathion-exposed rat carcass. Trop Biomed 2008; 25: 184-190.

[133] Liu X, Shi Y, Wang H, Zhang R. Determination of malathion levels and its effect on the development of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) in south China. Forensic Sci Int 2009; 192: 14-18.

[134] Amendt J, Campobasso CP, Gaudry E, Reiter C, Leblanc HN, Hall JR. Best practice in forensic entomology-standards and guidelines. Int J Legal Med 2007; 121: 90-104.

[135] Byrd JH, Lord WD, Wallace JR, Tomberlin JK. Collection of entomological evidence during legal investigations. In: Byrd JH, Castner JL (eds.), Forensic entomology: The utility of arthropods in legal investigations, 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press; 2010: 127-175.

[136] VanLaerhoven SL. Blind validation of postmortem interval estimates using developmental rates of blow flies. Forensic Sci Int 2008; 180: 76-80.

[137] Anderson GS. The use of insects to determine time of decapitation: a case-study from British Columbia. J Forensic Sci 1997; 42: 947-950.

[138] Pujol-Luz JR, Marques H, Ururahy-Rodrigues A, Rafael JA, Santana FH, Arantes LC, Constantino R. A forensic entomology case from the Amazon rain forest of Brazil. J Forensic Sci 2006; 51: 1151-1153.

[139] Schroeder H, Klotzbach H, Puschel K. Insects' colonization of human corpses in warm and cold season. Leg Med (Tokyo) 2003; 5 Suppl 1: S372-S374.

[140] Vanin S, Tasinato P, Ducolin G, Teranova C, Zancaner S, Montisci M, Ferrara SD, Turchetto M. Use of *Lucilia* species for forensic investigations in Southern Europe. Forensic Sci Int 2008; 177: 37-41.

[141] Starkeby M. Dead larvae of *Cynomya mortuorum* (L.) (Diptera, Calliphoridae) as indicators of the post-mortem interval--a case history from Norway. Forensic Sci Int 2001; 120: 77-78.

[142] Arnaldos MI, Garcia MD, Romera E, Presa JJ, Luna A. Estimation of postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. Forensic Sci Int 2005; 149: 57-65.

[143] Lee HL, Krishnasamy M, Abdullah AG, Jeffery J. Review of forensically important entomological specimens in the period of 1972-2002. Trop Biomed 2004; 21: 69-75.

[144] Cheong WH, Mahadevan S, Inder SK. Three species of fly maggots found on a corpse. Southeast Asian J Trop Med Public Health 1973; 4: 281.

[145] Pai CY, Jien MC, Li LH, Cheng YY, Yang CH. Application of forensic entomology to postmortem interval determination of a burned human corpse: a homicide case report from southern Taiwan. J Formos Med Assoc 2007; 106: 792-798.

[146] Eberhardt TL, Elliot DA. A preliminary investigation of insect colonization and succession on remains in New Zealand. Forensic Sci Int 2008; 176: 217-223.

[147] Salleh AFM, Marwi MA, Jeffery J, Hamid NAA, Zuha RM, Omar B. Review of forensic entomology cases from Kuala Lumpur hospital and hospital Universiti Kebangsaan Malaysia, 2002. J Trop Med Parasitol 2007; 30: 51-54.

[148] Anderson GS. Wildlife forensic entomology: determining time of death in two illegally killed black bear cubs. J Forensic Sci 1999; 44: 856-859.

[149] Saigusa K, Takamiya M, Aoki Y. Species identification of the forensically important flies in Iwate prefecture, Japan based on mitochondrial cytochrome oxidase gene subunit I (COI) sequences. Leg Med (Tokyo) 2005; 7: 175-178.

[150] Grassman DM, Crow RM. Standardization model for describing the extent of burn injury to human remains. J Forensic Sci 1996; 41: 152-154.

[151] Sukontason KL, Sukontason K, Piangjai S, Choochote W, Vogtsberger RC, Olson JK. Scanning electron microscopy of the third-instar *Piophila casei* (Diptera: Piophilidae), a fly species of forensic importance. J Med Entomol 2001; 38: 756-759.

[152] Nazni WA, Jeffery J, Sa'diyah I, Noorjuliana WM, Chen CD, Rohayu SA, Hafizam AH, Lee HL. First report of maggots of family Piophilidae recovered from human cadavers in Malaysia. Trop Biomed 2008; 25: 173-175.

[153] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S. Scanning electron microscopy of third-instar sarcophagid (Diptera: Sarcophagidae) recovered from a mummified human corpse in Thailand. Rev Inst Med Trop Sao Paulo 2003; 45: 95-98.

[154] Bohart GE, Gressitt JL. Filth-inhabiting flies of Guam. Bull Bernice P Bishop Mus 1951; 204: 1-151.

[155] O'Flynn MA. Notes on the biology of *Chrysomya nigripes* Aubertin (Diptera: Calliphoridae). J Aust Entomol Soc 1983; 22: 341-342.

[156] Schroeder H, Klotzbach H, Oesterhelweg L, Puschel K. Larder beetles (Coleoptera, Dermestidae) as an accelerating factor for decomposition of a human corpse. Forensic Sci Int 2002; 27: 231-236.

[157] Nolte KB, Pinder RD, Lord WD. Insect larvae used to detect cocaine poisoning in a decomposed body. J Forensic Sci 1992; 37: 1179-1185.

8

การควบคุมจำนวนประชากร

คม สุคนธสรรพ์

ภาพโดย... คม สุคนธสรรพ์

การควบคุมจำนวนประชากร

การป้องกันแมลงวันหัวเขียวไม่ให้เข้ามายังแหล่งที่อยู่อาศัยของมนุษย์	341
การทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวันหัวเขียว	342
การทำลายตัวอ่อนและตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว	345
การทำลายตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวโดยไม่ใช้สารเคมี	346
การทำลายตัวอ่อนและตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว โดยใช้สารฆ่าแมลง	351
การควบคุมปริมาณแมลงวันหัวเขียวโดยใช้สารสกัดจากพืช	356
การควบคุมทางชีวภาพ	357
สรุป	358
เอกสารอ้างอิง	358

แมลงวันหัวเขียวสามารถนำเชื้อโรคหลายชนิดมาสู่มนุษย์ ทำให้เกิดความรำคาญ และก่อให้เกิดโรคหนอนแมลงวัน (ดังที่ได้กล่าวแล้วในบทที่ 6) เพื่อป้องกันและแก้ปัญหาที่เกิดจากแมลงวันหัวเขียว จำเป็นต้องหามาตรการควบคุม (control) จำนวนประชากรแมลงวันหัวเขียวในชุมชน ให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อมนุษย์หรือสัตว์ ซึ่งมาตรการการควบคุม จำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางชีววิทยา แหล่งเพาะพันธุ์ แหล่งเกาะพัก อุปนิสัยของแมลงวันหัวเขียว

การควบคุมระยะสั้น ใช้ในกรณีที่มีการเพิ่มจำนวนอย่างมากของแมลงวันจนเกิดผลเสียต่อชุมชน เช่น เกิดโรคระบาด การควบคุมในระยะนี้นิยมใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงวันหัวเขียว ส่วนการควบคุมในระยะยาว ใช้มาตรการทางสุขาภิบาลและสุขวิทยาเป็นหลัก[1] วิธีการควบคุมแมลงวันหัวเขียวให้มีประสิทธิภาพมีความแตกต่างกันตามลักษณะพื้นที่ ตั้งแต่วิธีที่ง่าย ใช้อาศัยอุปกรณ์น้อยชิ้น จนถึงวิธีที่มีความซับซ้อน หรืออาจใช้หลายวิธีร่วมกัน[2] ซึ่งวิธีการควบคุมที่ได้ผลแน่นอนและยั่งยืน จำเป็นต้องจัดการแมลงโดยใช้หลายวิธีร่วมกัน (integrated pest management) โดยมุ่งเน้นไปใน 3 วิธีการหลักคือ

- การป้องกันแมลงวันหัวเขียวไม่ให้เข้ามายังแหล่งที่อยู่อาศัยของมนุษย์
- การทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวันหัวเขียว
- การทำลายตัวอ่อนและตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว

การป้องกันแมลงวันหัวเขียวไม่ให้เข้ามายังแหล่งอาศัยของมนุษย์

การป้องกันการเข้ามาของแมลงวันหัวเขียว สู่ที่อยู่อาศัยของมนุษย์และสัตว์เลี้ยง เป็นวิธีหนึ่งที่ป้องกันไม่ให้เกิดการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างแมลงวันหัวเขียวกับมนุษย์และสัตว์เลี้ยง ทำให้แมลงวันหัวเขียวไม่สามารถนำเชื้อโรคมาสู่มนุษย์และสัตว์เลี้ยงได้ วิธีที่ใช้ส่วนมากเป็นวิธีที่ใช้มานานเช่น การติดมุ้งลวดที่ประตูและหน้าต่าง ถือเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการป้องกันไม่ให้แมลงวันหัวเขียวเข้ามาในตัวอาคาร[1] หรือคอกเลี้ยงสัตว์ แต่การติดมุ้งลวดทำให้การถ่ายเทอากาศในอาคารไม่ดีและทำให้ห้องมืด ดังนั้นมุ้งลวดที่ใช้ป้องกันแมลงวันหัวเขียวอาจใช้มุ้งลวดที่มีตารางถี่ไม่มากนัก โดยมีความละเอียดประมาณ 10 เส้นต่อความกว้าง 1 นิ้ว แตกต่างจากมุ้งลวดป้องกันยุง ที่ต้องมีตารางถี่มากกว่าคือประมาณ 18 เส้นต่อความกว้าง 1 นิ้ว นอกจาก

นี้การติดม่านลม การติดม่านประตูที่ทำจากเชือกและลูกปัดบริเวณประตูอาคารสามารถป้องกันหรือลดปริมาณแมลงวันหัวเขียว ที่จะเข้าสู่ตัวอาคารทางประตูได้[3] วิธีการนี้จึงเหมาะสำหรับอาคารที่มีคนเข้าออกบ่อย

การทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวันหัวเขียว

แหล่งเพาะพันธุ์แมลงวันหัวเขียวในชุมชน ส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของคนในท้องถิ่นเอง อาจเกิดจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ขาดความรู้ หรือองค์กรส่วนท้องถิ่นที่มีงบประมาณน้อย หรือมีวิสัยทัศน์ที่ไม่กว้างไกล แหล่งเพาะพันธุ์แมลงวันหัวเขียวที่สำคัญในชุมชน คือกองขยะที่สามารถย่อยสลายได้ และมีความเป็นพิษไม่มาก เนื่องจากแมลงวันหัวเขียวต้องการใช้กองขยะเป็นแหล่งอาหารของตัวอ่อน ถ้าไม่มีระบบการจัดการขยะที่ดี ร่วมกับการทิ้งขยะไม่เป็นที่ จึงทำให้พบกองขยะได้ทุกสถานที่ เช่น ตลาดสด โรงแรม ร้านอาหาร โรงเรียน โรงฆ่าสัตว์ ที่ว่างข้างถนน ในวัด โรงพยาบาล ขยะที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวันหัวเขียวมีแหล่งที่มาสำคัญได้แก่

1) ขยะจากครัวเรือน

2) ขยะจากเกษตรกรรมและปศุสัตว์

3) ขยะจากอุตสาหกรรมและสถานประกอบการขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ เช่น โรงพยาบาล โรงเรียน ตลาด และร้านอาหาร

การทำลายบริเวณที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงวันหัวเขียว นอกจากเป็นการลดปริมาณแมลงวันหัวเขียวในชุมชนแล้ว ยังเป็นการป้องกันการอพยพของแมลงวันหัวเขียวจากแหล่งอื่นเข้ามาอยู่ในบริเวณดังกล่าวด้วย การจัดการขยะที่อาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงวันหัวเขียวจากแหล่งต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

1) ขยะจากครัวเรือน

สำหรับราชอาณาจักรไทยในปัจจุบัน ยังขาดการจัดการคัดแยกชนิดขยะจากครัวเรือน ทำให้ขยะมีการปนกันระหว่างขยะที่ย่อยสลายหรือเน่าเปื่อยได้ กับขยะที่ไม่ย่อยสลาย รวมทั้งการเก็บขยะที่ขาดประสิทธิภาพเพียงพอ ทั้งปัญหาจากการขาดงบประมาณและกำลังคน ทำให้ขยะเหลือและเป็นปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมืองใหญ่ที่ขาดทิศทางในการพัฒนา

การกำจัดขยะในราชอาณาจักรไทยส่วนใหญ่ยังใช้วิธีการฝังกลบ (landfill) แม้ว่าเป็นวิธีที่มีต้นทุนต่ำกว่าวิธีการกำจัดแบบอื่น แต่ก็ยังต้องใช้งบประมาณในการจัดการ การสร้างหลุมฝังกลบขยะที่ถูกสุขลักษณะ (sanitary landfill) จำเป็นต้องเป็นหลุมขนาดใหญ่ตั้งอยู่ในที่ห่างจากชุมชน พื้นหลุมต้องปูด้วยวัสดุป้องกันการซึมของน้ำที่มาจากขยะ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำจากขยะซึมลงสู่น้ำใต้ดิน ซึ่งจะมีผลให้น้ำใต้ดินในบริเวณใกล้เคียงมีการปนเปื้อน และไม่สามารถนำไปใช้งานได้ พื้นบ่อจำเป็นต้องมีทางระบายน้ำเสียที่มาจากขยะ เพื่อนำไปกำจัดด้วยวิธีที่เหมาะสมต่อไป ขั้นตอนการถ่ายเทขยะก็เช่นกัน คือเมื่อนำขยะมาทิ้งต้องทิ้งที่ขอบบ่อทางทิศเหนือลมก่อนหลัง จากนั้นจะมีการกลบขยะทุกวันโดยดินที่กลบต้องมีความหนาอย่างน้อย 0.6 เมตรและต้องมีมุมลาดชันอย่างมากที่สุดคือ 30 องศา[3] อย่างไรก็ตาม การกำจัดขยะด้วยการฝังกลบอาจมีปัญหาเกิดขึ้นได้ ทั้งจากอุทกภัยหรือเกิดการประท้วงจากผู้คนที่อยู่รอบบ่อขยะ ทำให้ปริมาณขยะตกค้างในชุมชนจำนวนมาก และส่งผลต่อการเพิ่มจำนวนของแมลงวันหัวเขียวอย่างรวดเร็ว

นอกจากการกำจัดขยะจากชุมชนด้วยการฝังกลบ ซึ่งเป็นวิธีที่มีต้นทุนต่ำแล้ว ในบางชุมชน เช่นในภาคเหนือ มีการกำจัดขยะโดยการเผาในเตาเผา ซึ่งถ้าหากไม่มีเตาเผาที่สามารถกำจัดมลพิษที่ออกมาพร้อมกับควันไฟได้ วิธีการเผาสามารถก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศในชุมชน ดังนั้นการกำจัดขยะที่เป็นระบบและยั่งยืนเป็นสิ่งที่จำเป็น เช่น การคัดแยกขยะจากครัวเรือน การนำขยะส่วนที่ย่อยสลายได้ไปทำปุ๋ยหมัก การสร้างเตาเผาที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และการนำขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ได้กลับมาใช้อีกครั้ง

ขยะจากครัวเรือนอีกชนิดหนึ่ง ที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวันหัวเขียวคืออุจจาระของมนุษย์ การแก้ปัญหาที่เกิดจากอุจจาระของมนุษย์ทำได้โดยการขับถ่ายอุจจาระลงในส้วมที่ถูกสุขลักษณะ กล่าวคือ ส้วมต้องมีถังเก็บอุจจาระอย่างมิดชิด แมลงวันหัวเขียวไม่สามารถเข้าไปตอมอุจจาระในถังเก็บได้ และไม่มีทางเชื่อมระหว่างถังเก็บอุจจาระกับทางระบายน้ำ หรือแหล่งน้ำตามธรรมชาติ การกำจัดอุจจาระของมนุษย์ต้องทำอย่างถูกต้อง โดยใช้ถังเก็บอุจจาระที่มีจุลินทรีย์ย่อยสลายสิ่งปฏิกูล หรือหากใช้ถังเก็บที่ต้องมีการดูดไปกำจัด บริษัทกำจัดสิ่งปฏิกูลต้องมีสถานที่ในการกำจัดตามหลักวิชาการ หลายครั้งที่บริษัทดังกล่าวนำสิ่งปฏิกูลไปทิ้งลงตามแหล่งน้ำหรือพื้นที่ว่างเปล่า ทำให้มีการปนเปื้อนของอุจจาระ และเชื้อโรคกับแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

การปรับปรุงสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมให้ถูกสุขลักษณะ

เป็นส่วนสำคัญของการควบคุมแมลงวันหัวเขียวในระยะยาวของชุมชน หมู่บ้านและแหล่งที่อยู่ของมนุษย์และสัตว์เลี้ยง วิธีนี้ถือว่าเป็นการควบคุมประชากรแมลงวันหัวเขียวอย่างยั่งยืน โดยมีจุดประสงค์เพื่อทำลายและลดแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวันหัวเขียว หลักการสำคัญคือ ให้ความรู้แก่ชุมชนและชุมชนต้องตระหนักถึงข้อเสียของการมีสิ่งแวดล้อมที่ไม่ถูกสุขลักษณะ และประการสุดท้ายที่สำคัญคือต้องมีความร่วมมือรับผิดชอบจากชุมชน เช่น จัดทำโครงการให้ความรู้แก่สถานศึกษา โรงเรียน สถานประกอบการ ร้านค้าต่างๆ ให้ความรู้สุขศึกษาแก่ชุมชนทางสื่อ เช่น วิทยุ โทรทัศน์ ให้ความรู้ถึงการทิ้งและทำลายขยะ การป้องกันไม่ให้มีแหล่งเพาะพันธุ์แมลงวันหัวเขียว อย่างไรก็ตาม การรณรงค์ต่างๆ ต้องกระทำกันอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันมีบุคลากรทางด้านสาธารณสุข เข้าไปทำงานในชุมชนใกล้ชิดกับประชาชนมากขึ้น เช่น บุคลากรในโรงพยาบาลชุมชน เจ้าหน้าที่ในสถานีอนามัย หรืออาสาสมัครสาธารณสุข ซึ่งคนกลุ่มนี้สามารถถ่ายทอดความรู้ไปยังประชาชนในชุมชนได้ดี และช่วยในการติดตามการดำเนินการการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในชุมชนได้ นอกจากนี้ผู้นำในชุมชน เช่น พระภิกษุ ผู้นำศาสนา นายกเทศมนตรี และนายกองค์การบริหารส่วนตำบล สามารถเป็นผู้นำทางความคิดต่อประชาชน ให้มีความร่วมมือรักษาสภาพสิ่งแวดล้อมให้สะอาด ไม่ให้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงวันหัวเขียวได้

2) ขยะจากเกษตรกรรมและปศุสัตว์

ขยะจากเกษตรกรรมและปศุสัตว์ ประกอบด้วย วัชพืช กิ่งไม้ ใบไม้ ฟางข้าว และโดยเฉพาะมูลสัตว์จากฟาร์มปศุสัตว์ เช่น สุกร ไก่ โค และกระบือ ซึ่งก่อปัญหาทั้งกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงวันหัวเขียว มูลสัตว์เหล่านี้ต้องมีการกำจัดอย่างถูกวิธี เช่น นำไปใช้ประโยชน์โดยการนำไปทำปุ๋ยหมัก นำมูลสุกรไปเข้าบ่อหมักเพื่อทำแก๊สชีวภาพใช้ในการหุงต้มประกอบอาหาร หรือใช้เพื่อให้ความอบอุ่นแก่ลูกสุกร ในบางแห่งอาจนำมูลสัตว์ไปเลี้ยงปลา นอกจากจะกำจัดมูลสัตว์แล้ว ยังลดต้นทุนค่าไฟฟ้าในการให้ความอบอุ่นแก่ลูกสุกร และลดค่าอาหารเลี้ยงปลาด้วย รวมถึงการดูแลทำความสะอาดคอกเลี้ยงสัตว์เป็นประจำ

3) ขยะจากอุตสาหกรรม สถานประกอบการขนาดกลางถึงขนาดใหญ่

แม้ว่าราชอาณาจักรไทยมีกฎหมายควบคุม การกำจัดขยะจากโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการ แต่เนื่องจากการกำจัดขยะกลุ่มนี้ทำให้บริษัทสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง ประกอบกับเจ้าหน้าที่ผู้บังคับใช้กฎหมายละเลย จึงมักมีการฝ่าฝืนและแอบทิ้งขยะลงในที่สาธารณะ ขยะกลุ่มที่สามารถเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงวันหัวเขียวได้ เป็นขยะที่ย่อยสลายได้ และมีความเป็นพิษต่ำ ในทางวิชาการการจัดการขยะกลุ่มนี้จำเป็นต้องแยกขยะกลุ่มนี้ออกมาก่อน และดำเนินการกำจัดอย่างถูกวิธีต่อไปเช่นเดียวกับขยะจากครัวเรือนและภาคเกษตรกรรม ส่วนขยะอุตสาหกรรมที่เป็นพิษ แม้ว่ามีผลต่อการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวันหัวเขียวไม่มาก แต่ต้องมีวิธีการกำจัดเฉพาะเพื่อป้องกันการปนเปื้อนและทำลายสิ่งแวดล้อม

บางกรณีขยะจากอุตสาหกรรมและสถานประกอบการ ทำให้สัตว์และพืชที่อยู่ในธรรมชาติตาย เช่น ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมทำให้น้ำเสียและปลาตาย ซึ่งปลาที่ตายลอยในน้ำเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ที่ดีของแมลงวันหัวเขียว หรือน้ำเสียจากร้านอาหารที่มีเศษอาหารปนอยู่ เมื่อถูกระบายออกจากร้านและไปขังในที่ลุ่มทำให้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวันหัวเขียวได้เช่นกัน การแก้ปัญหาขยะจากอุตสาหกรรมและสถานประกอบการขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ จำเป็นต้องมีการบริหารจัดการที่เป็นระบบ การเอาใจใส่ของเจ้าหน้าที่ที่ต้องควบคุมสถานประกอบการเหล่านี้ให้มีการกำจัดขยะให้ถูกต้องตามกฎหมาย

การทำลายตัวอ่อนและตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว

การทำลายตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว เป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ เนื่องจากแมลงวันหัวเขียวมีความสามารถในการวางไข่จำนวนมาก และเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วหากมีแหล่งเพาะพันธุ์ที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามการทำลายตัวเต็มวัยยังมีความจำเป็นในกรณีที่มีประชากรแมลงวันหัวเขียวในท้องที่จำนวนมาก และถือว่าเป็นวิธีหนึ่งในการจัดการแมลงโดยใช้หลายวิธีร่วมกัน การทำลายตัวอ่อนเป็นอีกแนวทางที่มีผู้ทำการศึกษา เช่น การควบคุมทางชีวภาพ เป็นต้น อย่างไรก็ตามการทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการทำลายตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียว การทำลายตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงวันหัวเขียวสามารถแบ่งออกเป็น

1) การทำลายตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวโดยไม่ใช้สารเคมี (non-chemical control)

2) การทำลายตัวอ่อนและตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวโดยใช้สารฆ่าแมลง (insecticidal control)

3) การควบคุมปริมาณแมลงวันหัวเขียวโดยใช้สารสกัดจากพืช (herb extract control)

4) การควบคุมทางชีวภาพ (biological control)

1) การทำลายตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวโดยไม่ใช้สารเคมี

การทำลายตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวโดยไม่ใช้สารเคมี สามารถทำได้[1] โดยวิธีใดวิธีหนึ่ง หรือการใช้หลายวิธีร่วมกัน (รูปที่ 8.1, 8.2, 8.3A,B) ดังนี้

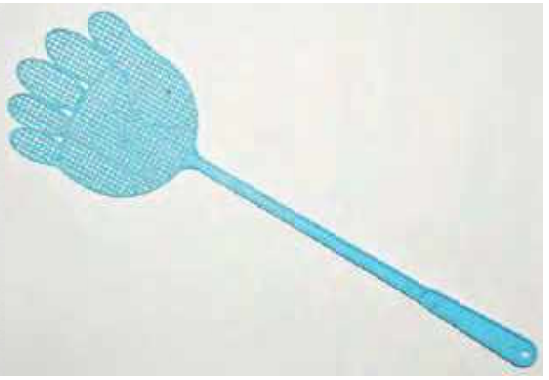
❖ การจับแมลงวันด้วยกาวเหนียว

การใช้กาวเหนียวเป็นวิธีการที่ง่ายและไม่ซับซ้อน วิธีการคล้ายกับกาวดักหนู คือ ใช้เหยื่อล่อซึ่งอาจเป็นเศษอาหารวางไว้ตรงกลางแผ่นกาวเหนียว ในบางครั้งอาจใช้แสงเหนือม่วง (ultraviolet light) เป็นตัวล่อ เมื่อแมลงวันหัวเขียวบินเข้าหาเหยื่อหรือแสงไฟ แมลงวันหัวเขียวอาจบินชนบริเวณที่มีกาวเหนียว หรือบินลงบริเวณกาวเหนียวข้างเหยื่อ ทำให้ตัวแมลงวันหัวเขียวติดกับกาวดัก จากนั้นสามารถนำแผ่นกาวเหนียวดังกล่าวไปกำจัดทิ้งได้ ในราชอาณาจักรไทยมีการผลิตกาวเหนียวสำหรับชุบติดกับก้านไม้เพื่อเป็นกับดักแมลงวันหัวเขียว (รูปที่ 8.1)

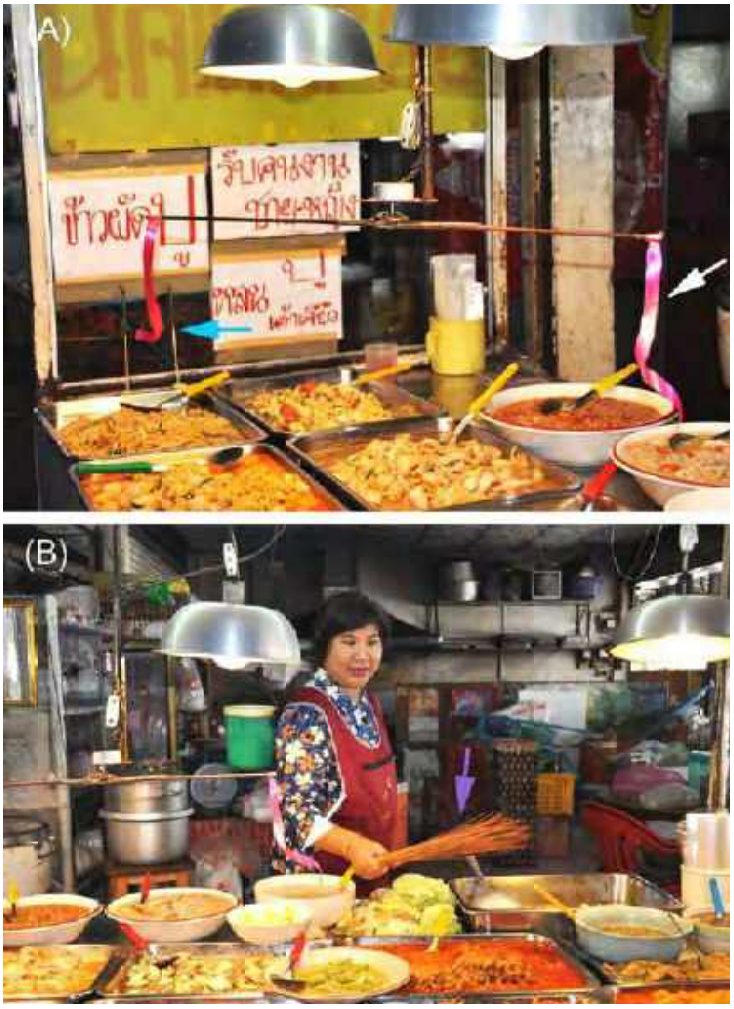
❖ การใช้ไม้ตีแมลงวัน

วิธีนี้เป็นวิธีเก่าแก่ เป็นการกำจัดตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว ที่หลุดเข้ามาภายในอาคาร หรือเมื่อมีแมลงวันจำนวนไม่มาก แต่ไม่เหมาะสำหรับการกำจัดแมลงวันหัวเขียวที่มีจำนวนมาก ไม้ตีแมลงวันผลิตจากพลาสติก (รูปที่ 8.2) หรือเป็นหัตถกรรมพื้นบ้านที่ทำจากไม้ไผ่สาน ทำจากมัดก้านใบมะพร้าว (รูปที่ 8.3B) การตีแมลงวันหัวเขียวด้วยกระดาษม้วนได้ผลไม่ดีนัก เนื่องจากกระดาษม้วนมีขนาดใหญ่และมีสีที่เห็นได้ชัดเจน ทำให้แมลงวันหัวเขียวรู้ว่ามีภัยมาใกล้ตัวและบินหนีได้ก่อนเมื่อพบแมลงวันหัวเขียว ผู้ใช้ใช้ไม้ตีที่ตัวแมลงวันโดยตรง

รูปที่ 8.1 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงกาวเหนียว ใช้เพื่อเป็นกับดักแมลงวัน (A) ผลิตภัณฑ์กาวเหนียวสำเร็จรูป (B) การใช้กาวเหนียวเพื่อดักจับแมลงวัน *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*



รูปที่ 8.2 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงไม้ตีแมลงวันที่ทำจากพลาสติก *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*



รูปที่ 8.3 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงการใช้หลายวิธีร่วมกันในการดักจับ ไล่หรือทำลายตัวเต็มวัยแมลงวัน (A) การใช้ริบบิ้นผูกติดกับมอเตอร์ไฟฟ้า (ลูกศรสีขาว) เพื่อไล่ตัวเต็มวัยแมลงวัน ลูกศรสีฟ้าแสดงการใช้กาวเหนียว (B) การใช้ไม้ตีแมลงวัน (ลูกศรสีม่วง) เพื่อไล่หรือตีแมลงวัน ลูกศรสีขาวแสดงริบบิ้นผูกติดกับมอเตอร์ไฟฟ้า *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

❖ การใช้กรงดัก

การใช้กรงดักมีประโยชน์ทั้งในด้านการควบคุมจำนวนแมลงวันหัวเขียว และเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการศึกษาวิจัยทางนิเวศวิทยาของแมลงวันหัวเขียว ซึ่งรวมถึงการศึกษาภาคสนาม ในแง่การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรในแต่ละฤดูกาล การกระจายตัวของชนิดแมลงวันหัวเขียวในพื้นที่และการเฝ้าระวังจำนวนประชากร ซึ่งข้อมูลดังกล่าว จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการวางแผนควบคุมจำนวนประชากรแมลงวันหัวเขียวได้[4]

ในอดีต การใช้กรงดักแมลงวันหัวเขียวเพื่อควบคุมจำนวนประชากรแมลงวันหัวเขียว[4] เช่น การศึกษาของ Mackerras และคณะ[5] ในปี พ.ศ. 2473 โดยใช้กรงดักที่มีเหยื่อล่อเพื่อลดจำนวนประชากรของแมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* ที่ก่อให้เกิดโรคหนอนแมลงวันที่ผิวหนังแกะ แต่ในการศึกษาครั้งนั้นสรุปว่าการใช้กรงดักยังให้ผลไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ เนื่องจากกรงดักมีราคาแพงแต่มีประสิทธิภาพต่ำ ต้องมีการเปลี่ยนเหยื่อที่ใช้บ่อย รวมถึงการที่ต้องบำรุงรักษากรงดัก แต่ต่อมาเมื่อมีการปรับปรุงประสิทธิภาพของกรงให้ดีขึ้น ปรับปรุงคุณภาพของเหยื่อที่ใช้ ทำให้ค่าใช้จ่ายลดลง จุดเด่นของกรงดักคือไม่มีการใช้สารฆ่าแมลง ทำให้ลดค่าใช้จ่ายของการใช้สารฆ่าแมลง[6] และปลอดภัยต่อทั้งผู้ใช้ ปศุสัตว์ และผู้บริโภค ทำให้กรงดักถูกนำมาใช้อย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

มีผู้ทำการศึกษากรงดักแมลงวันโดยออกแบบเป็นรูปต่างๆ หลายแบบ กรงดักที่ทางองค์การอนามัยโลกได้เสนอไว้เป็นกรงดักแมลงวันบ้าน แต่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับแมลงวันหัวเขียวได้คือ กรงดักที่ทำจากมุ้งลวด ตัวกรงเป็นรูปกล่องสี่เหลี่ยมมีความกว้างและความยาวด้านละ 30 เซนติเมตร และสูง 45 เซนติเมตร ส่วนบนสุดสามารถเปิดปิดได้เพื่อนำแมลงวันที่อยู่ในกรงออกไปกำจัด ฐานกรงดักทำด้วยมุ้งลวด แต่ให้นูนเข้าไปภายในกรงดักคล้ายปิระมิด โดยมีความสูง 15 เซนติเมตร ส่วนยอดเป็นช่องเปิดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร เพื่อให้แมลงวันลอดเข้าไปภายในกรงดัก ใต้กรงดักจะมีถังเหยื่อขนาดความจุ 18 ลิตร โดยส่วนบนของถังเหยื่อจะปิดไว้ด้วยแผ่นไม้ที่เจาะรูเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร เพื่อให้แมลงวันที่บินมาตอมเหยื่อบินขึ้นไปยังกรงดัก พื้นที่ระหว่างกรงดักและถังเหยื่อมีช่องขนาด 0.5 เซนติเมตรเพื่อให้แมลงวันบินจากภายนอกกรงดักเข้ามาสู่เหยื่อล่อ[3] นอกจากนี้ยังมีกรงดักที่ทำจากวัสดุอื่นๆ หรือจากเศษวัสดุเหลือใช้ เช่น กรงดักประดิษฐ์จากขวดน้ำ เป็นต้น ส่วนกรงดักที่ภาควิชาปรสิตวิทยาได้เคยนำมาใช้เป็น

กรงดักที่ทำคล้ายขององค์การอนามัยโลก แต่ไม่มีถังบรรจุเหยื่อ แต่ใช้ถาดใส่เหยื่อล่อวางไว้ใต้กรง (รูปที่ 8.4)

รูปที่ 8.4 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอลแสดงกรงดักตัวเต็มวัยแมลงวัน *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

การตั้งกรงดักแมลงวันหัวเขียว ควรวางไว้ในบริเวณที่มีแมลงวันหัวเขียวจำนวนมาก เช่น นอกบ้านหรือคอกสัตว์ ปัจจัยทางกายภาพหลายประการที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของกรงดักแมลงวันหัวเขียว ได้แก่

- อุณหภูมิ มีผลโดยตรงต่อการดักแมลงวันหัวเขียว และพฤติกรรมการบินของแมลงวัน ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิมากกว่า 26.7 องศาเซลเซียส (80 องศาฟาเรนไฮต์) ควรวางกรงดักไว้ในบริเวณที่มีร่มเงา ในทางตรงกันข้ามถ้าอุณหภูมิลดลงจะทำให้แมลงวันหัวเขียวบินน้อยลง จึงควรวางไว้ในบริเวณที่อุ่นขึ้น เช่น พื้นที่ที่มีแสงแดดส่องถึง
- ความสูงจากพื้นของกรงดัก กรงดักไม่ควรวางอยู่สูงเกินไป โดยควรวางไว้ต่ำกว่า 60 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน
- กระแสลม ในบริเวณที่มีลมพัดแรง มีผลต่อการบินของแมลงวันหัวเขียว เนื่องจากไม่สามารถบินต้านกระแสลมที่แรงได้ การดักจับแมลงโดยมีกรงดักที่ต้นลมแรง จึงมีประสิทธิภาพน้อย จึงควรวางในที่ที่มีลมพัดอ่อนๆ

เมื่อกรงดักมีแมลงวันหัวเขียวจำนวนมากหรือวางทิ้งไว้นาน 1 ถึง 4 สัปดาห์ ควรเอาแมลงวันในกรงดักออกและเปลี่ยนเหยื่อใหม่ แมลงวันหัวเขียวที่ตายแล้วไม่ควรทิ้งไว้บนพื้นดินเพราะจะกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ใหม่ได้

❖ **การใช้ลวดไฟฟ้า**

เครื่องมือดังกล่าวเป็นเครื่องมือที่หลายบริษัทผลิตขึ้นมาขาย เป็นการใช้แสงเหนือม่วงล่อให้แมลงวันหัวเขียวบินเข้ามาหาเครื่อง แต่ทางผ่านก่อนถึงหลอดแสงเหนือม่วง ได้ทำการติดตั้งลวดไฟฟ้า แมลงวันหัวเขียวจะถูกกระแสไฟฟ้าในลวดดูดและตาย ในปัจจุบันมีการใช้เครื่องมือนี้ในพื้นที่ปิดและต้องการควบคุมปริมาณแมลงวันหัวเขียวและแมลงชนิดอื่น เช่น ในห้างสรรพสินค้า ร้านอาหาร โรงงานอุตสาหกรรมผลิตอาหาร

2) การทำลายตัวอ่อนและตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวโดยใช้สารฆ่าแมลง

มีสารฆ่าแมลงหลายกลุ่มที่ถูกนำมาใช้ในการควบคุมแมลงวันหัวเขียว ได้แก่

• ออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphorous compounds): สารเคมีกลุ่มนี้มีส่วนประกอบของฟอสฟอรัส ใช้ในการควบคุมแมลงวันหัวเขียวโดยเฉพาะอย่างยิ่งระยะตัวอ่อน ตัวอย่างสารเคมี ได้แก่ diazinon, coumaphos และ malathion[7]

• ไพรีทรอยด์ (pyrethroids): มีต้นกำเนิดจากหลายแหล่ง เช่นจากดอกไม้ชื่อ *Chrysanthemum* ซึ่งมีสาร pyrethrin ซึ่งเป็นพิษต่อปรสิตและแมลง ตัวอย่างสารเคมี ได้แก่ cypermethrin[8]

• สารหยุดยั้งการเจริญเติบโต (insect growth regulator): ใช้เพื่อป้องกันการเจริญในระยะต่างๆ ในวัฏจักรชีวิตของแมลง เช่น ยับยั้งการเจริญของไข่ไปเป็นตัวอ่อน หรือยับยั้งการเจริญของตัวอ่อนไปเป็นดักแด้ กลไกการออกฤทธิ์ยังไม่ทราบแน่ชัด แต่สันนิษฐานว่า สารกลุ่มนี้ไปยับยั้งการสร้าง cuticle ซึ่งเป็นส่วนภายนอกสุดที่แข็งที่สุดของร่างกายแมลง ตัวอย่างสารเคมี ได้แก่ diflubenzuron, cyromazine และ methoprene[7]

ส่วนสารออร์กาโนคลอรีน (organochlorine compounds) ที่เคยใช้อย่างแพร่หลายตั้งแต่ปี พ.ศ. 2491 แต่ต่อมาได้ถูกหยุดการใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2501 เนื่องจากมีพิษตกค้างสูง และแมลงวันหัวเขียวมีความต้านทานต่อสารเคมี[7]

การใช้สารฆ่าแมลงเพื่อฆ่าแมลงวันหัวเขียวอย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องทราบคุณสมบัติของประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ต่อแมลงวันหัวเขียวในสถานที่นั้นๆ เพื่อป้องกันปัญหาการต้านสารฆ่าแมลง (insecticide resistance) ที่จะตามมา เนื่องจากแมลงวันหัวเขียวมีการพัฒนาตัวเองให้สามารถคงทนต่อสารฆ่า

แมลงในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งหมายถึงต้องใช้สารฆ่าแมลงจำนวนมากขึ้นเพื่อฆ่าแมลงวันหัวเขียวให้ตาย เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของสารฆ่าแมลงที่ใช้สำหรับการฆ่าแมลงวันหัวเขียวที่ไวต่อสารฆ่าแมลงนั้น ภายใต้สภาวะเดียวกัน

การใช้สารฆ่าแมลงในพื้นที่ ไม่สามารถฆ่าแมลงวันหัวเขียวได้ทั้งหมด แต่มีบางตัวที่สามารถรอดชีวิต โดยอาจมีสาเหตุจาก

• แมลงวันหัวเขียวตัวนั้น มีขบวนการกำจัดสารพิษในร่างกาย โดยการเปลี่ยนสารฆ่าแมลงที่เป็นพิษ ให้เป็นสารที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกายของแมลงได้

• ระบบประสาทของแมลงวันหัวเขียวมีความไวต่อสารฆ่าแมลงลดลง

• ปัจจัยทางพันธุกรรม ส่งผลให้มีการต้านสารฆ่าแมลง[2] การศึกษาในแมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* พบว่าแมลงวันที่ต้านต่อสารฆ่าแมลงมีการทำงานของเอนไซม์ carboxylesterase ลดลง แมลงวันกลุ่มนี้มีการกลายพันธุ์ที่ esterase isozyme (E3) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงที่ตำแหน่ง 137 โดยเปลี่ยนกรดอะมิโนจาก glycine เป็น aspartate มีผลต่อการนำเข้าของโมเลกุลน้ำในขบวนการไฮโดรไลซิสของเอนไซม์[9] นอกจากนี้ยังมีรายงานการกลายพันธุ์บางจุดใน Ace ยีน ที่ควบคุมเอนไซม์ acetylcholinesterase เอนไซม์นี้เป็นเป้าหมายของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต[10]

เมื่อมีการใช้สารฆ่าแมลงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้แมลงวันหัวเขียวมีการปรับตัวในรุ่นต่อไป จนในที่สุดทำให้สารฆ่าแมลงมีประสิทธิภาพลดลง หรือจนไม่สามารถทำให้แมลงวันหัวเขียวตายได้ ส่งผลให้การควบคุมจำนวนแมลงวันล้มเหลวในที่สุด อย่างไรก็ตามยังคงมีปัจจัยอื่นนอกจาก “การต้านสารฆ่าแมลง” ที่ทำให้การใช้สารฆ่าแมลงไม่ได้ผลหรือมีประสิทธิภาพลดลง ปัจจัยดังกล่าวได้แก่ การมีแหล่งเพาะพันธุ์ที่เพิ่มมากขึ้นจนผิดปกติ การมีแมลงวันหัวเขียวจำนวนมากเข้ามาในบริเวณพื้นที่ สูตรหรือชนิดของสารฆ่าแมลงที่ใช้ไม่มีประสิทธิภาพ หรือบริเวณที่ใช้สารฆ่าแมลงมีอุณหภูมิสูงมากเกินไป[2]

การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงต่อแมลงวันหัวเขียว ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในแมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* ซึ่งมีความสำคัญในปศุสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปออสเตรเลีย[10-13] ส่วนการศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในแมลงวันหัวเขียวชนิดอื่นมีรายงานไว้ไม่มากนัก Mihara และ Kurahashi[14] รายงานถึงแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ที่อาศัยอยู่บริเวณชุมชนมี

ความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงมากกว่าที่อาศัยอยู่ในเขตป่า ส่วนการศึกษาในราชอาณาจักรไทยมีน้อยมาก เท่าที่ค้นพบจากรายงาน ได้แก่ การศึกษาของผู้นิพนธ์และคณะ เมื่อปี พ.ศ. 2548 โดยศึกษาแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* จากบริเวณต่างๆ ของจังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ สายพันธุ์ที่เลี้ยงไว้ในห้องปฏิบัติการ แมลงวันหัวเขียวที่เก็บตัวอย่างจากตลาดเมืองใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ แมลงวันหัวเขียวที่เก็บตัวอย่างจากป่าละเมาะใกล้สวนสัตว์เชียงใหม่ แมลงวันหัวเขียวที่เก็บตัวอย่างจากพื้นที่เกษตรกรรมบริเวณอำเภอหางดง และพื้นที่เกษตรกรรม อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่ายังคงมีความไวต่อสารฆ่าแมลง permethrin โดยมี LD_{50} (Lethal Dose) คือ 0.0028, 0.0027, 0.0034, 0.0024 และ 0.0007 ไมโครกรัมต่อแมลงวัน 1 ตัวตามลำดับ นอกจากนี้แมลงวันหัวเขียวที่เก็บตัวอย่างจากแหล่งดังกล่าวยังคงมีความไวต่อ deltamethrin โดยมี LD_{50} คือ 0.0461, 0.0267, 0.0244, 0.1327 และ 0.1151 ไมโครกรัมต่อแมลงวัน 1 ตัว ตามลำดับ[15]

การใช้สารเคมีฆ่าแมลงวันหัวเขียวมีหลายวิธีได้แก่

❖ สารเคมีฆ่าตัวอ่อน

การใช้สารเคมีฆ่าตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว สามารถทำได้โดยการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงไปยังแหล่งที่คิดว่าเป็นแหล่งเพาะพันธุ์โดยตรง เช่น กองขยะ สารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวอ่อน[1;7;16] ได้แก่

- ออร์กาโนฟอสเฟต ได้แก่ diazinon และ coumaphos
- ไพรีทรอยด์ ได้แก่ cypermethrin
- สารหยุดยั้งการเจริญเติบโต ได้แก่ diflubenzuron[17], cyromazine, triflumuron[18] และ dicyclanil[19]

ปัจจุบันยังมีปัญหาในการใช้สารเคมีฆ่าตัวอ่อน เนื่องจากต้องใช้สารปริมาณมาก (0.05 ถึง 5 ลิตรต่อตารางเมตร) ในการฉีดพ่นเพื่อให้สารฆ่าแมลงมีขนาดละอองน้ำยาขนาดใหญ่พอที่จะครอบคลุมพื้นผิวแหล่งเพาะพันธุ์และซึมลงดินได้ลึก 10 ถึง 15 เซนติเมตรเพื่อให้ถึงตัวอ่อน[1] อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีข้อดีคือ เป็นการกำจัดแมลงวันหัวเขียวตั้งแต่ระยะตัวอ่อนและมีค่าใช้จ่ายที่ไม่สูงมาก[2]

❖ การพ่นสารฆ่าแมลงชนิดตกค้างบนแหล่งเกาะพักของตัวเต็มวัย

วิธีการนี้เป็นการพ่นสารฆ่าแมลง ลงบนบริเวณที่คาดว่าตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวต้องมาเกาะพัก เช่น ตามผนังบ้าน สารฆ่าแมลงจะเกาะติดกับพื้นผิวหลังจากการพ่นและยังคงมีฤทธิ์ฆ่าแมลงได้ประมาณหลายสัปดาห์จนถึงสองเดือน เมื่อแมลงวันหัวเขียวมาเกาะบริเวณดังกล่าว สารเคมีจะถูกดูดซึมเข้าสู่ปลายขาของแมลงวัน และทำให้แมลงวันที่ได้รับสารเสียชีวิต วิธีการพ่นสารฆ่าแมลงที่มีฤทธิ์ตกค้างควรใช้กรณีจำเป็นเท่านั้น เช่น มีแมลงวันหัวเขียวจำนวนมากหรือมีโรคระบาดที่มีแมลงวันหัวเขียวเป็นพาหะ

ระยะเวลาที่สารฆ่าแมลงชนิดตกค้าง มีผลในการฆ่าตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น

- สูตรสารฆ่าแมลงที่ใช้ สารที่เป็นผงละลายน้ำได้ดีอาจออกฤทธิ์ได้ดีกว่าสารที่ละลายในน้ำมันหรือเป็นสารแขวนลอย
- ลักษณะของพื้นผิว หากพ่นบนพื้นผิวที่สามารถดูดซับสารได้มากเกินไปหรือพื้นผิวที่มันวาวทำให้สารไม่สามารถเกาะได้ ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงลดลง
- อุณหภูมิและความชื้น เมื่ออุณหภูมิหรือความชื้นของบรรยากาศสูงขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงลดลง
- การถูกแสงแดด สารที่อยู่กลางแดดจัดมีประสิทธิภาพสั้นกว่าสารที่อยู่ในร่ม
- ความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในประชากรแมลงวันหัวเขียว ในบางพื้นที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณการใช้สารฆ่าแมลงสูง แมลงวันมีการพัฒนาการดื้อต่อสารฆ่าแมลง ดังนั้นการตรวจสอบความต้านทานของประชากรแมลงวันหัวเขียวในพื้นที่ควรทำเป็นระยะๆ นอกจากนี้ระดับของการควบคุมประชากรแมลงวันหัวเขียวขึ้นอยู่กับอัตราการเข้ามาใหม่ของแมลงวันหัวเขียวกลุ่มใหม่ในพื้นที่ด้วย[2] ข้อดีของวิธีนี้คือ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในบรรดาวิธีที่ต้องใช้สารฆ่าแมลง เพราะได้ผลทันทีและได้ผลระยะยาว ส่วนผลเสียคือ การประเมินผลตกค้างทำได้ยาก นอกจากนี้สารประเภทออร์กาโนฟอสเฟตอาจมีประสิทธิภาพดีในพื้นที่หนึ่ง แต่ไม่ได้ผลในอีกพื้นที่หนึ่งได้ และในบางพื้นที่อาจมีแมลงที่มีความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงอย่างรวดเร็ว ปัญหาใหญ่และต้องให้ความระวัง คือ พิษตกค้างของการให้สารเคมีโดยวิธีนี้มีได้สูงเมื่อเทียบกับการใช้สารฆ่าแมลงวิธีอื่น[2] มีข้อเสนอแนะสำหรับการควบคุม

แมลงวันบ้านโดยการใช้เชือกชุบสารฆ่าแมลง จากนั้นนำไปแขวนไว้ในอาคารที่มีแมลงวันบ้าน เช่น โรงฆ่าสัตว์ หรือตลาดสด เมื่อแมลงวันบ้านมาเกาะพักบนเส้นเชือก สารฆ่าแมลงจะถูกดูดซึมเข้าสู่ตัวของแมลงวันบ้าน[3] วิธีการดังกล่าวนี้น่าจะได้ผลกับแมลงวันหัวเขียวด้วยเช่นกัน ผู้นิพนธ์มีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า วิธีการพ่นสารตกค้างเพื่อฆ่าแมลงวัน ไม่น่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมในการลดจำนวนแมลงวันหัวเขียว เนื่องจากแมลงวันหัวเขียวมีแหล่งเกาะพักได้หลายที่ ต่างจากยุงก้นปล่องที่หลังจากดูดกินเลือดมนุษย์แล้ว ต้องเกาะพักบริเวณผนังบ้าน ดังนั้นการพ่นสารฆ่าแมลงที่มีฤทธิ์ตกค้างต้องพ่นในหลายจุด ทำให้สิ้นเปลืองสารฆ่าแมลงมาก มนุษย์และสัตว์เลี้ยงมีโอกาสสัมผัสสารฆ่าแมลงได้มาก

❖ การใช้สารฆ่าแมลงฉีดพ่นแมลงวันหัวเขียวโดยตรง

วิธีการใช้สารฆ่าแมลงฉีดพ่นแมลงวันหัวเขียวโดยตรง เพื่อควบคุมแมลงวันเป็นมาตรการที่จำเป็นในกรณีที่มีจำนวนแมลงวันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หรือมีการแพร่ระบาดของโรคที่นำโดยแมลงวันหัวเขียว เนื่องจากเป็นวิธีที่ให้ผลรวดเร็วและสามารถกำจัดประชากรแมลงวันได้จำนวนมาก ซึ่งอาจใช้ได้ทั้งในบ้าน อาคาร นอกบ้าน หรือกลุ่มแมลงวันหัวเขียวที่รวมตัวอยู่[2] ผู้นิพนธ์เห็นว่าวิธีนี้เหมาะกับบริเวณที่แมลงวันเกาะพักเป็นกลุ่มเช่น บริเวณคอกปศุสัตว์ แต่ไม่สามารถนำมาใช้ในกรณีต้อง การควบคุมแมลงวันหัวเขียวในชุมชนที่มีแมลงวันไม่มาก

❖ การดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวโดยใช้เหยื่อพิษ (toxic bait)

เหยื่อพิษประกอบด้วยเหยื่อที่ใช้ล่อแมลง เช่น น้ำตาลผสมกับสารฆ่าแมลง เหยื่อพิษในอดีตใช้นมหรือสารละลายน้ำตาลผสมกับสารพิษเช่น sodium arsenite หรือ formaldehyde แต่ในปัจจุบันมีการผสมเหยื่อกับสารฆ่าแมลง เช่น ใช้น้ำตาลหรือสารละลายน้ำตาลร้อยละ 10 ผสมกับทราย และผสมสารฆ่าแมลงร้อยละ 0.1 ถึงร้อยละ 2 ลงไปด้วย เพื่อใช้เป็นเหยื่อล่อแมลงวันหัวเขียว ข้อดีของวิธีนี้คือ สามารถใช้เหยื่อได้หลายประเภท สามารถเลือกใช้เหยื่อราคาถูกได้ และใช้ง่าย ให้ผลดีในพื้นที่ที่มีประชากรแมลงวันหัวเขียวไม่มากนัก การวางเหยื่อล่อให้กระจายในพื้นที่สามารถลดจำนวนประชากรแมลงวันหัวเขียวได้ ภายใน 2 ถึง 3 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามวิธีนี้ต้องทำบ่อยครั้ง (1 ถึง 6 ครั้งต่อสัปดาห์) เพื่อทำให้การควบคุมได้ผล การใช้วิธีนี้ถึงแม้ทำให้แมลงวันหัวเขียวเกิดการต้านสารฆ่าแมลงได้ แต่การต้านเกิดขึ้นน้อย

กว่าการฉีดพ่นตามแหล่งเกาะพัก ส่วนผลเสียคือ ต้องทำบ่อยครั้ง และกระจายตามจุดต่างๆ ในพื้นที่ และอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อเด็กหรือสัตว์เลี้ยงที่ได้รับสารละลายนี้เข้าไป ดังนั้นการวางเหยื่อพิษต้องวางในที่เด็กไม่สามารถเอื้อมถึงและสัตว์เลี้ยงไม่สามารถสัมผัสได้[2]

3) การควบคุมปริมาณแมลงวันหัวเขียวโดยใช้สารสกัดจากพืช

ยังไม่มีการใช้สารสกัดจากพืชในการควบคุมแมลงวันหัวเขียวอย่างจริงจัง แต่พบการทดลองหลายการทดลอง เกี่ยวกับผลของสารสกัดจากพืชต่อแมลงวันหัวเขียว มีรายงานการศึกษาสารสกัดที่ได้จากพืชหลายชนิด เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการทำลายหรือควบคุมแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เช่น การใช้ mineral turpentine และ low aromatic white spirits จากพืช *Cassia alata* พบว่ามีผลฆ่าตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียวได้ในหลอดทดลอง[20] ผู้นิพนธ์และคณะทำการศึกษาผลของยูคาลิปตอล (1,8-cineole) ในการฆ่าตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เมื่อทดสอบด้วยวิธีหยดสารที่อก พบว่ายูคาลิปตอลสามารถฆ่าตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวได้โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 197 และ 221 ไมโครกรัมต่อแมลงวันเพศผู้และเพศเมียตามลำดับ[21] นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาสะเดาสกัด (neem extract) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 50 พบว่าผลในการขับไล่ตัวเต็มวัยร้อยละ 96.5 ซึ่งให้ผลขับไล่ที่ดีกว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 และ 25 เนื่องจากในสารละลายสะเดาสกัดประกอบด้วยสารต่างๆ ที่ระเหยได้มากกว่า 7 ชนิด เมื่อนำสะเดาสกัดไปวิเคราะห์โดยวิธี gas chromatography-mass spectrometry พบสารต่างๆ ในจำนวนนี้มีสาร butanediol ที่คาดว่าอาจมีฤทธิ์ในการขับไล่แมลงวันหัวเขียว[22] นอกจากนี้สะเดาสกัด มีผลต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวและแมลงวันบ้าน แม้ว่าผลในการฆ่าตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวมีได้ในระดับต่ำและปานกลาง แต่มีผลทำให้แมลงวันตายในช่วงดักแด้[23]

มีการศึกษาสารสกัดจาก New Zealand clubmoss (*Lycopodium varium)* ที่เก็บจากเกาะแคมพ์เบลล์ พบสารอัลคาลอยด์ huperzine A ที่ออกฤทธิ์ต้านการกินอาหารของแมลงและออกฤทธิ์เป็นสารฆ่าแมลง เมื่อนำมาทดสอบกับแมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* พบว่ามีค่า LD_{50} 2,380 ppm[24]

4) การควบคุมทางชีวภาพ

เป็นการใช้สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งเพื่อควบคุมสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง สำหรับแมลงวันบ้านมีรายงานในการควบคุมทั้งระยะไข่ ตัวอ่อน ดักแด้และตัวเต็มวัย[1] อย่างไรก็ตามการควบคุมทางชีวภาพของแมลงวันหัวเขียวมีรายงานน้อยมาก มีการศึกษาการใช้ตัวเบียนในอันดับ Hymenoptera (*Spalangia endius, Spalangia cameroni, Spalangia gemina*[25], *Brachymeria podagrica, Nasonia vitripennis* และ *Tachinaephagus zealandicus*[26;27]) ทำลายดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala*

การศึกษาการใช้ตัวเบียนในการควบคุมแมลงวันหัวเขียว ในสภาพธรรมชาติในสาธารณรัฐเกาหลี พบว่าตัวเบียน *Spalangia nigroaenea* และ *Pachycrepoideus vindemiae* ทำลายดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* และ *Lucilia sericata*[28] การศึกษาในเครือรัฐออสเตรเลียพบว่าตัวเบียน *Spalangia muscidarum* สามารถทำลายดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Ceylonomyia nigripes*[29] ส่วนนักวิจัยในมาเลเซีย สำรวจพบโดยบังเอิญขณะทำการวิจัยในสภาพธรรมชาติว่า แมงมุมสกุล *Oxyopes* (วงศ์ Oxyopidae) สามารถฆ่าตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* โดยจับแมลงวันไว้ด้วยเขี้ยว (chelicerae) และปล่อยพิษเข้าไป[30] อีกรายงานหนึ่งจากสภาพธรรมชาติของมาเลเซียพบว่า ตัวเบียน *Exoristobia philippinensis* (วงศ์ Encyrtidae) และตัวอ่อนของแมลงวัน *Hydrotaea spinigera* (วงศ์ Muscidae) สามารถทำลายดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Achoetandrus rufifacies* ได้[31]

นอกจากการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างผู้ล่ากับเหยื่อและตัวเบียนแล้ว เทคโนโลยีการทำหมันของแมลงยังถูกนำมาใช้ ในสาธารณรัฐสังคมนิยมประชาชนอาหรับลิเบีย (Libya) โดยทำให้ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Cochliomyia hominivorax* เพศผู้เป็นหมัน แล้วปล่อยออกสู่ธรรมชาติ (sterile insect technique)[32] ในนิวซีแลนด์มีการวิจัยเพื่อสร้างเพศผู้ที่เป็นหมันของแมลงวันหัวเขียว *Lucilia cuprina* โดยวิธีแปลงพันธุ์ เพื่อนำไปปล่อยสู่ธรรมชาติในอนาคต[33]

สรุป

การควบคุมปริมาณแมลงวันหัวเขียวที่ดีที่สุดคือ การทำลายแหล่งที่เพาะพันธุ์โดยการจัดการขยะให้ถูกวิธี การขับถ่ายให้ถูกสุขลักษณะและการกำจัดสิ่งปฏิกูลจากปศุสัตว์ การใช้กรงดักอาจมีส่วนควบคุมจำนวนแมลงวันหัวเขียวที่เข้ามาใกล้แหล่งที่อยู่อาศัย กรงดักแมลงวันในปัจจุบันแม้ว่าจะได้ผล แต่ควรมีการพัฒนาทั้งในส่วนของเหยื่อล่อที่มีประสิทธิภาพ ราคาถูก และใช้ได้นาน ส่วนในกรณีที่มีแมลงวันหัวเขียวเพิ่มจำนวนมากอาจจำเป็นต้องใช้สารฆ่าแมลง เพื่อให้กำจัดและลดจำนวนประชากรในขั้นต้นก่อน

เอกสารอ้างอิง

[1] WHO. Vector control series. The housefly. Training and information guide. Geneva: WHO; 1986.

[2] WHO. Vector control series. The housefly. Intermediate level, training and information guide. Geneva: WHO; 1991.

[3] WHO. Vector control. Methods for use by individuals and communities. Geneva: WHO; 1997.

[4] Hall MJ. Trapping the flies that cause myiasis: their responses to host-stimuli. Ann Trop Med Parasitol 1995; 89: 333-357.

[5] Mackerras IM, Fuller ME, Austin KM, Lefroy EHB. Sheep blowfly investigations. The effect of trapping on the incidence of strike in sheep. J Council Sci Indus Res 1936; 9: 153-162.

[6] Strong L, Wall R. The chemical control of livestock parasites: problem and alternatives. Parasitology Today 1990; 6: 291-296.

[7] Tellam RL, Bowles VM. Control of blowfly strike in sheep: current strategies and future prospects. Int J Parasitol 1997; 27: 261-273.

[8] Sales N, Shivas M, Levot G. Toxicological and oviposition suppression responses of field populations of the Australian sheep blowfly, *Lucilia cuprina* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) to the pyrethroid cypermethrin. Aust J Entomol 1996; 35: 285-288.

[9] Newcomb RD, Campbell PM, Ollis DL, Cheah E, Russell RJ, Oakeshott JG. A single amino acid substitution converts a carboxylesterase to an organophosphorous hydrolase and confers insecticide resistance on a blowfly. Proc Natl Acad Sci USA 1997; 94: 7464-7468.

[10] Chen Z, Newcomb RD, Forbes E, McKenzie J, Batterham P. The acetylcholinesterase gene and organophosphorous resistance in the Australian sheep blowfly, *Lucilia cuprina*. Insect Biochem Mol Biol 2001; 31: 805-816.

[11] Kotze AC, Sales N, Barchia IM. Diflubenzuron tolerance associated with monooxygenase activity in field strain larvae of the Australian sheep blowfly (Diptera:Calliphoridae). J Econ Entomol 1997; 90: 15-20.

[12] Scott M, Diwell K, McKenzie J. Dieldrin resistance in *Lucilia cuprina* (the Australian sheep blowfly): chance, selection and response. Heredity 2000; 84: 599-604.

[13] Freebairn K, Yen JL, McKenzie J. Environmental and genetic effects on the asymmetry phenotype: diazinon resistance in the Australian sheep blowfly, *Lucilia cuprina*. Genetics 1996; 144: 229-239.

[14] Mihara M, Kurahashi H. Base-line susceptibility of the oriental latrine fly, *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae), to five insectides. Med Vet Entomol 1991; 5: 51-54.

[15] Sukontason K, Chaiwong T, Tayutivutikul J, Somboon P, Choochote W, Piangjai S, Sukontason KL. Susceptibility of *Musca domestica* and *Chrysomya megacephala* to Permethrin and deltamethrin in Thailand. J Med Entomol 2005; 42: 812-814.

[16] Service MW. Medical entomology for students, 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press; 2000.

[17] Hughes PB, Levot GW. Simulation of fly-waves to assess the ability of diflubenzuron to protect sheep against flystrike by *Lucilia cuprina*. Vet Parasitol 1987; 24: 275-284.

[18] Smith KE, Wall R. Effects of targets imprenated with the chitin synthesis inhibitor triflumuron on the blowfly *Lucilia sericata*. Entomol Exp Appl 1998; 87: 85-92.

[19] Nottingham RM, Hosking BC, Schmid HR, Strehlau G, Junquera P. Prevention of blowfly strike on coarse and fine woolled sheep with the insect growth regulator dicyclanil. Aust Vet J 2001; 79: 51-57.

[20] Kumarasinghe SP, Karunaweera ND, Ihalamulla RL, Arambewela LS, Dissanayake RD. Larvicidal effects of mineral turpentine, low aromatic white spirits, aqueous extracts of *Cassia alata*, and aqueous extracts, ethanolic extracts and essential oil of betel leaf (*Piper betle*) on *Chrysomya megacephala.* Int J Dermatol 2002; 41: 877-880.

[21] Sukontason KL, Boonchu N, Sukontason K, Choochote W. Effects of eucalyptol on house fly (Diptera: Muscidae) and blow fly (Diptera: Calliphoridae). Rev Inst Med Trop Sao Paulo 2004; 46: 97-101.

[22] Siriwattanarungsee S, Sukontason K, Sukontason KL, Olson JK. Repellent action of neem extract against the blowfly, *Chrysomya megacephala* (F.) (Diptera: Calliphoridae). The Joint International Tropical Medicine Meeting, 2004; Bangkok, Thailand: 248.

[23] Siriwattanarungsee S, Sukontason KL, Olson JK, Chailapakul O, Sukontason K. Efficacy of neem extract against the blowfly and housefly. Parasitol Res 2008; 103: 535-544.

[24] Ainge GD, Lorimer SD, Gerard PJ, Ruf LD. Insecticidal activity of huperzine A from the New Zealand clubmoss, *Lycopodium varium*. Agric Food Chem 2002; 50: 491-494.

[25] Sulaiman S, Omar B, Omar S, Jeffery J, Ghauth I, Busparani V. Survey of microhymenoptera (Hymenoptera: Chalcidoidea) parasitizing filth flies (Diptera: Muscidae, Calliphoridae) breeding in refuse and poultry farms in peninsular Malaysia. J Med Entomol 1990; 27: 851-855.

[26] de Carvalho AR, de Mello RP, d'Almeida JM. Microhimenopteran parasitoids of *Chrysomya megacephala* found in Brazil. Rev Saude Publica 2003; 37: 810-812.

[27] Marchiori CH. Parasitoids of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) collected in Itumbiara, Goias, Brazil. Rev Saude Publica 2004; 38: 323-325.

[28] Rueda LM, Roh PU, Ryu JL. Pupal parasitoids (Hymenoptera:Pteromalidae) of filth flies (Diptera:Muscidae, Calliphoridae) breeding in refuse and poultry and livestock manure in South Korea. J Med Entomol 1997; 34: 82-85.

[29] O'Flynn MA. Notes on the biology of *Chrysomya nigripes* Aubertin (Diptera: Calliphoridae). J Aust Entomol Soc 1983; 22: 341-342.

[30] Chin HC, Marwi MA, Jeffery J, Omar B. On the predation of fly, *Chrysomya rufifacies* (Macquart) by a spider, *Oxyopes* sp. Latreille (Oxyopidae). Trop Biomed 2008; 25: 93-95.

[31] Chin HC, Ahmad NW, Lim LH, Jeffery J, Omar B, Dhang CC, Weng LK, Sofian-Azirun M. Predation on pupa of *Chrysomya rufifacies* (Macquart) (Diptera: Calliphoridae) by parasitoid, *Exoristobia phillippinensis* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Ophyra spinigera* larva (Diptera: Muscidae). Trop Biomed 2009; 26: 369-372.

[32] Lindquist DA, Abusowa M, Hall MJ. The New World screwworm fly in Libya: a review of its introduction and eradication. Med Vet Entomol 1992; 6: 2-8.

[33] Scott MJ, Heinrich JC, Li X. Progress towards the development of a transgenic strain of the Australian sheep blowfly (*Lucilia cuprina*) suitable for a male-only sterile release program. Insect Biochem Mol Biol 2004; 34: 185-192.

9

งานวิจัยเกี่ยวกับแมลงวัน จากประสบการณ์ของผู้นิพนธ์และคณะ

คม สุคนธสรรพ์

ภาพโดย... คม สุคนธสรรพ์

งานวิจัยเกี่ยวกับแมลงวัน จากประสบการณ์ของผู้นิพนธ์และคณะ

งานประจำมาตรฐาน 364
การเลี้ยงแมลงวันในห้องปฏิบัติการ 364
การเก็บรักษาตัวอย่างแมลงวันและการสร้างป้ายข้อมูลประจำตัวแมลง 379
การวิจัยพื้นฐาน 387
การศึกษาสัณฐานวิทยาของแมลงวัน 387
การศึกษาสัณฐานวิทยาของไข่แมลงวัน 387
การศึกษาสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนแมลงวัน 393
การศึกษาสัณฐานวิทยาของดักแด้แมลงวัน 399
การศึกษาสัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัยแมลงวัน 404
การสำรวจแมลงวันภาคสนาม 407
การจับตัวเต็มวัยแมลงวันโดยใช้กรงดักแมลงวัน 407
การจับตัวเต็มวัยแมลงวันโดยใช้สวิงโฉบ 409
การวิจัยประยุกต์ 418
การทดสอบความไวของสารฆ่าแมลงต่อตัวเต็มวัยแมลงวัน 418
การศึกษาทางนิติเวชกีฏวิทยา 420
วิธีการเก็บตัวอย่างแมลงจากศพขณะชันสูตรพลิกศพ 420
การระบุชนิด 429
เอกสารอ้างอิง 449

การสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับแมลงวัน เพื่อนำประโยชน์ไปใช้ทั้งทางด้านชีววิทยา การแพทย์ การสาธารณสุข และด้านอื่นๆ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากงานวิจัยเพื่อทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ให้เกิดข้อสรุปที่เป็นที่ยอมรับ ทำให้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแมลงวันมีได้ในหลายมิติ ผู้นิพนธ์แบ่งงานวิจัยที่เกี่ยวกับแมลงวันหัวเขียวออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) งานวิจัยระดับพื้นฐาน เป็นงานวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ สำหรับอธิบายพฤติกรรมและโครงสร้างร่างกายของแมลงวัน เช่น งานวิจัยทางชีววิทยาและสรีรวิทยา งานวิจัยเกี่ยวกับการกระจายตัวในแหล่งที่อยู่ และงานวิจัยทางด้านชีวโมเลกุล

2) งานวิจัยระดับประยุกต์ เป็นงานวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ในการแก้ปัญหาด้านใดด้านหนึ่ง โดยอาศัยการวิจัยพื้นฐานร่วมด้วย เช่น การสร้างเครื่องมือในการควบคุมจำนวนประชากรแมลงวันหัวเขียว การทดสอบสารฆ่าแมลงวัน และการใช้สารสกัดจากพืชในการควบคุมประชากรแมลงวัน

ในบทนี้ผู้นิพนธ์มุ่งเน้นเฉพาะการศึกษาเกี่ยวกับแมลงวัน ที่ผู้นิพนธ์และคณะได้ทำการศึกษาและมีประสบการณ์ ทั้งการศึกษาในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม ซึ่งงานวิจัยทั้งหมดได้ดำเนินการที่ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทั้งนี้ผู้นิพนธ์ไม่ได้กล่าวถึงการศึกษาทางด้านพันธุศาสตร์และชีวโมเลกุลของแมลงวัน เนื่องจากหัวข้อดังกล่าว ทางคณะผู้นิพนธ์ไม่ได้ทำการศึกษาวิจัย นอกจากงานวิจัยเกี่ยวกับแมลงวันหัวเขียวแล้ว ผู้นิพนธ์และคณะยังได้ศึกษาแมลงวันบ้านและแมลงวันหลังลาย เทคนิควิธีวิจัยต่อไปนี้สามารถใช้ได้กับทั้งแมลงวันหัวเขียว แมลงวันบ้าน และแมลงวันหลังลาย ดังนั้นในบทนี้ผู้นิพนธ์จะใช้ศัพท์ “แมลงวัน” ซึ่งหมายรวมแมลงวันทั้งสามกลุ่ม นอกจากงานวิจัยแล้วยังมีงานประจำมาตรฐานที่ทำในห้องปฏิบัติการแมลงวัน ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ด้วย ดังนั้นผู้นิพนธ์จึงแบ่งเนื้อหาของบทนี้ออกเป็น

1) งานประจำมาตรฐาน ประกอบด้วย

1.1 การเลี้ยงแมลงวันในห้องปฏิบัติการ

1.2 การเก็บรักษาตัวอย่างแมลงวันและการสร้างป้ายข้อมูลประจำตัวแมลง

2) การวิจัยพื้นฐาน ประกอบด้วย

2.1 การศึกษาสัณฐานวิทยาของแมลงวัน

2.2 การสำรวจแมลงวันในภาคสนาม

3) การวิจัยประยุกต์ ประกอบด้วย

3.1 การทดสอบความไวของสารฆ่าแมลงต่อตัวเต็มวัยแมลงวัน

3.2 การศึกษาทางนิติเวชกีฏวิทยา

1 งานประจำมาตรฐาน

การเลี้ยงแมลงวันและการเก็บรักษาตัวอย่างแมลงวัน เป็นงานประจำของห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การเลี้ยงแมลงวันเพื่อเพิ่มจำนวนตัวอย่างสำหรับการทดลอง หรือเพื่อคงนิคมแมลงวันชนิดต่างๆ ไว้เพื่อศึกษาวิจัยในอนาคต และการเก็บตัวอย่างแมลงวันเพื่อรักษาไว้สำหรับการศึกษาในอนาคต

1.1 การเลี้ยงแมลงวันในห้องปฏิบัติการ

การศึกษาแมลงวันจำเป็นต้องใช้ตัวอย่างแมลงวันทั้งระยะไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ หรือตัวเต็มวัยในการทดลอง[1-7] แม้ว่าการเก็บตัวอย่างเหล่านี้จากธรรมชาติเพื่อนำมาทำการทดลองอาจทำได้ แต่ในบางครั้งจำนวนตัวอย่างที่ได้ไม่เพียงพอ หรือหาตัวอย่างไม่ได้ และประการสำคัญคือสายพันธุ์ของตัวอย่างที่จับได้ในธรรมชาติมีการคละกัน การเลี้ยงแมลงไว้ในห้องปฏิบัติการเป็นสิ่งจำเป็นของนักกีฏวิทยา เพื่อให้มีการเพิ่มจำนวนที่พอเพียงต่อความต้องการในการวิจัยต่างๆ เช่น ทางด้านชีววิทยา สัณฐานวิทยาและสรีรวิทยา การตรวจสอบการดื้อต่อสารฆ่าแมลง และการศึกษาด้านอื่นๆ สายพันธุ์ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการมีทั้งสายพันธุ์ที่ไวต่อสารฆ่าแมลง และสายพันธุ์ที่ดื้อต่อสารฆ่าแมลง นอกจากนี้การเลี้ยงแมลงวันยังมีประโยชน์ในงานนิติเวชกีฏวิทยาหรือการระบุชนิดของแมลงวัน ในบางครั้งการชันสูตรพลิกศพหรือการวางเหยื่อล่อในภาคสนาม พบเพียงบางระยะของแมลงวัน เช่น ไข่ ตัวอ่อนหรือดักแด้ และระยะเหล่านี้อาจมีสัณฐานวิทยาที่ไม่ชัดเจนพอสำหรับการระบุชนิดได้ว่าเป็นแมลงวันชนิดใด การนำไปเลี้ยงจนเป็นตัวเต็มวัยเพื่อดูสัณฐานวิทยาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จึงเป็นวิธีที่ใช้ในการระบุชนิดของแมลงวัน[8]

นักกีฏวิทยาสามารถเริ่มต้นการเลี้ยงแมลงวันในห้องปฏิบัติการ โดยเริ่มจากระยะต่างๆ ของแมลงวัน เช่นจากไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ หรือตัวเต็มวัย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างว่ามีเพียงพอหรือไม่ อย่างไรก็ตามจากประสบการณ์ของผู้นิพนธ์ ผู้

นิพนธ์แนะนำให้เริ่มการเลี้ยงในระยะตัวอ่อนหรือระยะตัวเต็มวัย เนื่องจากมีโอกาสประสบผลสำเร็จสูงกว่าระยะไข่และดักแด้ เพราะไข่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ทั้งจากความชื้นหรืออุณหภูมิ ทำให้อัตราการฟักตัวอาจลดลง ส่วนดักแด้ที่เก็บมาได้อาจเป็นดักแด้ที่เก่าหรือตัวแมลงที่อยู่ภายในตายไปแล้ว หรือโดนทำลายจากตัวเบียน ตัวอย่างระยะต่างๆ ของแมลงวันที่จะนำมาเลี้ยง ได้มาจาก

1) ธรรมชาติ เช่น จากตลาดสด กองขยะ หรือจากซากสัตว์ ซึ่งเป็นแหล่งที่มีจำนวนแมลงวันมาก

2) ห้องทดลองอื่น ที่มีการเลี้ยงแมลงวันชนิดหรือสายพันธุ์ที่ต้องการ เมื่อทำการติดต่อขอรับจากห้องทดลองอื่น และได้รับไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ หรือตัวเต็มวัย นักกีฏวิทยาจำเป็นต้องขยายพันธุ์ เพื่อสร้างเป็นนิคมแมลงวันใหม่ให้มีปริมาณแมลงวันมากเพียงพอสำหรับการทดลองหรือการรักษานิคมแมลงวันไว้

1.1.1 การเลี้ยงตัวอ่อน

อุปกรณ์สำหรับเลี้ยงตัวอ่อน

❖ กล่องเลี้ยงตัวอ่อนแมลงวัน

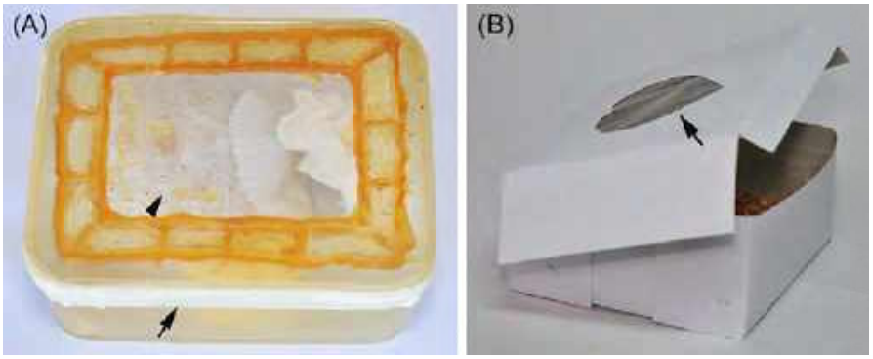
ห้องปฏิบัติการแมลงวัน ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ใช้กล่องเลี้ยงตัวอ่อนแมลงวัน 2 แบบคือ

• **กล่องพลาสติกใส** ขนาดความกว้าง 12 เซนติเมตร ความยาว 15 เซนติเมตร และความสูง 6 เซนติเมตร หรือขนาดใกล้เคียงกัน มีฝาปิดด้านบน เจาะฝากล่องเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าคิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 75 ของพื้นที่ฝากล่องและปิดบริเวณที่เจาะด้วยผ้าชนิดละเอียดที่สุด (ผ้าซิลค์สกรีน) (รูปที่ 9.1A) ทั้งนี้เพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวกและยังเป็นการป้องกันตัวอ่อนที่เลี้ยงไว้ออกมาจากกล่อง รวมทั้งป้องกันตัวเบียนเข้ามาทำลาย ภายในกล่องแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

• ส่วนเปียก คิดเป็นประมาณร้อยละ 75 ของพื้นที่กล่อง ใช้สำหรับวางอาหารของตัวอ่อน

• ส่วนแห้ง คิดเป็นประมาณร้อยละ 25 ของพื้นที่กล่อง ใช้วางกล่องบรรจุแกลบหรือขี้เลื่อยเพื่อให้ตัวอ่อนเข้าดักแด้

เมื่อวางอาหารสำหรับแมลงวัน และไข่หรือตัวอ่อนแมลงวันลงในส่วนเปียกของกล่องแล้ว ต้องปิดฝากล่อง โดยปิดทับรอยต่อของฝากล่องและตัวกล่องด้วยกระดาษกาว (รูปที่ 9.1A) เพื่อป้องกันตัวอ่อนคลานหนีออกมาและป้องกันแมลงตัวเบียนเล็ดลอดเข้าไปภายในกล่อง



รูปที่ 9.1 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงกล่องที่ใช้เลี้ยงตัวอ่อนแมลงวัน ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (A) กล่องพลาสติกใส หัวลูกศรชี้แสดงบริเวณที่ปิดด้วยผ้าชนิดละเอียดที่สุด ลูกศรชี้แสดงกระดาษกาวที่ปิดทับรอยต่อของฝากล่องและตัวกล่อง (B) กล่องกระดาษ ลูกศรชี้แสดงรอยเจาะเพื่อถ่ายเทอากาศ *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

• **กล่องกระดาษ** ขนาดกว้าง 15.2 เซนติเมตร ยาว 15.2 ซนติเมตร และ สูง 7.6 เซนติเมตร (กว้าง 6 นิ้ว ยาว 6 นิ้ว สูง 3 นิ้ว) ด้านบนเป็นช่องพลาสติกใส กล่องกระดาษแบบนี้ผลิตขึ้นสำหรับบรรจุขนมเค้กขนาด 230 กรัม (0.5 ปอนด์) ผู้นิพนธ์ทำการปิดรอยต่อทั้งหมดของกล่องด้วยกระดาษกาว และเจาะรูบริเวณช่องพลาสติกด้านบนด้วยเข็มหมุด ประมาณ 150 รู เพื่อเป็นที่ระบายอากาศ (รูปที่ 9.1B) ภายในกล่องแบ่งเป็น 2 ส่วนเช่นเดียวกับกล่องพลาสติก และใช้ถ้วยกระดาษขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร เป็นที่วางอาหารของตัวอ่อน ข้อดีของกล่องกระดาษคือ ใช้เพียงครั้งเดียว ไม่เสียเวลาในการล้างกล่อง เนื่องจากกล่องพลาสติกที่ใช้แล้ว แม้จะล้างจนสะอาด ยังมีกลิ่นเน่าของอาหารเลี้ยงตัวอ่อนติดอยู่ที่กล่อง ผลจากการเลี้ยงด้วยกล่องทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

❖ อาหารสำหรับตัวอ่อน

อาหารที่มีโปรตีนสูงหลายชนิด สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารของตัวอ่อนแมลงวันได้ เช่น ตับหมูสด[7;9] เนื้อวัวสด[10] ปริมาณอาหารที่ให้คือ 40 กรัม ต่อตัวอ่อน ไม่เกิน 150 ตัว[11] ผู้นิพนธ์ได้ทำการทดลอง โดยใช้ไข่ไก่ตุ๋นในเตาไมโครเวฟที่กำลังไฟ 800 วัตต์ นาน 4 นาที พบว่าสามารถใช้แทนตับหมูสดได้ ผู้นิพนธ์และคณะให้ไข่ตุ๋นปริมาณ 30 กรัมต่อตัวอ่อน 100 ตัว โดยพบว่าเป็นปริมาณที่เหมาะสม เนื่องจากตัวอ่อนกินอาหารจนเกือบหมด และคลานหนีออกจากอาหารเพื่อเข้าสู่ระยะดักแด้ อย่างไรก็ตามหากพบว่าอาหารของตัวอ่อนไม่เพียงพอเมื่อเลี้ยงไปได้นาน 2 ถึง 3 วัน ต้องเพิ่มปริมาณอาหารให้ตัวอ่อน ทั้งนี้เพราะตัวอ่อนแมลงวันใช้อาหารที่เลี้ยงเป็นที่อยู่อาศัยด้วย โดยที่ตัวอ่อนอาศัยอยู่ใต้ตับหมูสด หรือใต้ไข่ตุ๋น (รูปที่ 9.2) เนื่องจากบริเวณนั้นมีความชื้นพอเหมาะสำหรับตัวอ่อน ในห้องปฏิบัติการแมลงวัน ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จะวางอาหารสำหรับตัวอ่อนบนจานแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร หรือถ้วยกระดาษเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร

รูปที่ 9.2 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงกลุ่มตัวอ่อนอยู่ใต้ไข่ตุ๋นที่ใช้เป็นอาหารเลี้ยง (ลูกศรชี้) *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

❖ ตู้สำหรับเลี้ยงตัวอ่อน

จากประสบการณ์ของผู้นิพนธ์พบว่า ตัวอ่อนแมลงวันที่มีความสำคัญทางการแพทย์ของราชอาณาจักรไทย สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิห้อง ที่ไม่ได้ถูกแสงแดดส่องโดยตรง (ประมาณ 15 ถึง 30 องศาเซลเซียส) แม้ว่ามีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละวันค่อนข้างมากก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากในสภาพธรรมชาติที่แมลงวันอาศัยอยู่นั้น มีอุณหภูมิไม่คงที่ และมีความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละวันไม่เท่ากัน ตู้ที่เลี้ยงตัวอ่อนต้องมีตาข่ายตาถี่กันแมลงชนิดอื่นเข้าไปวางไข่ เนื่องจากแมลงหลายชนิด รวมถึงแมลงวันชนิดอื่นที่อยู่ในธรรมชาติอาจเข้าไปเกาะกล่องเลี้ยงตัวอ่อนและไข่บริเวณฝากล่องที่มีรูระบายอากาศ จากนั้นไข่หรือตัวอ่อนอาจหลุดเข้าไปในกล่องและเจริญในอาหารเลี้ยงตัวอ่อนได้ ทำให้แมลงตัวเต็มวัยที่ได้มีแมลงวันชนิดอื่นปนอยู่ด้วย หรือในบางกรณีแมลงตัวเบียนที่ปนเข้าไปอาจกัดกินไข่ ตัวอ่อน หรือดักแด้แมลงวันที่เลี้ยงได้ นอกจากนี้ต้องมีถาดรองน้ำรอบกล่องเลี้ยงแมลงวัน เพื่อป้องกันมดเข้าไปกินตัวอ่อนในกล่องเลี้ยงตัวอ่อนและเป็นการเพิ่มความชื้นในตู้เลี้ยงตัวอ่อน

ปัจจุบันห้องปฏิบัติการแมลงวัน ภาควิชาปรสิตวิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ใช้ตู้ที่สามารถดูดกลิ่นเพื่อกำจัดกลิ่น และต้องการให้มีอากาศพัดผ่าน แต่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

วิธีการเลี้ยงตัวอ่อน

◆ เตรียมอาหารสำหรับเลี้ยงตัวอ่อน ถ้าเป็นตับหมูสดหรือเนื้อวัวสด ให้แล่เป็นชิ้นบางๆ ขนาดประมาณ กว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร และหนา 0.5 เซนติเมตร ถ้าใช้ไข่ไก่เลี้ยง ให้ตอกไข่ไก่สด 1 ฟอง น้ำหนักประมาณ 50 กรัม ลงในถ้วยที่สามารถนำเข้าเตาไมโครเวฟได้ เช่น ถ้วยแก้วทนไฟ ถ้วยเซรามิก หรือถ้วยพลาสติกสำหรับใช้กับเตาไมโครเวฟ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 ถึง 10 เซนติเมตร จากนั้นใช้ส้อมตีไข่ขาวและไข่แดงเข้าด้วยกัน นำเข้าเตาไมโครเวฟที่กำลังไฟ 800 วัตต์ นาน 4 นาที เมื่อครบเวลาหากมีบางส่วนของไข่ยังไม่สุกสามารถเพิ่มเวลาอีกประมาณ 1 ถึง 2 นาทีได้ จากนั้นนำออกจากเตาไมโครเวฟทิ้งไข่ตุ๋นไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

◆ ใส่อาหารปริมาณ 30 ถึง 40 กรัมลงในจานแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร หรือถ้วยกระดาษขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร จำนวน 2 ชั้น

◆ ใช้พู่กันเบอร์ 4 ชุบน้ำเกลือสำหรับล้างแผลที่ปราศจากเชื้อ ความเข้มข้นร้อยละ 0.89 เขี่ยไข่หรือตัวอ่อนที่ได้รับมาจากการสำรวจ หรือจากห้องปฏิบัติการอื่น ลงบนอาหารที่เตรียมไว้ ประมาณจำนวนคือ ไข่แมลงวัน 100 ถึง 150 ฟอง หรือ ตัวอ่อน 100 ถึง 150 ตัว ต่อ อาหาร 30 ถึง 40 กรัม หากมีนิคมของตัวเต็มวัยแมลงวันที่เลี้ยงไว้แล้วและต้องการขยายพันธุ์ สามารถนำอาหารที่เตรียมไว้ วางไว้ในกรงเลี้ยงตัวเต็มวัย เพื่อให้ตัวเต็มวัยเพศเมียกินเป็นอาหารและเป็นที่วางไข่ได้

◆ ย้ายจานอาหารพร้อมอาหารและไข่หรือตัวอ่อนเข้าสู่กล่องเลี้ยงตัวอ่อน ปิดฝากล่อง และปิดทับรอยต่อทุกรอยด้วยกระดาษกาว

◆ นำไปไว้ในตู้เลี้ยงแมลงวัน

◆ สังเกตการเจริญเติบโตของตัวอ่อน โดยตัวอ่อนจะเข้าไปอาศัยอยู่ใต้อาหาร เมื่อเจริญเต็มที่จะคลานออกจากอาหารไปยังส่วนแห้งเพื่อเตรียมตัวเป็นดักแด้ หากอาหารหมดหรือเหลือน้อย ก่อนที่จะมีการเคลื่อนที่ออกจากอาหารไปยังส่วนแห้ง ต้องเปิดกล่องและเพิ่มอาหารสำหรับตัวอ่อนในจำนวนที่เพียงพอ

◆ เมื่อตัวอ่อนเข้าดักแด้ อาหารจะเกือบหมดหรือหมด เศษอาหารที่เหลือจะแห้งติดจาน ดักแด้ฝังตัวในขี้เลื่อย (รูปที่ 9.3)

รูปที่ 9.3 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงดักแด้แมลงวันหลังลาย *Sarcophaga dux* ที่อยู่ในกล่องเลี้ยง *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

เมื่อตัวอ่อนเข้าดักแด้จนหมด ให้ย้ายกล่องเลี้ยงไปยังกรงสำหรับเลี้ยงตัวเต็มวัย ซึ่งภายในจัดเตรียมอาหารและน้ำสำหรับตัวเต็มวัยไว้ จากนั้นเปิดฝากล่องและปิดกรงเลี้ยงตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยจะออกจากดักแด้และอยู่ในกรง สังเกตการออกจากดักแด้ทุกวันจนไม่มีการออกจากดักแด้แล้ว ให้เปิดกรงตัวเต็มวัยด้วยความระวังไม่ให้ตัวเต็มวัยหลุดออกมา จากนั้นนำกล่องเลี้ยงตัวอ่อนออกมา ถ้าเป็นกล่องกระดาษให้ทิ้งในถังขยะและนำไปกำจัดต่อไป ถ้าเป็นกล่องพลาสติก ผู้เลี้ยงต้องเอา

เศษอาหาร แกลบหรือขี้เลื่อยทิ้งในถังขยะ ล้างกล่องด้วยน้ำยาล้างจาน ผึ่งแดดให้แห้ง และเก็บไว้ในตู้โปร่งเพื่อเตรียมไว้ใช้ต่อไป

วิจารณ์

กล่องเลี้ยงตัวอ่อนชนิดพลาสติกและชนิดกระดาษ มีจุดเด่นและจุดด้อยแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 9.1

ตารางที่ 9.1 ข้อเปรียบเทียบการใช้กล่องสำหรับเลี้ยงตัวอ่อนแมลงวัน

	กล่องพลาสติก	กล่องกระดาษ
จุดเด่น	• สามารถนำมาใช้ได้หลายครั้ง • ไม่เปื่อยยุบตัวเมื่อถูกน้ำหรือความชื้น	• ราคาถูก ประมาณ 1.5 บาทต่อกล่อง • ใช้ครั้งเดียว ทำให้ไม่มีกลิ่นเหม็นตกค้าง และประหยัดเวลาในการล้าง • ประหยัดพื้นที่ในการเก็บรักษากล่องที่ยังไม่ได้ใช้งานเนื่องจากเป็นกระดาษที่ยังไม่ได้พับขึ้นรูปเป็นกล่อง • มากกว่าร้อยละ 90 ของกล่องเป็นวัตถุที่ย่อยสลายได้
จุดด้อย	• มีราคาแพง ประมาณ 35 บาทต่อกล่อง • ต้องปรับปรุงกล่องที่ซื้อมาโดยการตัดฝากล่องด้วยเลื่อยฉลุ ปิดส่วนฝากล่องที่เลื่อยออกด้วยผ้าซิลค์สกรีนด้วยกาวร้อน ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 25 บาทต่อกล่อง • มีกลิ่นตกค้างแม้ล้างด้วยน้ำยาล้างจาน • เมื่อเลิกใช้หรือชำรุดจะเป็นขยะที่ย่อยสลายยาก	• หากถูกน้ำหรือความชื้นจะเปื่อยได้ อาจต้องรองก้นกล่องด้านในด้วยกระดาษไขสำหรับรองขนม หรือถุงพลาสติก • ในกรณีที่อาหารไม่เพียงพอ ต้องใช้มีดกรีดกระดาษกาวเพื่อเปิดกล่องและเพิ่มอาหาร

กล่องที่ใช้เลี้ยงตัวอ่อนแมลงวันในแต่ละรายงานจากที่ต่างๆ มีลักษณะต่างกัน Gennard[8] แนะนำให้ใช้ถ้วย polystyrene ในการเลี้ยงตัวอ่อน โดยเลี้ยงในความหนาแน่น 50 ตัวอ่อนต่อ 1 ถ้วย ใช้เนื้อสัตว์เป็นอาหารสำหรับตัวอ่อน และวางถ้วยเลี้ยงตัวอ่อนไว้ในกล่องที่มีตะแกรงตาถี่ สำหรับระบายอากาศด้านบน ส่วนพื้นกล่องจะเป็นของเหลว เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวอ่อนคลานออกมา และนำทั้งหมดไปไว้ในตู้เลี้ยงตัวอ่อนที่สามารถควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ ในขณะที่ Sherman และ Wyle[12] แนะนำให้ใช้ถ้วยพลาสติกที่มีการเจาะฝาและปิดด้วยผ้า เช่นเดียวกับที่ผู้นิพนธ์ใช้ แต่ Sherman และ Wyle ไม่ได้กำหนดขนาด นอกจากนี้ยังแนะนำให้รองก้นถ้วยด้วยขี้เลื่อยความสูงประมาณครึ่งถ้วย เพื่อให้เป็นที่แห้งสำหรับให้ตัวอ่อนเข้าดักแด้ และวางทับตรงกลางขี้เลื่อยด้วยกระดาษ เพื่อเป็นที่วางตับวัวเน่าให้เป็นอาหารสำหรับตัวอ่อน วางไข่แมลงวันไว้ข้างตับเน่า เนื่องจากวิธีของ Sherman และ Wyle ใช้ตับเน่าเป็นอาหารจึงมีกลิ่นที่รุนแรง ทำให้ต้องเก็บกล่องเลี้ยงตัวอ่อนไว้ในถังขยะที่ปิดแน่น แต่ต้องนำมาเปิดวันละครั้งเพื่อเติมตับเน่าและระบายอากาศ เมื่อเปรียบเทียบกับกล่องเลี้ยงที่ผู้นิพนธ์ได้ปรับปรุงและหาวัสดุทดแทนของเดิม พบว่ากล่องกระดาษเป็นกล่องเลี้ยงที่เหมาะสมที่สุดทั้งในเรื่องของราคา การประหยัดเวลาในการเตรียมกล่อง ซึ่งไม่ต้องทำการเจาะตัดฝากล่อง นอกจากนี้ยังประหยัดเวลาและน้ำในการล้างกล่อง แม้จะมีข้อด้อยคือการสิ้นเปลืองจากกล่องกระดาษที่ใช้แล้วทิ้งก็ตาม นอกจากนี้ด้านบนของกล่องกระดาษยังมีส่วนที่เป็นพลาสติกใส ทำให้สามารถสังเกตพฤติกรรมของตัวอ่อนได้

การแบ่งพื้นที่กล่องให้เป็นส่วนแห้งและส่วนเปียกเป็นการประยุกต์ความรู้จากบทความของ Sherman และ Wyle[12] และเปลี่ยนจากขี้เลื่อยมาเป็นแกลบ ซึ่งในปัจจุบันหาขี้เลื่อยได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากโรงเลื่อยไม้มีจำนวนน้อยลงและอยู่ไกลจากห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตามหากห้องปฏิบัติการใดที่หาขี้เลื่อยหรือแกลบได้ยาก ผู้นิพนธ์แนะนำให้ใช้วัสดุอื่นที่มีความแห้งแทนได้ เช่น ฝอยกระดาษหรือทรายอบแห้ง

อาหารที่มีปริมาณโปรตีนสูง สามารถใช้เป็นอาหารของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวได้ดี ได้แก่ ตับสด[10] ตับเน่า[12] เนื้อวัว เนื้อแกะ[13] หรืออาหารสังเคราะห์[14;15] โดยที่อาหารสังเคราะห์ส่วนใหญ่มีส่วนผสมของยีสต์ นม และวุ้น แต่ในบางรายงานมีการใช้เลือดม้าร้อยละ 20 ในอาหารสังเคราะห์ด้วย[13] เมื่อสังเกตปริมาณโปรตีนของเนื้อสัตว์ที่ใช้เป็นอาหารของตัวอ่อนแมลงวันพบว่า ตับหมูสดมีปริมาณโปรตีน

ร้อยละ 21.39 ในขณะที่เนื้อวัวมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 20.64 ส่วนเนื้อแกะมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 17.84[16] แม้ว่าไข่ไก่สุกมีปริมาณโปรตีนเพียงร้อยละ 12.06[16] แต่สามารถใช้เลี้ยงตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวได้ดี ผู้นิพนธ์ไม่ประสบผลสำเร็จในการทดลองเลี้ยงตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียวด้วยเต้าหู้ เนื่องจากปริมาณโปรตีนในเต้าหู้มีประมาณร้อยละ 8 เท่านั้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Daniels และคณะในปี พ.ศ. 2534[13] ที่รายงานว่า เมื่อลดปริมาณเลือดในอาหารสังเคราะห์ให้น้อยกว่าร้อยละ 10 จะมีผลทำให้จำนวนตัวอ่อนที่เจริญเป็นดักแด้ลดลงมาก เมื่อคิดเป็นปริมาณโปรตีนในเลือดม้าซึ่งใกล้เคียงกับเลือดมนุษย์ พบว่าการเจริญของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวลดลง เมื่อมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าร้อยละ 7[17] ผู้นิพนธ์สังเคราะห์ความรู้ได้ว่าปริมาณโปรตีนในอาหารที่จะสามารถนำมาเลี้ยงตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวได้ ควรมีมากกว่าร้อยละ 10 นอกจากนี้ผู้นิพนธ์พบว่า การเลี้ยงตัวอ่อนด้วยไข่ตุ๋นมีกลิ่นเน่าน้อยมาก นอกจากนี้ไข่ไก่สดหาได้ง่ายและเก็บไว้ได้นานกว่าตับหมูสดหรือเนื้อวัวสด ไข่ไก่ตุ๋นจึงเป็นอาหารสำหรับตัวอ่อนที่ผู้นิพนธ์แนะนำให้ใช้ในห้องปฏิบัติการ โดยผู้นิพนธ์และคณะใช้ไข่ไก่ตุ๋นสำหรับเลี้ยงแมลงวันหัวเขียว แมลงวันบ้าน และแมลงวันหลังลาย และจนถึงปัจจุบันสามารถคงนิคมของแมลงวันเหล่านี้ได้นานกว่า 1 ปี

ในส่วนของตู้เลี้ยงตัวอ่อน ผู้นิพนธ์มีความคิดเห็นว่าในธรรมชาติของราชอาณาจักรไทยมีอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาของวันไม่สม่ำเสมอ ซึ่งถือได้ว่าเป็นสิ่งปกติ แมลงวันหัวเขียวหาที่วางไข่บริเวณที่แสงแดดไม่จัด เช่นบริเวณใต้ร่มไม้เพื่อไม่ให้ไข่ถูกแสงแดดโดยตรง อุณหภูมิบริเวณที่ตัวอ่อนอาศัยในธรรมชาติไม่สูงมากเหมือนกลางแสงแดด เมื่อทดลองเลี้ยงตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวในห้องปฏิบัติการที่เปิดโล่ง พบว่าสามารถเลี้ยงตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวได้ดี ทำให้ผู้นิพนธ์มีความคิดเห็นว่า ไม่มีความจำเป็นในการควบคุมอุณหภูมิสำหรับการเลี้ยงแมลงวัน ในห้องปฏิบัติการสำหรับราชอาณาจักรไทยและประเทศที่อยู่ในเขตร้อน เนื่องจากห้องเลี้ยงมีสภาพคล้ายธรรมชาติ อาจเป็นห้องเปิดโล่งหรือตู้ที่มีการดูดกลิ่นไปกำจัด ซึ่งบริเวณดังกล่าวไม่ถูกแสงแดดส่องโดยตรง อย่างไรก็ตามสิ่งที่ต้องระวังคือ ในบางช่วงของปีที่มีอุณหภูมิและความชื้นเปลี่ยนไปมาก เช่นในฤดูหนาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเหนือของราชอาณาจักรไทยที่มีอุณหภูมิช่วงเวลากลางคืนลดลงมาก อาจต้องช่วยเพิ่มอุณหภูมิด้วยการเปิดไฟในตู้เลี้ยง และคลุมบางส่วนของตู้เลี้ยงด้วยผ้าหรือพลาสติก เพื่อไม่ให้ตัวอ่อนได้รับอากาศเย็นมากเกินไป รวมทั้งควรวางถาดน้ำเพื่อ

เพิ่มความชื้นในตู้เลี้ยงตัวอ่อน เนื่องจากความชื้นในอากาศต่ำมากในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน อย่างไรก็ตามในประเทศที่มีอุณหภูมิลดต่ำมาก เช่น ในประเทศที่อยู่ในเขตอบอุ่นและเขตหนาว ยังจำเป็นต้องเลี้ยงในห้องที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้

1.1.2 การเลี้ยงตัวเต็มวัย

อุปกรณ์สำหรับเลี้ยงตัวเต็มวัย

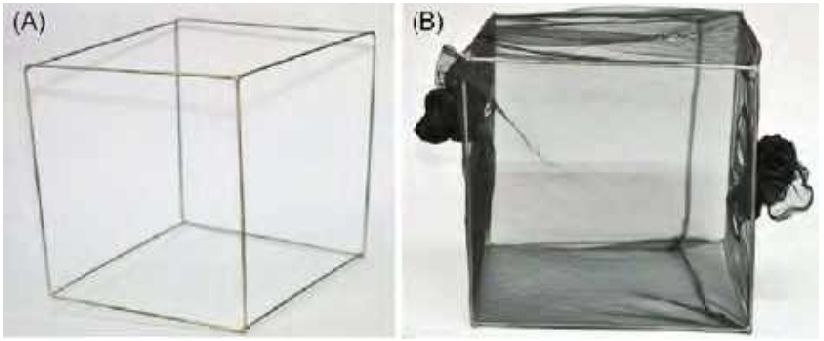
❖ กรงเลี้ยงตัวเต็มวัย

ห้องปฏิบัติการภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ใช้กรงสำหรับเลี้ยงตัวเต็มวัย ผู้นิพนธ์และคณะได้ปรับปรุงจากกรงสำหรับเลี้ยงตัวเต็มวัยยุง[18] ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

• โครงเหล็ก ทำจากเหล็กชุบกันสนิม เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เชื่อมติดกันเป็นรูปลูกบาศก์ขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ความยาว 30 เซนติเมตร และความสูง 30 เซนติเมตร (รูปที่ 9.4A)

• ถุงผ้า ทำจากผ้าตาข่ายสีดำ มีรูประมาณ 25 รูต่อตารางมิลลิเมตร ขนาดความกว้าง 30.5 เซนติเมตร ความยาว 30.5 เซนติเมตร และความสูง 60 เซนติเมตร ถุงผ้าต้องให้กว้างกว่าโครงเหล็กเล็กน้อยเพื่อให้สามารถประกอบและถอดทั้งสองส่วนเข้าด้วยกันได้ง่าย ด้านก้นของถุงผ้าทำการเจาะรูเป็นรูปวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตรไว้กลางถุง และใช้ผ้าตาข่ายชนิดเดียวกันเย็บต่อเป็นรูปกระบอกความยาว 30 เซนติเมตร ก่อนใช้ต้องบิดและขมวดกระบอกผ้า กระบอกผ้าดังกล่าวใช้เปิดเป็นทางสำหรับให้อาหาร น้ำ หรือจับแมลงวันเพื่อนำไปศึกษา ผู้นิพนธ์และคณะพบว่าสังเกตเห็นตัวเต็มวัยแมลงวันในกรงที่ทำจากผ้าตาข่ายสีดำได้ชัดเจน มากกว่ากรงที่ทำจากผ้าสีอื่น (รูปที่ 9.4B)

เมื่อต้องการใช้งานจะสวมถุงผ้าเข้ากับกรง ให้ก้นของถุงผ้าอยู่ด้านข้างด้านใดด้านหนึ่งของโครงเหล็ก ส่วนปากถุงจะม้วนมัดป้องกันไม่ให้แมลงวันหลุดออกมา วางกรงแมลงวันบนถาดรอง และเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงวันในตู้เลี้ยง ข้อดีของกรงชนิดนี้คือเมื่อใช้งานเสร็จแล้ว สามารถถอดถุงผ้าออกเพื่อนำไปซักและตากได้



รูปที่ 9.4 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงกรงเลี้ยงแมลงวันตัวเต็มวัย (A) โครงเหล็ก กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร และสูง 30 เซนติเมตร (B) ผ้าที่คลุมกรง เป็นตาข่ายสีดำ *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

❖ อาหารเลี้ยงตัวเต็มวัย

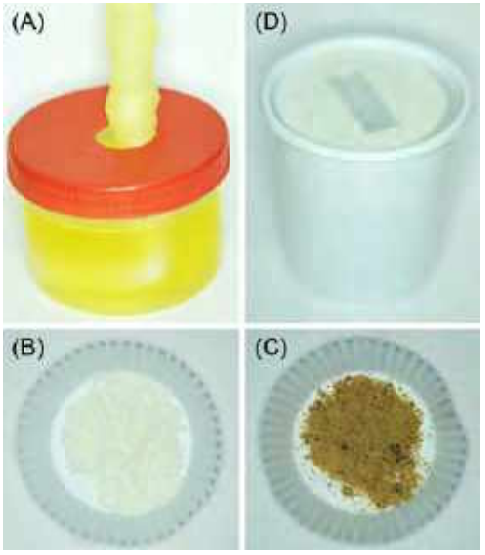
สิ่งที่จำเป็นสำหรับการเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงวันคือ น้ำ อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต และอาหารประเภทโปรตีน[14] ผู้นิพนธ์แบ่งอาหารสำหรับเลี้ยงตัวเต็มวัยออก เป็น 2 ชนิดคือ

• **อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต** เป็นแหล่งพลังงานหลักของตัวเต็มวัยแมลงวัน ตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวสามารถดำรงชีวิตได้ด้วยน้ำและน้ำตาล[19] ผู้นิพนธ์และคณะมีวิธีให้อาหารคาร์โบไฮเดรตแก่แมลงวัน 2 วิธี ทั้งสองวิธีให้ผลในการเลี้ยงไม่แตกต่างกัน ดังนี้

อาหารน้ำ ผู้นิพนธ์และคณะใช้สารละลายน้ำตาลซูโครส ความเข้มข้นร้อยละ 10 และวิตามินรวมสำหรับเด็ก ร้อยละ 5 โดยบรรจุอาหารน้ำในกระป๋องพลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร ส่วนฝากระป๋องเจาะรูเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร เพื่อสอดก้านไม้พันสำลี ที่มีความยาว 10 เซนติเมตร และพันด้วยสำลีบริสุทธิ์หนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร (รูปที่ 9.5A) เพื่อให้อาหารน้ำถูกดูดขึ้นมา แมลงวันจะเกาะไม้พันสำลีที่ชุ่มด้วยสารละลายน้ำตาลและดูดกินอาหาร การที่ต้องปิดฝากระป๋องอาหารเพื่อป้องกันไม่ให้แมลงวันตกลงไปตายในอาหารน้ำ

อาหารแห้ง ถือเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งที่ทำได้คือใช้น้ำตาลทรายขาว (รูปที่ 9.5B) หรือน้ำตาลอ้อย (รูปที่ 9.5C) โดยเทน้ำตาลประมาณ 100 กรัมลงบนถ้วย

กระดาษเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร วิธีนี้จำเป็นต้องมีถ้วยน้ำดื่มสำหรับแมลงวันเพิ่มอีก 1 ถ้วย ผู้นิพนธ์ได้ทำการเจาะแผ่นโฟมเป็นช่องไว้ลอยบริเวณด้านบนของถ้วยน้ำ เพื่อเป็นที่เกาะของแมลงวันขณะกินน้ำ และป้องกันแมลงวันตกน้ำตาย (รูปที่ 9.5D)



รูปที่ 9.5 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงอาหารเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงวัน (A) สารละลายน้ำตาลซูโครส ความเข้มข้นร้อยละ 10 และวิตามินรวมสำหรับเด็กร้อยละ 5 (B) น้ำตาลทรายขาว (C) น้ำตาลอ้อย (D) น้ำ *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

• **อาหารประเภทโปรตีน** มีความจำเป็นสำหรับตัวเต็มวัยแมลงวันเพศเมียเพื่อให้ไข่มีการเจริญเติบโต และตัวเต็มวัยพร้อมสำหรับการผสมพันธุ์[19] อาหารโปรตีนที่ให้ตัวเต็มวัย เป็นอาหารโปรตีนชนิดเดียวกับที่ให้ตัวอ่อน ตามที่ได้กล่าวไปแล้ว โดยเริ่มให้หลังตัวเต็มวัยออกจากดักแด้ 1 ถึง 2 วัน และอาหารโปรตีนดังกล่าวยังเป็นที่วางไข่ของแมลงวันหลังการผสมพันธุ์

❖ ตู้สำหรับเลี้ยงตัวเต็มวัย

ตู้สำหรับเลี้ยงแมลงวันที่ใช้ในห้องปฏิบัติการแมลงวัน ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นตู้ที่มีผนังด้านหน้าและด้านข้างบุด้วยมุ้งลวดตาถี่ (ประมาณ 6 เส้นต่อ 1 เซนติเมตร) ด้านหลังทึบ ภายในแบ่งเป็นชั้น ความสูงชั้นละ 50 เซนติเมตร (รูปที่ 9.6) ขาตู้ทั้งสี่มีถาดรองน้ำเพื่อป้องกันมด หรือแมลงอื่นที่จะไต่เข้าไปในตู้ ตู้เลี้ยงตัวเต็มวัยดังกล่าววางไว้ในห้องปฏิบัติการแมลงวัน

ลักษณะเป็นห้องเปิดโล่งมีลมพัดผ่าน นอกจากนี้ยังมีพัดลมระบายอากาศ ใช้เปิดให้อากาศถ่ายเทเป็นช่วงเวลา

รูปที่ 9.6 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอลแสดงตู้เลี้ยงแมลงวัน ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการแมลงวัน ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

วิจารณ์

ขนาดของกรงสำหรับเลี้ยงในแต่ละการศึกษามีความแตกต่างกัน Gabre และคณะ[20] ใช้กรงขนาดความกว้าง 38 เซนติเมตร ความยาว 38 เซนติเมตร ความสูง 56 เซนติเมตร ในการเลี้ยงแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ในขณะที่ Grassberger และ Reiter[21] เลี้ยงแมลงวันหัวเขียว *Lucilia sericata* ในกรงขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ความยาว 30 เซนติเมตร ความสูง 40 เซนติเมตร ส่วนการศึกษาของ Ujvari และคณะ[22] ในปี พ.ศ. 2552 ใช้กรงขนาดความกว้าง 35 เซนติเมตร ความยาว 35 เซนติเมตร ความสูง 40 เซนติเมตรในการเลี้ยงแมลงวันหัวเขียว *Calliphora stygia* หรืออาจใช้กรงขนาดใหญ่มาก เช่น การศึกษาของ Green และคณะ[9] ในปี พ.ศ. 2546 ใช้กรงขนาดความกว้าง 1.1 เมตร ความยาว 1.3 เมตร ความสูง 2.5 เมตร ในการเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว ในขณะที่ผู้นิพนธ์และคณะ ใช้กรงเลี้ยงขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ความยาว 30 เซนติเมตร ความสูง 30 เซนติเมตร และพบว่าสามารถเลี้ยงแมลงวันหัวเขียวที่สำคัญของราชอาณาจักรไทย

ได้ดี ทำให้วิเคราะห์ได้ว่า ขนาดของกรงเลี้ยงตัวเต็มวัย ไม่ใช่ปัจจัยสำคัญในการเลี้ยงแมลงวันหัวเขียว แมลงวันหัวเขียวที่สำคัญของราชอาณาจักรไทยสามารถดำรงชีวิตและสืบพันธุ์ในที่แคบได้ นอกจากนี้ผู้นิพนธ์และคณะพบว่าการเลี้ยงแมลงวันหัวเขียวจำนวน 250 หรือ 1,000 ตัวต่อกรง ที่มีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ความยาว 30 เซนติเมตร ความสูง 30 เซนติเมตร มีอัตราการตายที่ไม่แตกต่างกัน

อาหารที่ใช้สำหรับเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวในแต่ละการศึกษา มีความแตกต่างกัน บางการศึกษาใช้อาหารง่ายๆ เช่น Gabre และคณะ[20] ใช้น้ำ น้ำตาล และเนื้อวัวเป็นอาหารของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ในขณะที่ Ujvari และคณะ[22] ใช้อาหารที่มีส่วนผสมของยีสต์สำหรับทำไวน์ (Enoferm M1) 50 กรัม น้ำตาล 50 กรัม nipagen (Sigma-Aldrich) 0.125 กรัม วุ้น 1.8 กรัม น้ำมันมะกอก 1 ถึง 15 กรัม และน้ำ 100 มิลลิลิตร ส่วนผู้นิพนธ์และคณะใช้น้ำตาลความเข้มข้นร้อยละ 10 ผสมวิตามินรวมชนิดน้ำสำหรับเด็กร้อยละ 5 เป็นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและให้ตับหมูสดเป็นอาหารประเภทโปรตีน พบว่าแมลงวันหัวเขียวสามารถผสมพันธุ์และผลิตลูกรุ่นต่อไปได้ดี อย่างไรก็ตามการให้ตับหมูสดมีปัญหาในเรื่องกลิ่นเหม็นเน่าที่พบหลังจากให้ตับหมู 1 ถึง 2 วัน ผู้นิพนธ์ได้เปลี่ยนอาหารเป็นไข่ไก่ตุ๋น พบว่าเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่ดีสำหรับตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียวเช่นกัน แม้ว่าไข่มีสารอาหารน้อยกว่าตับหมูสดที่มีปริมาตรเท่ากัน แต่ปริมาณโปรตีนในไข่มีมากประมาณร้อยละ 12 (ตารางที่ 9.2) ทำให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของระบบอวัยวะสืบพันธุ์ ข้อดีของไข่ไก่ตุ๋นคือมีกลิ่นเหม็นเน่าที่น้อยกว่าตับหมูมาก ทำให้สามารถเลี้ยงแมลงวันในตู้มุ้งลวดสำหรับเลี้ยงแมลงวัน โดยมีกลิ่นรบกวนต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบน้อยมาก นอกจากนี้ไข่ไก่สดยังหาซื้อได้ง่ายและเก็บรักษาได้ง่ายกว่าตับหมูสดที่ต้องซื้อจากตลาดสดในแต่ละวันที่ต้องการใช้

การเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงวันในบางห้องปฏิบัติการ มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่ ซึ่งเป็นการง่ายที่จะควบคุมปัจจัยภายนอกไม่ให้มารบกวนการขยายพันธุ์ของแมลงวันในห้องปฏิบัติการ[9] อย่างไรก็ตามห้องปฏิบัติการที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้มีราคาแพงมาก ผู้นิพนธ์มีความคิดเห็นว่าถ้าหากต้องการสร้างห้องเลี้ยงแมลงวันในสถาบันที่มีงบประมาณจำกัด ควรใช้ห้องที่มีลักษณะเปิดโล่ง เพื่อให้มีอากาศถ่ายเทได้ดี และอยู่ห่างจากหน่วยงานอื่นพอสมควร และควรเลือกโปรตีนที่มีกลิ่นเน่าไม่รุนแรง เช่นไข่ไก่ตุ๋น เป็นอาหารและเป็นที่วางไข่สำหรับตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว

ตารางที่ 9.2 ปริมาณของสารอาหาร วิตามิน และกรดอะมิโนสำคัญในไข่และตับหมูสดน้ำหนัก 100 กรัม[16]

	ไข่	ตับหมูสด
พลังงาน (กิโลแคลลอรี)	154.67	134.00
โปรตีน (กรัม)	12.06	21.39
ไขมัน (กรัม)	10.91	3.65
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	1.37	2.47
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	58.00	9.00
เหล็ก (มิลลิกรัม)	1.41	23.3
แมกนีเซียม (มิลลิกรัม)	11.33	18.00
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	177.33	288.00
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.06	0.28
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0.45	3.00
วิตามินบี 6 (มิลลิกรัม)	0.12	0.69
วิตามิน บี 12 (มิลลิกรัม)	1.05	26.00
tryptophan (กรัม)	0.15	0.30
threonine (กรัม)	0.56	0.91
isoleucine (กรัม)	0.65	1.08
leucine (กรัม)	1.04	1.90
lysine (กรัม)	0.87	1.64
methionine (กรัม)	0.37	0.53
phenylalanine (กรัม)	0.64	1.04
tyrosine (กรัม)	0.49	0.72
valine (กรัม)	0.77	1.32
arginine (กรัม)	0.74	1.31
histidine (กรัม)	0.29	0.58
alanine (กรัม)	0.68	1.27
glycine (กรัม)	0.40	1.23
proline (กรัม)	0.50	1.14

❖ ขั้นตอนการสร้างนิคมแมลงวันสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ

การสร้างนิคมแมลงวันสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการทำได้จากการนำไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ หรือตัวเต็มวัยมาเลี้ยง เช่นเดียวกับที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่มีจุดปลีกย่อยที่ควรระวังคือ ถ้าตัวอย่างแมลงวันที่ได้มาจากธรรมชาติเป็นตัวเต็มวัย ต้องทำการแยกชนิดแมลงวันออกจากกัน โดยการสลบแมลงวันด้วยความเย็น ด้วยการนำแมลงวันที่จับมาได้ใส่ในกรงและนำไปแช่ในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสประมาณ 2 ถึง 3 นาที หลังจากแมลงวันสลบ ต้องรีบนำมาระบุชนิด นำแมลงวันที่เป็นชนิดเดียวกันทั้งเพศเมียและเพศผู้ใส่ในกรงสำหรับเลี้ยงตัวเต็มวัย ให้อาหารคือ น้ำ อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต และอาหารประเภทโปรตีน เช่น ตับหมูสดหั่นเป็นชิ้นบาง 3 ถึง 5 ชิ้น หรือไข่ไก่ตุ๋น เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนสำหรับตัวเต็มวัยและเป็นที่วางไข่ สังเกตทุกวันว่าแมลงวันวางไข่บนอาหารเลี้ยงหรือไม่ ถ้ามีการวางไข่บนอาหาร ให้ย้ายอาหารที่มีไข่เข้าสู่กล่องเลี้ยงตัวอ่อนดังที่กล่าวมาแล้ว

เมื่อตัวเต็มวัยออกจากดักแด้ให้เลี้ยงด้วยอาหารสำหรับตัวเต็มวัย และเริ่มให้อาหารโปรตีนแก่ตัวเต็มวัยหลังจากออกจากดักแด้ 1 ถึง 2 วัน จากนั้นแมลงวันมีการผสมพันธุ์และวางไข่ และต้องวางอาหารสำหรับเลี้ยงตัวอ่อนให้เป็นที่วางไข่ของแมลงวันรุ่นต่อไป การเลี้ยงแมลงวันเพื่อให้เป็นสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องเพาะเลี้ยงให้ได้มากกว่า 8 รุ่น[23;24]

1.2 การเก็บรักษาตัวอย่างแมลงวันและการสร้างป้ายข้อมูลประจำตัวแมลง

การเก็บรักษาตัวอย่างตัวเต็มวัยแมลงวัน เป็นวิธีมาตรฐานของงานด้านกีฏวิทยา[25] การเก็บตัวอย่างแมลงแบ่งออกเป็น การเก็บตัวอย่างแบบแห้ง และการเก็บตัวอย่างในน้ำยาถนอมตัวอย่าง[26]

1.2.1 การเก็บรักษาตัวอย่างตัวเต็มวัยแบบแห้ง

แมลงที่มีขนาดใหญ่นิยมใช้เข็มปักแมลงให้ติดกับกล่องเก็บ ในขณะที่แมลงขนาดเล็ก นิยมใช้กาวติดตัวแมลงกับกระดาษและใช้เข็มปักกระดาษให้ติดกับกล่องเก็บ

อุปกรณ์

• ขวดฆ่าแมลง ภายในบรรจุ diethyl ether หรือ chloroform ขวดฆ่าแมลงจะต้องไม่มีส่วนที่ทำให้แมลงวันติดที่ขวดได้ หรือฆ่าแมลงวันโดยใส่ในตู้เย็นหรือตู้แช่ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

• เข็มปักแมลง (insect pin) เป็นเข็มที่มีหมุดด้านบน ทำจากเหล็กไร้สนิม มีหลายขนาด ตั้งแต่ขนาดเล็กที่สุดคือ ขนาด 000 จนถึงขนาดใหญ่ที่สุดคือขนาด 8 เข็มที่เลือกใช้ต้องมีขนาดเหมาะสมสำหรับแมลงวันแต่ละชนิด สำหรับตัวเต็มวัยแมลงวันที่มีลำตัวขนาดใหญ่ (เช่นแมลงวันหัวเขียว) ควรใช้เข็มปักแมลง เบอร์ 1 ส่วนแมลงวันที่มีลำตัวขนาดเล็ก ควรใช้เข็มปักแมลง เบอร์ 0 (รูปที่ 9.7)

รูปที่ 9.7 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงเข็มปักแมลงวันที่ใช้ในห้องปฏิบัติการแมลงวัน ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

• pinning block แบ่งออกเป็น 4 ระดับ แต่ละระดับมีรูกลมเจาะไว้ตรงกลาง รูที่เจาะไว้มีความลึกต่างกัน คือ 0.625, 1.25, 1.875 และ 2.5 เซนติเมตร (¼, ½, ¾ และ 1 นิ้ว) (รูปที่ 9.8)

• ปากคีบปลายแหลม ที่นิยมใช้คือปากคีบปลายแหลมตรงและปลายแหลมโค้ง และมีความแข็งของสปริงไม่มาก ขนาดความยาว 10 ถึง 12 เซนติเมตร (รูปที่ 9.9)

รูปที่ 9.8 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดง pinning block สำหรับปักแมลงวัน ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการแมลงวัน ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

รูปที่ 9.9 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงปากคีบปลายแหลมแบบต่างๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการแมลงวัน ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

• กล่องเก็บแมลง ใช้กล่องที่มีฝาปิดสนิท อาจเป็นกล่องไม้ หรือกล่องพลาสติกขนาดขึ้นอยู่กับจำนวนของแมลงวันที่จะบรรจุ แต่ควรมีความสูงมากกว่าความสูงของเข็มที่ใช้ปักแมลง ก้นกล่องกรุด้วย styrofoam ชนิดแน่น ที่มีความหนา 0.3 ถึง 0.5 เซนติเมตร ควรใช้สีขาวเพื่อให้ดูสว่างและเห็นแมลงที่เก็บได้ชัดเจน ภายในบรรจุสารไล่แมลง ที่นิยมใช้คือการบูร เนื่องจากมีความเป็นพิษค่อนข้างต่ำ

• ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 40 ถึง 50 องศาเซลเซียส
• ป้ายข้อมูลประจำตัวแมลง (อธิบายในหัวข้อ ป้ายข้อมูลประจำตัวแมลง)

ขั้นตอนการปักแมลง

◆ ฆ่าตัวเต็มวัยแมลงวันโดยการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หรือนำไปใส่ในขวดฆ่าแมลง

◆ นำแมลงวันที่ตายใหม่ๆ ออกจากตู้เย็น ตู้แช่แข็งหรือขวดฆ่าแมลง

◆ ใช้เข็มปักแมลงที่มีขนาดเหมาะสมกับขนาดของแมลงวัน การปักเข็มต้องทำก่อนที่แมลงวันจะแข็งตัว โดยใช้มือซ้ายหรือข้างที่ไม่ถนัด จับแมลงวันคว่ำลง ให้ส่วนหลังขึ้น

◆ ใช้มือที่ถนัดจับเข็มปักแมลง ปักเข็มที่อกปล้องที่ 2 โดยปักที่ตำแหน่งเยื้องไปด้านขวาเล็กน้อยจากแนวกึ่งกลางลำตัว[27] (รูปที่ 3.59A) ปักทะลุด้านหลังไปยังด้านท้องในแนวตั้งฉาก (รูปที่ 9.10) การปักเข็มตำแหน่งนี้เพื่อที่จะสามารถสังเกตและนับเส้นขนที่ปล้องอกบริเวณด้านซ้ายได้ ซึ่งจำนวนเส้นขนและตำแหน่งที่ปล้องอกนี้เป็นส่วนที่สำคัญในการระบุชนิดของแมลงวัน

รูปที่ 9.10 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอลแสดงการปักตัวเต็มวัยแมลงวัน *(ภาพโดย คม สุคนธสรรพ์)*

◆ ใช้ pinning block ตำแหน่งสูงสุด เพื่อจัดตำแหน่งแมลงวันให้อยู่ต่ำกว่าหัวเข็ม 1 เซนติเมตร

◆ นำแมลงพร้อมเข็มออกจาก pinning block ใช้ปากคีบปลายแหลม จัดขาแมลงวันทั้ง 3 คู่ ให้กางออกด้านข้าง เหมือนกับแมลงวันอยู่ในท่าเกาะ นอกจากจัดขาแล้ว ต้องดึงส่วนปากของแมลงวันให้ยืดออก และจัดปีกให้อยู่ในท่าที่เหมาะสม

- นำไปอบแห้ง ในตู้อบที่อุณหภูมิระหว่าง 40 ถึง 50 องศาเซลเซียส
- เมื่อแมลงวันแห้งดีแล้ว นำแมลงวันมาบันทึกข้อมูลประจำตัวด้วยป้ายข้อมูล

ป้ายข้อมูลประจำตัวแมลง

เป็นกระดาษขนาดเล็กนำมาปักด้วยเข็มปักเดียวกันกับเข็มปักแมลง และป้ายข้อมูลต้องวางขนานกับด้านท้องของแมลงวัน (รูปที่ 9.10) ป้ายข้อมูลมี 3 ชนิด คือ

1) **ป้ายข้อมูลที่ 1** ระบุสถานที่และวันที่ในการเก็บตัวอย่าง (locality label) ประกอบด้วย

- สถานที่เก็บตัวอย่าง (location)
- วันที่และเวลาที่เก็บตัวอย่าง (date/hour of collection) เพื่อให้เป็นสากล การเขียนวันที่นิยมเขียนเดือนด้วยเลขโรมัน เขียนปีด้วยปีคริสตศักราช และเวลาด้วยรูปแบบเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน
- ชื่อผู้เก็บตัวอย่าง (collector)

ในกรณีของตัวอย่างที่ได้จากศพหรือซากสัตว์อาจเพิ่มเลขที่กรณีหรือคดี (case no.) หรือตัวอย่างที่ (sample no.) ป้ายสถานที่และวันที่ในการเก็บตัวอย่างจะอยู่ที่ pinning block ตำแหน่งที่ 2

2) **ป้ายข้อมูลที่ 2** (ถ้ามี) ระบุการเลี้ยง (rearing data label) ใช้ในกรณีตัวอย่างมาจากห้องทดลองที่สามารถทราบวันที่ของการเข้าดักแด้ (date pupariated) และวันที่ของการออกจากดักแด้ (date emerged) ป้ายข้อมูลการเลี้ยงอยู่ถัดจากป้ายข้อมูลสถานที่และวันที่ในการเก็บตัวอย่าง อยู่ที่ pinning block ตำแหน่งที่ 3 ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลการเลี้ยง เช่นแมลงที่จับได้จากภาคสนาม ไม่ต้องใส่ป้ายข้อมูลการเลี้ยง

3) **ป้ายข้อมูลที่ 3** ระบุชนิด (identification label) ประกอบด้วย

- ชนิดแมลงวัน (species identification) เพศ และชื่อผู้ตั้งชื่อแมลงชนิดนั้น
- ผู้วินิจฉัย (determiner's name)[27]

ป้ายข้อมูลระบุชนิดอยู่ถัดจากป้ายข้อมูลการเลี้ยง หรืออยู่ล่างสุดของเข็มปักแมลง

ป้ายข้อมูลแต่ละป้าย ทำโดยเขียนหรือพิมพ์ข้อมูลส่วนต่างๆ ในกระดาษสีขาวคุณภาพดี ขนาดเล็ก ความกว้างไม่ควรเกิน 1 เซนติเมตร ความยาวไม่ควรเกิน 2.5 เซนติเมตร ผู้นิพนธ์แนะนำให้ใช้กระดาษที่มีความหนา 180 กรัม พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ โดยใช้ตัวอักษรขนาดเล็กมาก เช่นตัวอักษร Univers ขนาด 5 point

ตัวอย่างป้ายข้อมูลประจำตัวแมลง[28]

• ป้ายข้อมูลสถานที่และวันที่ในการเก็บตัวอย่าง

THAILAND: CHIANG MAI
10.X.2008
Case No 012/2008
From mouth, neck - on surface of maggot mass
Coll. K. Moophayak

• ป้ายข้อมูลการเลี้ยง

Pupariated: 15.IV.2009
Emerged: 20.IV.2009

• ป้ายข้อมูลระบุชนิด

Species: *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794)
Sex: ♂
Det: K. Sukontason

◆ เรียงตัวเต็มวัยลงในกล่องเก็บแมลงที่มีโฟมอยู่ที่ก้นกล่อง โดย 1 กล่องวางแมลงวันได้ 14 ตัวคือแถวละ 7 ตัว จำนวน 2 แถว โดยจัดให้แมลงวันเพศเมียอยู่ด้านหน้าของแมลงวันเพศผู้ และเขียนชนิดของแมลงวันลงข้างกล่องด้านใน (รูปที่ 9.11)

รูปที่ 9.11 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงการเก็บตัวเต็มวัยแมลงวัน *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

◆ บรรจุกล่องที่มีแมลงวันลงในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิดสนิท ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้แมลงชนิดอื่นที่ชอบกินแมลงแห้งเข้าไปทำลายหรือกินได้ นอกจากนี้เพื่อป้องกันแมลงอื่นที่จะเข้ามาทำลายแมลง โดยการนำการบูรที่หุ้มด้วยผ้าโปร่งให้แน่นวางไว้ที่มุมกล่องพลาสติก

1.2.2 การเก็บรักษาตัวอย่างแมลงในน้ำยารักษาสภาพ

วิธีการนี้ใช้ในการเก็บตัวอย่างแมลงบางชนิดที่มีลำตัวอ่อน ไข่ ตัวอ่อนหรือดักแด้แมลงวันที่ต้องการเก็บไว้เพื่อทำการศึกษาต่อ แต่ไม่สามารถเก็บด้วยวิธีปักด้วยเข็มและทำให้แห้งได้ หรือเป็นการเก็บตัวอย่างของแมลงจำนวนมากๆ ไว้เพื่อศึกษาในอนาคต

อุปกรณ์

- ขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิท (รูปที่ 9.12)
- น้ำยารักษาสภาพ นิยมใช้เอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 70
- ป้ายข้อมูลประจำตัวแมลง

รูปที่ 9.12 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงขวดเก็บรักษาตัวอย่างแมลงวัน *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

ขั้นตอน

◆ หากตัวอย่างแมลงยังมีชีวิต ต้องทำการฆ่าโดยการแช่แข็ง ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

◆ บรรจุเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 ลงในขวด ที่จะใช้เก็บตัวอย่างประมาณครึ่งหนึ่งของความจุ

◆ นำตัวอย่างแมลงใส่ลงในขวดที่มีเอทิลแอลกอฮอล์ โดยในแต่ละขวดควรมีตัวอย่างเพียง 1 ชนิด แต่อาจมีหลายตัวอย่างได้

- เติมเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 ให้เกือบเต็มขวด
- ใส่ป้ายข้อมูลประจำตัวแมลงที่เขียนด้วยดินสอใส่ลงในขวด ซึ่งข้อมูลประกอบด้วย สถานที่เก็บตัวอย่าง วันที่เก็บและเวลา เลขที่กรณีหรือคดี รายละเอียดที่สำคัญ ผู้เก็บตัวอย่างและชนิดของตัวอย่างแมลงวันที่ทำการระบุชนิดเรียบร้อยแล้ว (ข้อมูลนี้ไม่ควรใส่รายละเอียดที่มากจนเกินไป) ตัวอย่างเช่น

THAILAND: CHIANG MAI
12.XI.2009 – 16.00 h
Case No 012/2009
Coll. K. Sukontason

- ปิดฝาให้สนิท อาจใช้พาราฟิล์มพันทับฝาขวดอีกชั้นเพื่อป้องกันการระเหยของแอลกอฮอล์
- ปิดป้ายข้อมูล (ที่เหมือนกับข้อมูลที่ใส่ไว้ในขวด) ที่ด้านนอกของขวด
- เก็บขวดไว้ในที่แห้ง และอุณหภูมิไม่สูงเกินไป

วิจารณ์

งานเก็บถนอมตัวอย่างแมลงวัน เป็นงานมาตรฐานทางด้านกีฏวิทยาที่ใช้งานมานานและเป็นที่ยอมรับ ทำให้จำเป็นต้องทำตามวิธีมาตรฐานเพื่อให้สามารถส่งต่อตัวอย่างไปยังสถาบันอื่นสำหรับการระบุชนิด หรือการจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์แมลงได้อย่างถูกต้อง ปัญหาที่พบสำหรับการเก็บตัวอย่างตัวเต็มวัยแบบแห้งคือ ตัวเต็มวัยที่เก็บไว้นานจะมีสีที่ซีดจางลงหรือสีเปลี่ยนไป และในตัวเต็มวัยที่มีอายุน้อยอาจพบการเหี่ยวยุบของส่วนอกและตา อย่างไรก็ตามตัวอย่างแมลงดังกล่าวยังสามารถใช้ในการอ้างอิงชนิดได้ Walker และ Crosby[29] แนะนำให้นำตัวอย่างแมลงที่แห้งและยุบตัวไปแช่ในน้ำผสมน้ำยาล้างจานหรือน้ำยาซักผ้าในอัตราส่วน น้ำ 3 ส่วน ต่อ น้ำยา 1 ส่วน โดยแช่นาน 15 นาที ถ้าตัวอย่างยังเหี่ยวอยู่ ให้นำไปใส่ในโถสำหรับการคลายตัวของแมลง (relaxing chamber) นาน 2 ชั่วโมง โถสำหรับการคลายตัวของแมลงคือโถที่มีความชื้นสูง ด้านล่างเป็นทรายหรือฟองน้ำที่ชุ่มน้ำ โดยใช้น้ำผสม

กับ phenol เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อรา ส่วนที่ว่างด้านบนเป็นที่สำหรับใส่แมลงที่แห้งและเหี่ยว ผู้นิพนธ์ได้ทดลองแช่แมลงในกลีเซอรีนพบว่าสามารถทำให้แมลงที่ยุบตัวมีสภาพที่ดีขึ้นได้เช่นกัน และมีอีกวิธีหนึ่งที่ได้ผลเช่นกันคือ การแช่ตัวอย่างแมลงที่เหี่ยวในน้ำยา trisodium phosphate (Na_3PO_4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 นาน 24 ชั่วโมง

ปากคีบที่ใช้สำหรับการปักแมลง ต้องเป็นปากคีบที่มีความแข็งของสปริงไม่มาก ไม่ต้องใช้แรงกดมากในขณะคีบ ปัจจุบันพบว่าปากคีบที่มีขายตามร้านขายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีราคาถูกมากกว่าปากคีบสำหรับการปักแมลงโดยเฉพาะ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปักแมลงได้เช่นกัน แม้ว่าจะมีสปริงที่แข็งกว่าปากคีบที่ทำมาเฉพาะสำหรับการปักแมลงเล็กน้อยก็ตาม

2 การวิจัยพื้นฐาน

2.1 การศึกษาสัณฐานวิทยาของแมลงวัน

การศึกษาสัณฐานวิทยาของแมลงวัน เป็นการศึกษารูปร่างลักษณะของระยะต่างๆ ของแมลงวัน ซึ่งได้แก่ ไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย วัตถุประสงค์หลักคือต้องการหาจุดแตกต่างระหว่างชนิดของแมลงวันเพื่อใช้ในการระบุชนิด นอกจากนี้การศึกษาสัณฐานวิทยาของบางอวัยวะ สามารถช่วยอธิบายหน้าที่ของอวัยวะนั้นได้

2.1.1 การศึกษาสัณฐานวิทยาของไข่แมลงวัน

แมลงวันบ้านและแมลงวันหัวเขียววางไข่เป็นกลุ่ม (รูปที่ 9.13) ไข่แมลงวันสามารถนำมาระบุชนิดโดยวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้

รูปที่ 9.13 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงกลุ่มไข่แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* บนตับหมูสด *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

2.1.1.1 การย้อมไข่แมลงวัน ด้วยสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เพื่อระบุชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง[1]

ไข่แมลงวันเมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง มีสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกัน แต่เมื่อศึกษาโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าที่ผิวไข่มีลวดลายเฉพาะในแต่ละชนิด[30-32] การย้อมสีเปลือกไข่ช่วยให้ลวดลายที่เปลือกไข่เด่นชัดขึ้น และสามารถสังเกตเห็นความแตกต่างของเปลือกไข่แมลงวันแต่ละชนิดได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

อุปกรณ์

- ไข่แมลงวันประมาณ 20 ถึง 40 ฟอง
- จานแก้วขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 เซนติเมตร)
- พู่กันเบอร์ 4 (รูปที่ 9.14)
- น้ำกลั่น
- เข็มขนาดเล็ก (เข็มปักแมลงเบอร์ 1) ติดปลายก้านไม้เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 ถึง 4 มิลลิเมตร (รูปที่ 9.14)
- พลาสเจอร์ปิเปตต์
- สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ความเข้มข้นร้อยละ 1
- เอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นต่างๆ คือ ร้อยละ 15, 70, 95 และ 100
- xylene
- สารละลาย Entellan® (Merck: Germany)
- กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ
- กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง
- กระดาษชำระ
- ปากคีบปลายแหลม
- สไลด์แก้วขนาดความกว้าง 25.4 มิลลิเมตร ความยาว 76.2 มิลลิเมตร ความหนา 1.2 มิลลิเมตร
- กระจกปิดสไลด์ขนาดความกว้าง 22 มิลลิเมตร ความยาว 22 มิลลิเมตร (รูปที่ 9.15)

รูปที่ 9.14 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงเข็มขนาดเล็ก (บน) และพู่กันเบอร์ 4 (ล่าง) *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

รูปที่ 9.15 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงสไลด์แก้ว และกระจกปิดสไลด์ *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

ขั้นตอน

◆ นำไข่แมลงวันที่ได้จากไข่กลุ่มเดียวกัน ใส่ในจานแก้วขนาดเล็ก

◆ ค่อยๆ เขี่ยไข่แต่ละฟองให้แยกจากกันโดยใช้พู่กันเบอร์ 4 ชุบน้ำกลั่น เขี่ยภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ

◆ ย้อมสีไข่แมลงวันด้วยสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต โดยหยดให้ท่วมไข่ในจานแก้วโดยใช้พลาสเจอร์ปิเปตต์ ย้อมนาน 1 นาที

◆ ซับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตออก โดยใช้กระดาษชำระแตะขอบจานแก้ว จนสารละลายถูกดูดซับจนหมด

◆ ขจัดน้ำ (dehydrate) โดยแช่ไข่ในเอทิลแอลกอฮอล์ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 15, 70, 95 และ 100 ตามลำดับ โดยแต่ละความเข้มข้นนาน 1 นาที

◆ ซับเอทิลแอลกอฮอล์ออกให้หมด โดยใช้กระดาษชำระแตะขอบจานแก้ว

◆ ทำให้ไข่แมลงวันใส และปรับสภาพให้เข้ากับ mounting medium ด้วย xylene โดยหยด xylene ให้ท่วมไข่นาน 1 นาที

◆ ใช้พู่กันป้ายไข่ขึ้นวางบนสไลด์แก้ว ที่มีหยดสารละลาย Entellan® 1 หรือ 2 หยดโดยใช้พลาสเจอร์ปิเปตต์

◆ ใช้พู่กันช่วยในการจัดวางไข่

◆ ใช้ปากคีบปลายแหลม คีบกระจกปิดสไลด์และวางบนสไลด์แก้ว เป็นมุมประมาณ 20 องศา ค่อยๆ วางราบลงจนกระจกปิดสไลด์แตะสารละลาย Entellan® และวางราบลงไป

◆ นำสไลด์แก้วไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงกำลังขยายต่ำ จัดให้ไข่อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยให้เห็นลักษณะของ median area อยู่ด้านบน ถ้าไข่อยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม จัดใหม่โดยใช้เข็มเขี่ย โดยแตะบริเวณขอบข้างกระจกปิดสไลด์ ให้ไข่เคลื่อนที่ไปตามหยดสารละลาย Entellan® ให้ได้ตำแหน่งที่เห็น median area ชัดเจน

◆ วางสไลด์แก้วบนพื้นราบ จนสารละลาย Entellan® แห้ง นำไปตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (รูปที่ 3.41)

◆ ติดกระดาษบันทึกข้อมูลไข่แมลงวันและวันที่ทำการย้อม ข้อมูลที่ติดทางด้านซ้ายประกอบด้วยสถานที่เก็บตัวอย่าง, วันที่เก็บ, ผู้เก็บตัวอย่าง ข้อมูลที่ติดทางด้านขวาประกอบด้วยชนิดของไข่แมลงวันที่ระบุชนิดเรียบร้อยแล้ว

วิจารณ์

การย้อมเพื่อดูลายไข่เป็นวิธีการที่ผู้นิพนธ์และคณะคิดค้นขึ้น และใช้ครั้งแรกในการย้อมไข่พยาธิใบไม้ตับ *Opisthorchis viverrini* เพื่อแยกความแตกต่างจากไข่ของพยาธิใบไม้ลำไส้ *Haplorchis taichui* ที่มีสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกัน แต่มีลายบนเปลือกไข่แตกต่างกัน[33] ต่อมาได้นำมาย้อมไข่ของแมลงวันเพื่อระบุชนิด[1] พบว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยสีที่ติดอยู่บนผิวคือสีของ manganese dioxide ที่เคลือบอยู่ด้านนอกของเปลือกไข่ ผู้นิพนธ์มีความคิดเห็นว่าสีอื่นๆ ที่สามารถย้อมและเคลือบผิวนอกได้น่าจะให้ผลดีเช่นเดียวกัน ผู้นิพนธ์ได้ทดลองเปรียบเทียบการย้อมด้วยสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตความเข้มข้นร้อยละ 1, 3 และ 5 พบว่าการย้อมด้วยสารละลายที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 ทำให้เห็นลายบนผิวไข่ได้ชัดเจนที่สุด การย้อมที่ความเข้มข้นมากกว่า (เช่น ร้อยละ 3 หรือร้อยละ 5) และใช้เวลานานขึ้น (3 หรือ 5 นาที) ทำให้ไข่แมลงวันมีสีเข้มมากเกินไป ทำให้เห็นรายละเอียดของผิวไข่ไม่ชัดเจนเมื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

การย้อมไข่แมลงที่เก็บไว้ในแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 ให้ผลไม่แตกต่างจากไข่ที่เพิ่งวางใหม่จากการเลี้ยงแมลงวันในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นการที่มีตัวอย่างไข่แมลงวันเพื่อจะทำการระบุชนิดโดยการย้อมด้วยวิธีนี้ แต่ไม่สามารถกระทำได้ทันที สามารถเก็บไข่ไว้ในแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 และนำมาย้อมเพื่อศึกษาในภายหลังได้

หากไม่ต้องการเก็บตัวอย่างหลังย้อมไว้เพื่อทำการศึกษาต่อไป สามารถวางไข่ที่ย้อมแล้วโดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนการขจัดน้ำลงบนสไลด์แก้ว หยดน้ำกลั่นหรือกลีเซอรีนลงบนไข่และปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์ และนำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงได้ในอัตรากำลังขยายสูงสุด 400 เท่า

2.1.1.2 การศึกษาสัณฐานวิทยาของไข่แมลงวันโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด[30-32]

อุปกรณ์

- ไข่แมลงวันประมาณ 20 ถึง 40 ฟอง
- จานแก้วขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 เซนติเมตร)
- สารละลายน้ำเกลือ ความเข้มข้นร้อยละ 0.9
- น้ำยาตรึงสภาพ glutaraldehyde ความเข้มข้นร้อยละ 2.5
- สารละลาย phosphate buffer ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 7.4
- น้ำยาตรึงสภาพ osmium tetroxide ความเข้มข้นร้อยละ 1
- เอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น ร้อยละ 30, 50, 70, 80, 90, 95 และ 100
- acetone
- ปากคีบปลายแหลม
- กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ
- เครื่อง critical point drying
- ทองคำ
- เทปโลหะกาว 2 ด้าน
- เครื่องมือสำหรับเคลือบทองคำบนตัวอย่าง (sputter-coating apparatus)
- กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ขั้นตอน

◆ นำไข่แมลงวันที่มาจากไข่กลุ่มเดียวกันใส่ในจานแก้วขนาดเล็ก ล้างผิวไข่ให้สะอาดเพื่อไม่ให้มีคราบต่างๆ โดยกวนเบาๆ ในสารละลายน้ำเกลือ

◆ ตรึงสภาพครั้งแรกในน้ำยา glutaraldehyde ในสารละลาย phosphate buffer ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

◆ เมื่อครบ 24 ชั่วโมง เทน้ำยาตรึงสภาพออกและทำการล้างโดยเทสารละลาย phosphate buffer ลงไปในจานไข่ และแช่ไข่ที่ผ่านการตรึงสภาพครั้งแรกในสารละลาย phosphate buffer 2 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที

◆ ตรึงสภาพอีกครั้งในสารละลาย osmium tetroxide ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

◆ เมื่อครบเวลา 24 ชั่วโมง เทน้ำยา osmium tetroxide ออก แล้วล้างไข่ด้วยสารละลาย phosphate buffer โดยวิธีเดิมคือเทสารละลาย phosphate buffer ลงในจานไข่ทิ้งไว้ 15 นาทีค่อยๆ รินทิ้ง และเติมสารละลาย phosphate buffer อีกครั้ง ทิ้งไว้ 15 นาที ค่อยๆ รินสารละลาย phosphate buffer ทิ้ง

◆ ดึงน้ำออกจากตัวอย่างโดยการใช้แอลกอฮอล์ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 30, 50, 70, 80, 90 และ 95 ตามลำดับดังนี้ โดยแช่ไข่ในแต่ละความเข้มข้นนาน 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นใช้ความเข้มข้นร้อยละ 100 นาน 12 ชั่วโมง 2 ครั้ง และแช่ไข่ใน acetone นาน 12 ชั่วโมง 2 ครั้ง

◆ นำไข่ที่ได้จากกระบวนการดึงน้ำออกแล้ว ไปทำให้แห้งด้วยเครื่อง critical point drying

◆ นำไข่แมลงวันที่ได้ติดบนแท่นโลหะโดยใช้เทปโลหะกาว 2 ด้าน ขั้นตอนนี้ควรใช้ความระมัดระวัง เนื่องจากไข่แมลงวันภายหลังการทำให้แห้งแล้ว ไข่จะกรอบและแตกง่าย ควรใช้ปากคีบปลายแหลมค่อยๆ คีบไข่แต่ละฟอง ไปวางบนแท่นโลหะ จัดให้ median area อยู่ด้านบน ซึ่งควรทำภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ หรืออีกวิธีหนึ่งคือ คว่ำแท่นโลหะด้านที่มีกาวลงบนไข่แมลงวัน จะทำให้ไข่แมลงวันติดอยู่กับกาวบนแท่นโลหะ แต่วิธีนี้อาจไม่ทำให้ median area อยู่ด้านบน

◆ นำแท่นโลหะไปเคลือบด้วยทองคำ ด้วยเครื่องมือสำหรับเคลือบทองคำบนตัวอย่าง ใช้เวลานานประมาณ 30 วินาที

◆ นำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (รูปที่ 9.16)

รูปที่ 9.16 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงไข่แมลงวันบ้าน *(ภาพจากงานวิจัยของคมสุคนธสรรพ์และคณะ)*

วิจารณ์

การระบุชนิดของไข่แมลงวันเป็นความรู้ที่มีประโยชน์ทางด้านนิติเวชกีฏวิทยาเพื่อประมาณเวลาหลังการตาย ในกรณีที่พบเฉพาะไข่และตัวอ่อนแมลงวันบนศพ[34] การศึกษาไข่แมลงวันภายใต้กล้องจุลทรรศ์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด สามารถระบุชนิดของไข่แมลงวันได้ นอกจากแมลงวันแล้วมีการศึกษาลักษณะไข่แมลงชนิดอื่นภายใต้กล้องจุลทรรศ์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเช่นกัน เช่น การศึกษาใน bot fly[35] หมัด[36] และยุง[37] เป็นต้น อย่างไรก็ตามผู้นิพนธ์มีความคิดเห็นว่า แม้การใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเพื่อศึกษาสัณฐานวิทยาของไข่แมลงวันสามารถเห็นรายละเอียดได้มาก แต่ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างค่อนข้างยุ่งยาก มีหลายขั้นตอนและมีค่าใช้จ่ายที่สูง ทำให้การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเหมาะสำหรับงานวิจัยที่ต้องการความรู้ในเชิงลึก หากต้องการระบุชนิดของไข่แมลงวันที่พบ ผู้นิพนธ์แนะนำให้ใช้วิธีการย้อมไข่ด้วยสารละสายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ตามที่ได้กล่าวมาแล้วเนื่องจากมีต้นทุนต่ำและใช้เวลาสั้น

2.1.2 การศึกษาสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนแมลงวัน

2.1.2.1 การศึกษาสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนแมลงวันโดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

อุปกรณ์

- ตัวอ่อนแมลงวัน

- บีกเกอร์ขนาดความจุ 50 มิลลิลิตร
- น้ำร้อน อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส
- น้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0.9
- เข็มขนาดเล็ก (เข็มปักแมลงเบอร์ 1) ติดปลายก้านไม้เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 ถึง 4 มิลลิเมตร
- ปากคีบปลายแหลม
- มีดผ่าตัด เบอร์ 24
- สไลด์แก้วขนาดความกว้าง 25.4 มิลลิเมตร ความยาว 76.2 มิลลิเมตร ความหนา 1.2 มิลลิเมตร
- กระจกปิดสไลด์ขนาดความกว้าง 22 มิลลิเมตร ความยาว 22 มิลลิเมตร
- น้ำยาสำหรับตรึงกระจกปิดสไลด์ชนิดชั่วคราว (temporary mounting media) เช่น glycerine jelly
- เอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 15, 70, 95 และ 100
- สารละลาย Entellan®
- กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ
- กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

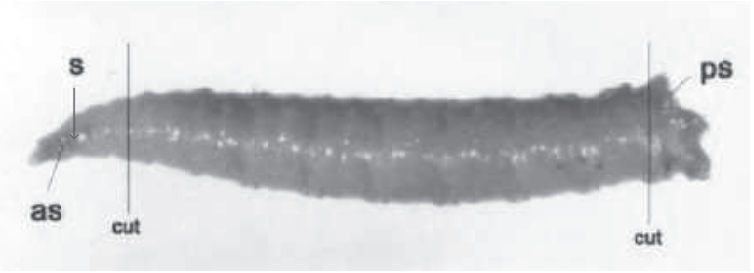
ขั้นตอน

◆ นำตัวอ่อนแมลงวันมาล้างโดยการกวนเบาๆ ในบีกเกอร์ที่มีน้ำเกลือหลายๆ ครั้งจนตัวอ่อนสะอาด

◆ ย้ายตัวอ่อนจากน้ำเกลือมาฆ่า โดยนำลงในบีกเกอร์อีกบีกเกอร์หนึ่งที่มีน้ำร้อน อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส นานประมาณ 2 ถึง 3 นาที (ตามวิธีของ Tantawi และ Greenberg[38])

◆ เมื่อตัวอ่อนตายแล้ว ย้ายตัวอ่อนจากน้ำร้อน โดยใช้ปากคีบปลายแหลมคีบตัวอ่อนทีละตัวมาวางบนสไลด์แก้ว

◆ ตัดตัวอ่อนภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ โดยใช้มีดผ่าตัดตัดตัวอ่อนออกเป็น 3 ส่วน คือส่วนหัว โดยตัดบริเวณกลางอกปล้องที่ 2 (รูปที่ 9.17) ให้มีส่วนของรูหายใจหน้าและหนามที่อยู่ระหว่างปล้องอกปล้องที่ 1 และอกปล้องที่ 2 และตัดที่ปล้องท้องปล้องที่ 8 ให้บางที่สุด แต่มีส่วนรูหายใจหลังอยู่อย่างสมบูรณ์ในส่วนท้าย



รูปที่ 9.17 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงตำแหน่งที่ตัดตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว ลูกศรชี้แสดงตำแหน่งของหนามระหว่างอกปล้องที่ 1 และอกปล้องที่ 2 ที่ผู้นิพนธ์ใช้เปรียบเทียบระหว่างชนิดของแมลงวันหัวเขียว (as, anterior spiracle; ps, posterior spiracle; s, spine) *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ*[2] *โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ Entomological Society of America หมายเลขอนุญาต 27587592)*

◆ ย้ายส่วนหัวและส่วนท้ายที่ตัดไว้ด้วยเข็มเขี่ย มาวางลงบนสไลด์แก้วแผ่นใหม่ ที่หยดสารละลาย glycerine jelly หรือ Entellan® ไว้กึ่งกลางสไลด์ โดยวางส่วนหัวให้ด้านข้างอยู่ด้านบน และให้ส่วนท้ายแสดงรูหายใจหลัง

◆ เติมสารละลาย glycerine jelly หรือ Entellan® อีก 1 หรือ 2 หยด และปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์

◆ วางสไลด์แก้วบนพื้นราบ จนสารละลาย glycerine jelly หรือ Entellan® แห้ง นำไปตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง โดยส่วนหัวจะดูที่จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า สัณฐานวิทยาของหนามระหว่างอกปล้องที่ 1 และอกปล้องที่ 2 และ cephalopharyngeal skeleton ส่วนท้ายของลำตัวจะดูสัณฐานวิทยาของรูหายใจหลัง ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่ใช้ในการระบุชนิดของตัวอ่อนแมลงวัน

วิจารณ์

การตัดตัวอ่อนแมลงวันที่มีลำตัวขนาดใหญ่ออกเป็น 3 ส่วน ทำให้ง่ายต่อการศึกษาสัณฐานวิทยาที่สำคัญของตัวอ่อน เพื่อที่จะระบุชนิดของแมลงวันได้ทันที วิธีการตัดนี้เป็นวิธีที่ผู้นิพนธ์และคณะได้คิดขึ้นเพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตาม ตัวอ่อนที่อยู่บนสไลด์แก้วไม่ได้ผ่านกรรมวิธีการตรึงสภาพและการถนอม ทำ

ให้ไม่สามารถเก็บรักษาสไลด์ของตัวอ่อนไว้ได้นาน จำเป็นต้องรีบระบุชนิดของแมลงวันทันที หากไม่สามารถหาน้ำยาสำหรับตรึงกระจกปิดสไลด์ชนิดชั่วคราว เช่น glycerine jelly ได้ อาจใช้น้ำยาสำหรับตรึงกระจกปิดสไลด์ชนิดถาวร เช่น สารละลาย Entellan® แทนได้ แต่ต้องพยายามซับน้ำออกจากตัวอ่อนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้[2]

2.1.2.2 การศึกษาสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนแมลงวันโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

การศึกษาสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนแมลงวัน ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด มีขั้นตอนและวิธีการศึกษาเหมือนกับการศึกษาระยะไข่ที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 2.1.1.2 ปัญหาที่สำคัญการศึกษาสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดคือ ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเหี่ยว ในปัจจุบันมีกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่ใช้สภาวะสูญญากาศต่ำ (low vacuum SEM ความดันระหว่าง 10 ถึง 30 Pa) และสภาวะใกล้ความดันบรรยากาศ (environmental SEM, ความดันระหว่าง 130 ถึง 2,600 Pa) ทำให้ไม่ต้องใช้ขบวนการเตรียมตัวอย่างที่ซับซ้อน และลดการเหี่ยวของตัวอย่างได้ แต่มีข้อด้อยคือไม่สามารถเก็บตัวอย่างไว้หลังจากดูด้วยกล้องแล้ว เนื่องจากไม่มีการเตรียมตัวอย่างให้แห้งก่อนการศึกษา ข้อด้อยอีกประการหนึ่งคือภาพที่ได้จะไม่คมชัดเท่าตัวอย่างที่เตรียมโดยวิธีปกติ

2.1.2.3 การผ่าตัวอ่อนระยะที่ 3 ของแมลงวันเพื่อศึกษาระบบย่อยอาหาร[39]

อุปกรณ์

- ตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวัน
- สารละลายน้ำเกลือ ความเข้มข้นร้อยละ 0.9
- สารละลาย phosphate buffer ค่าความเป็นกรดด่าง 7.4
- กระดาษกรอง
- น้ำร้อน อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส

• ปากคีบปลายแหลมสำหรับจับตัวอ่อน

• ปากคีบปลายแหลมสำหรับผ่าแมลง จำนวน 2 อัน

• สไลด์หลุม ขนาด กว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 7.5 เซนติเมตร

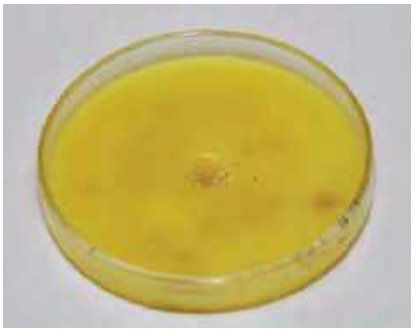
• Petri dish เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ภายในบรรจุพาราฟิน บริเวณกลางพาราฟิน ทำเป็นหลุม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร (รูปที่ 9.18)

• กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ

• เข็มขนาดเล็ก

• เข็มปักแมลง

• พู่กันขนาดเล็ก เบอร์ 0



รูปที่ 9.18 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดง Petri dish ที่บรรจุพาราฟิน *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

ขั้นตอน

◆ ล้างตัวอ่อนระยะที่ 3 ด้วยน้ำเกลือให้สะอาด โดยกวนเบาๆ หลายครั้ง

◆ ใช้ปากคีบปลายแหลม คีบตัวอ่อนที่ล้างแล้ว เข้าสู่กล่องที่รองด้วยกระดาษกรองเพื่อซับน้ำ

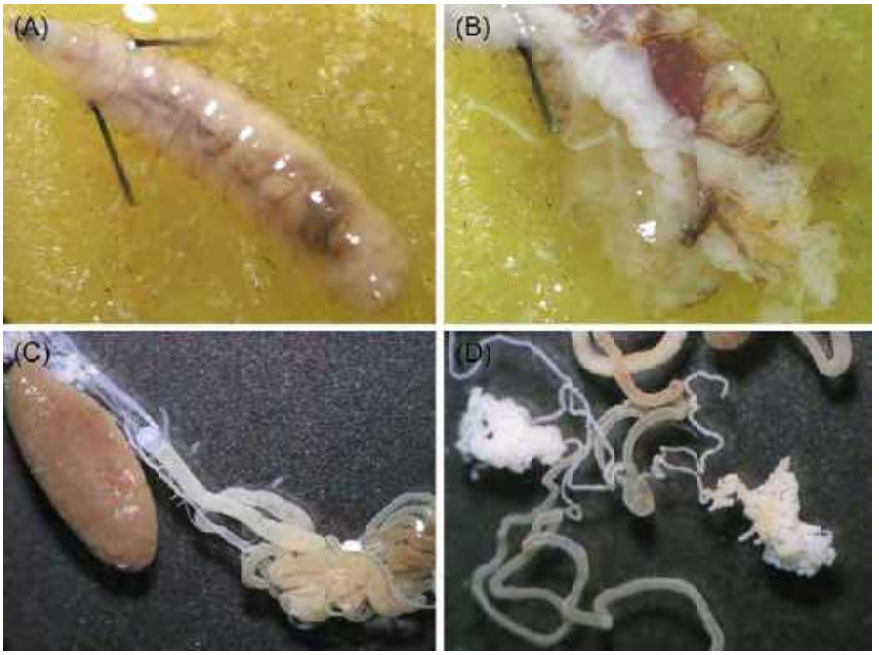
◆ ฆ่าตัวอ่อนโดยจุ่มลงในน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ถึง 3 นาที

◆ ใช้ปากคีบปลายแหลมคีบตัวอ่อนไปวางไว้ใน Petri dish ที่ภายในบรรจุพาราฟิน โดยวางไว้ในหลุมตรงกลาง

◆ ใช้เข็มปักแมลงปักบริเวณด้านข้างของอกปล้องที่ 1 โดยปักเข็มทะลุผ่านลำตัวตัวอ่อน และปักเข็มเข้าไปในพาราฟิน (รูปที่ 9.19A)

◆ หยดสารละลาย phosphate buffer ประมาณ 2 หรือ 3 หยด ลงบนตัวอ่อนและบริเวณรอบตัวอ่อน เพื่อป้องกันตัวอ่อนแห้ง

- ย้าย Petri dish ที่บรรจุพาราฟิน ไปวางไว้ใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ
- ใช้ปากคีบปลายแหลมฉีกส่วนท้องของตัวอ่อนในแนวกึ่งกลางลำตัวตามยาว โดยเริ่มจากส่วนท้ายลำตัว และไปทางส่วนหน้าลำตัว
- ล้างอวัยวะภายในด้วยสารละลาย phosphate buffer เพื่อล้าง fat body ออก
- ตัดผิวของตัวอ่อนออก เหลือไว้เฉพาะส่วนหัว ทำให้เหลือทางเดินอาหารติดอยู่กับ cephalophalyngeal skeleton (รูปที่ 9.19B)
- ย้ายทางเดินอาหารที่เลาะออกมาได้ ไปยังสไลด์หลุม ภายในหลุมใส่สารละลาย phosphate buffer ไว้
- แยกทางเดินอาหารส่วนปลาย ที่มีลักษณะเป็นขดออกจาก Malpighian tubules โดยใช้เข็มขนาดเล็กและพู่กัน จากนั้นค่อยๆ แยก fat body และ tracheole ออกจากทางเดินอาหาร (รูปที่ 9.19C, D)



รูปที่ 9.19 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงการผ่าตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* (A) ใช้เข็มปักแมลงตรึงแมลงไว้บนพาราฟิน (B) ตัดผิวลำตัวออก (C) ทางเดินอาหารที่ยังขดอยู่ (D) ทางเดินอาหารที่แยก fat body และ tracheole ออกแล้ว *(ภาพจากงานวิจัยของวรโชติ บุญศรีวงศ์และคณะ)*

วิจารณ์

การผ่าตัวอ่อนแมลงวันเป็นงานที่ต้องใช้ประสบการณ์ ผู้วิจัยและคณะได้รับความรู้จากการสอนและคำแนะนำของ Dr. Hiromu Kurahashi ผู้เชี่ยวชาญด้านแมลงวันในการผ่าตัวเต็มวัยแมลงวัน ต่อมา ดร. วรโชติ บุญศรีวงศ์และคณะ ได้เริ่มทดลองผ่าตัวอ่อนเพื่อศึกษาระบบย่อยอาหาร การผ่าตัวอ่อนต้องทำด้วยความระมัดระวังมาก อาจไม่สามารถประสบความสำเร็จในการทำครั้งแรก และต้องทำหลายครั้ง เนื่องจากทางเดินอาหารมีความบอบบาง ที่สำคัญคือต้องไม่ให้ตัวอย่างแห้ง จึงจำเป็นต้องหยดสารละลาย phosphate buffer ลงบนตัวอย่าง หากเห็นว่าตัวอย่างเริ่มแห้ง ในทางเดินอาหารส่วนกลางและส่วนปลายที่มีการขดกันมาก สามารถแยกจากกัน โดยการใช้เข็มปักแมลงค่อยๆ แยกทางเดินอาหารออกจนเป็นเส้นตรง นอกจากนี้ในบริเวณรอยต่อของทางเดินอาหารส่วนกลางและส่วนปลาย มีท่อ Malpighian tubules ยื่นออกมาทั้งสองข้าง การผ่าจึงต้องใช้ความระวังเป็นพิเศษ

2.1.3 การศึกษาสัณฐานวิทยาของดักแด้แมลงวัน

2.1.3.1 การศึกษาสัณฐานวิทยาของดักแด้แมลงวันโดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง[4]

อุปกรณ์

- ดักแด้แมลงวัน หลังจากตัวเต็มวัยออกไปแล้ว ที่มีชิ้นส่วนของปล้องอกปล้องที่ 1 ถึงปล้องอกปล้องที่ 3 (รูปร่างคล้ายสามเหลี่ยม) ติดอยู่ (รูปที่ 9.20A)
- บีกเกอร์ความจุ 100 มิลลิลิตร
- น้ำสะอาด
- สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 20
- สไลด์แก้วขนาดความกว้าง 25.4 มิลลิเมตร ความยาว 76.2 มิลลิเมตร ความหนา 1.2 มิลลิเมตร
- กระจกปิดสไลด์ขนาดความกว้าง 22 มิลลิเมตร ความยาว 22 มิลลิเมตร
- น้ำยาสำหรับตรึงกระจกปิดสไลด์ชนิดชั่วคราว เช่น glycerine jelly

- มีดผ่าตัดเบอร์ 24
- ปากคีบปลายแหลม
- กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ
- กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

ขั้นตอน

◆ ล้างดักแด้แมลงวันด้วยน้ำสะอาดหรือน้ำกลั่นหลายๆ ครั้งโดยการกวนเบาๆ ในบีกเกอร์

◆ แช่เปลือกดักแด้แมลงวันและชิ้นส่วนของปล้องอกปล้องที่ 1 ถึงปล้องอกปล้องที่ 3 ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ นาน 3 วัน

◆ คีบชิ้นส่วนของปล้องอกปล้องที่ 1 ถึงปล้องอกปล้องที่ 3 วางบนสไลด์แก้ว

◆ หยดน้ำยาสำหรับตรึงกระจกปิดสไลด์ชนิดชั่วคราว เช่น glycerine jelly ลงบนชิ้นดักแด้ ปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์ วางทิ้งไว้ 2 ถึง 3 นาที

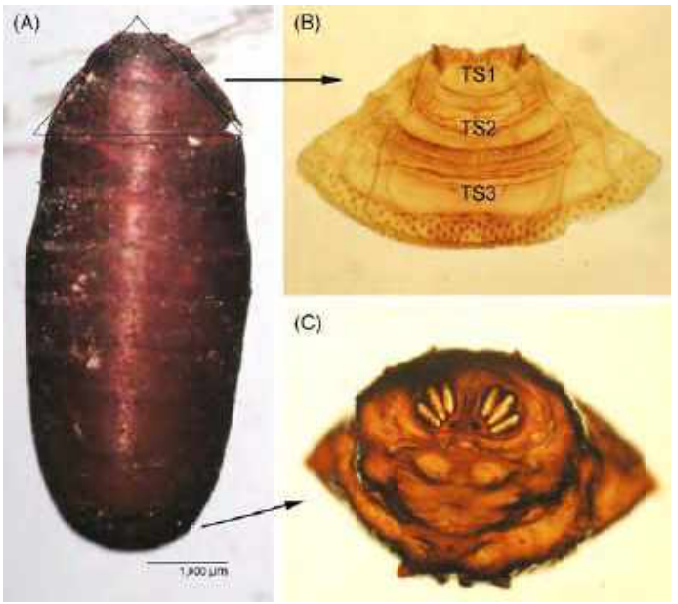
◆ นำตัวอย่างมาดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (รูปที่ 9.20B)

◆ คีบดักแด้ทีละตัวด้วยปากคีบปลายแหลมวางบนสไลด์แก้ว ใช้มีดผ่าตัด ตัดส่วนท้ายดักแด้ที่ปล้องท้องปล้องที่ 7 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ เพื่อจะดูสัณฐานวิทยาของรูหายใจหลัง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในการระบุชนิดของตัวอ่อนและดักแด้แมลงวัน

◆ นำส่วนท้ายลำตัว วางบนสไลด์แก้ว (รูปที่ 9.20C)

◆ หยดน้ำยาสำหรับตรึงกระจกปิดสไลด์ชนิดชั่วคราว ลงบนชิ้นดักแด้ ปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์ วางทิ้งไว้ 2 ถึง 3 นาที

◆ นำตัวอย่างมาดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง



รูปที่ 9.20 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงดักแด้แมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* (A) ดักแด้แมลงวันหัวเขียว ที่ตัวเต็มวัยออกไปแล้ว (B) ดักแด้แสดงปล้องอกปล้องที่ 1 ถึงปล้องอกปล้องที่ 3 หลังการแช่ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 20 (TS, thoracic segment) (C) ดักแด้แสดงปล้องท้องปล้องที่ 8 เห็นรูหายใจหลัง *(ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ)*

วิจารณ์

ดักแด้แมลงวันหัวเขียวเป็นระยะที่มีเปลือกด้านนอกแข็ง และมีสัณฐานวิทยาภายนอกคล้ายคลึงกัน อย่างไรก็ตามส่วนท้ายของดักแด้มีรูหายใจหลังที่ยังคงรูปร่างเหมือนกับในตัวอ่อนระยะที่ 3 และมีความแตกต่างกันในแมลงวันแต่ละชนิด เนื่องจากระยะดักแด้มีผิวที่หนาและแข็ง ทำให้ไม่สามารถศึกษาสัณฐานวิทยาภายนอกโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงได้

สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์มีฤทธิ์เป็นด่าง สามารถย่อยสลายเนื้อเยื่อได้ จึงมีการใช้มานานเพื่อทำให้เนื้อเยื่อใส เช่น ใช้ในการตรวจหาเส้นสายของเชื้อรา (fungus hyphae) โดยที่สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ไปละลายเนื้อเยื่อที่ขูดออกมา ทำให้เห็นเส้นสายของเชื้อราได้ชัดขึ้น[40] และการทำความสะอาดโครง

กระดูกที่ใช้ตั้งแสดง[41] การแช่ดักแด้ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ทำให้เปลือกดักแด้อ่อนนุ่มขึ้นและมีความใสขึ้น เมื่อตัดส่วนท้ายของดักแด้และนำมาวางบนสไลด์แก้วและปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์ ทำให้สามารถเห็นสัณฐานของรูหายใจหลัง เพื่อระบุชนิดของดักแด้ได้ วิธีการนี้มีประโยชน์ในงานด้านนิติเวชกีฏวิทยาในกรณีที่พบเฉพาะระยะดักแด้ในศพ และต้องการประมาณระยะเวลาหลังการตาย วิธีการแช่ดักแด้ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 20 เป็นวิธีที่ง่าย ไม่ซับซ้อน และไม่ใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง

2.1.3.2 การศึกษาสัณฐานวิทยาของดักแด้แมลงวันโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

อุปกรณ์

• ดักแด้แมลงวัน อาจเป็นดักแด้สด หรือดักแด้ที่ถนอมในน้ำยาเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 70
• ขวด ขนาดความจุ 50 ถึง 200 มิลลิลิตร มีฝาปิด
• น้ำสะอาดหรือน้ำกลั่น
• อ่างน้ำที่มีระบบเขย่า หรือ เครื่องแม่เหล็กกวนสาร (magnetic stirrer)
• กระดาษชำระ
• ปากคีบปลายแหลม
• ทองคำ
• เทปโลหะกาว 2 ด้าน
• เครื่องมือสำหรับเคลือบทองคำบนตัวอย่าง
• กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ขั้นตอน

◆ เตรียมดักแด้แมลงวันที่ทำการศึกษา หากเป็นดักแด้ขนาดใหญ่ เช่น แมลงวันหลังลาย แมลงวันหัวเขียว แมลงวันบ้าน เป็นต้น ต้องล้างให้ผิวสะอาด ส่วนดักแด้ขนาดเล็กเช่น ดักแด้ของแมลงวัน *Megaselia scalaris* ไม่จำเป็นต้องล้าง สามารถนำไปติดแท่นโลหะได้เลย

- นำดักแด้ที่ต้องล้างใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 200 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร และแท่งแม่เหล็กสำหรับกวน 1 แท่ง
- นำบีกเกอร์ที่มีดักแด้วางบนเครื่องแม่เหล็กกวนสาร เปิดเครื่องให้แท่งแม่เหล็กกวนเบาๆ (ประมาณความแรงขีด 2 ในทั้งหมด 10 ขีด) ใช้เวลากวน 20 ถึง 30 นาที จากนั้นรินน้ำกลั่นเดิมทิ้งและล้างด้วยน้ำกลั่นอีก 2 ครั้ง
- ใช้กระดาษชำระค่อยๆ ซับน้ำที่เหลืออยู่ออกให้มากที่สุด และปล่อยให้ตัวอย่างแห้งที่อุณหภูมิห้อง
- ใช้ปากคีบปลายแหลม คีบดักแด้ที่ทำความสะอาดแล้ว มาติดบนแท่นโลหะด้วยเทปโลหะกาว 2 ด้าน
- นำไปเคลือบทองคำด้วยเครื่องมือสำหรับเคลือบทองคำบนตัวอย่าง นาน 30 ถึง 50 วินาที ขึ้นอยู่กับขนาดตัวอย่างว่ามีขนาดใหญ่หรือเล็ก
- นำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

วิจารณ์

ดักแด้แมลงวันมีโครงสร้างภายนอกแข็ง สามารถนำไปเคลือบทองและศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดได้ทันที อย่างไรก็ตามผิวนอกของดักแด้มักมีสิ่งสกปรกติดอยู่ จุดสำคัญของการศึกษาสัณฐานวิทยาของดักแด้แมลงวันโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด คือต้องทำให้ตัวอย่างมีผิวนอกสะอาดมากที่สุด การล้างด้วยน้ำกลั่นทำให้ผิวดักแด้สะอาด และสามารถเห็นสัณฐานวิทยาจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ผู้นิพนธ์และคณะได้ทำการศึกษาดักแด้แมลงวันหลายชนิด[42;43] พบว่าการล้างด้วยน้ำกลั่นสำหรับตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ทำให้รูปที่ถ่ายออกมาไม่มีขยะ ส่วนตัวอย่างขนาดเล็กอาจไม่จำเป็นต้องล้าง วิธีล้างที่ผู้นิพนธ์และคณะได้ทดลองมีตั้งแต่การล้างด้วยน้ำกลั่นหลายครั้ง[44] น้ำผสมผงซักฟอก[45] และการล้างด้วยน้ำกลั่นในอ่างน้ำอุ่นที่มีระบบสั่น[46;47] พบว่าการล้างด้วยเครื่องเขย่าเป็นวิธีการล้างที่ได้ผลดี ซึ่งต่อมาผู้นิพนธ์ได้ทดลองใช้เครื่องแม่เหล็กกวนสาร พบว่าใช้งานง่ายและได้ผลเช่นเดียวกับการล้างด้วยเครื่องเขย่า

2.1.4 การศึกษาสัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัยแมลงวัน

2.1.4.1 การศึกษาสัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัยแมลงวันภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

อุปกรณ์

• ตัวเต็มวัยแมลงวัน อาจเป็นตัวเต็มวัยที่สดและฆ่าโดยการนำไปใส่ตู้เย็นหรือตู้แช่ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หรือตัวเต็มวัยที่ถนอมในเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70

อุปกรณ์อื่น เช่นเดียวกับการศึกษาระยะไข่และตัวอ่อน ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ขั้นตอน

◆ มีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง เช่นเดียวกับการศึกษาระยะไข่และตัวอ่อนภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

วิจารณ์

การศึกษาสัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัยแมลงวัน ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด มีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับการศึกษาระยะไข่และตัวอ่อน คือต้องตรึงสภาพด้วย glutaraldehyde ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ในสารละลาย phosphate buffer ค่าความเป็นกรดด่าง 7.4 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ตามด้วยการตรึงสภาพครั้งที่ 2 ด้วย osmium tetroxide ความเข้มข้นร้อยละ 1 ที่อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง และดึงน้ำออกโดยการแช่ในเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นต่างๆ[48] ผู้นิพนธ์ได้ศึกษาสัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัยแมลงวันภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยใช้วิธีการดังกล่าว[49] พบว่าได้ผลดี ต่อมาได้ทดลองตัดขั้นตอนการตรึงสภาพและการดูดน้ำออก เช่นเดียวกับการเตรียมตัวอย่างระยะดักแด้ เนื่องจากผิวของตัวเต็มวัยมีลักษณะค่อนข้างแข็งและแห้ง โดยนำแมลงวันไปติดกับแท่นโลหะด้วยเทปโลหะกาว 2 ด้าน และนำไปเคลือบทองคำ

ด้วยเครื่อง ใช้เวลานาน 2 นาที เนื่องจากตัวอย่างมีขนาดใหญ่จึงจำเป็นต้องใช้เวลาในการเคลือบทองคำค่อนข้างนาน และนำไปดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยผลที่ได้ไม่แตกต่างกัน[50] เนื่องจากตัวอย่างไม่ได้มีการตรึงสภาพและการดูดน้ำออก ทำให้ไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานหลังจากการดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนได้ อย่างไรก็ตามยังไม่ได้มีการศึกษาถึงระยะเวลาที่สามารถเก็บตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการตรึงสภาพก่อนเคลือบทองว่า จะเก็บได้นานเท่าใด ผู้นิพนธ์มีความคิดเห็นว่า การเตรียมตัวอย่างตัวเต็มวัยโดยการตัดขั้นตอนการตรึงสภาพและการดูดน้ำออก ควรกระทำในกรณีมีจำนวนตัวอย่างจำนวนมาก และหาได้ง่ายเท่านั้น

2.1.4.2 การผ่าตัวเต็มวัยแมลงวันเพื่อศึกษาระบบย่อยอาหาร

อุปกรณ์

- ตัวเต็มวัยแมลงวัน
- ตู้เย็นหรือตู้แช่ อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส
- สารละลาย phosphate buffer ค่าความเป็นกรดด่าง 7.4
- ปากคีบปลายแหลมสำหรับผ่าแมลง จำนวน 2 อัน
- Petri dish เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ภายในบรรจุพาราฟิน บริเวณกลางพาราฟิน ทำเป็นหลุม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร
- กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ
- เข็มปักแมลง
- เข็มขนาดเล็ก
- สไลด์หลุม ขนาด กว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 7.5 เซนติเมตร
- พู่กันขนาดเล็ก

ขั้นตอน

- ฆ่าแมลงวันโดยการนำไปใส่ตู้แช่ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที
- ดึงปีกและขาออก
- วางแมลงวันใน Petri dish ที่ภายในบรรจุพาราฟิน โดยวางไว้ในหลุมตรงกลาง ให้ด้านท้องอยู่ด้านบน

◆ ใช้เข็มปักแมลงปักบริเวณด้านข้างของส่วนอก โดยปักเข็มทะลุผ่านผิวด้านข้างของลำตัว และปักเข็มเข้าไปในพาราฟิน (รูปที่ 9.21A)

◆ หยดสารละลาย phosphate buffer 2 หรือ 3 หยด ลงบนตัวแมลงวัน และบริเวณรอบ เพื่อป้องกันแมลงวันแห้ง

◆ ย้าย Petri dish ที่ภายในบรรจุพาราฟิน ไปวางไว้ใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ ใช้ปากคีบปลายแหลมฉีกส่วนท้องในแนวกึ่งกลางลำตัวตามความยาว โดยเริ่มจากส่วนท้ายของลำตัวไปทางส่วนหน้า โดยดึงแผ่นแข็งส่วนท้องออกจากลำตัว จะเห็นอวัยวะภายใน

◆ ล้างอวัยวะภายในด้วยสารละลาย phosphate buffer เพื่อล้าง fat body และเศษชิ้นเนื้อออก จะเห็นส่วนท้ายของทางเดินอาหาร

◆ ย้ายแมลงวัน ไปยังสไลด์หลุม ภายในหลุมมีสารละลาย phosphate buffer

◆ ค่อยๆ เขี่ยให้ทางเดินอาหารแยกออกจากกัน ส่วนท้ายของทางเดินอาหารที่อยู่ในส่วนท้องจะขดกัน ส่วนกลางของทางเดินอาหารที่อยู่บริเวณอกมีลักษณะเป็นท่อตรง อยู่ระหว่างกล้ามเนื้ออก

◆ ค่อยๆ เขี่ยส่วนหัว ส่วนอกและส่วนท้อง (รูปที่ 9.21B,C,D) เพื่อให้เห็นทางเดินอาหารในส่วนเหล่านี้

วิจารณ์

การผ่าตัวเต็มวัยแมลงวันเพื่อศึกษาทางเดินอาหารของระบบย่อยอาหาร มีลักษณะคล้ายกับการผ่าตัวอ่อน ผู้นิพนธ์และคณะได้รับความรู้จาก Dr. Hiromu Kurahashi ต่อมา ดร. วรโชติ บุญศรีวงศ์และคณะ ได้ทำการศึกษาในระบบย่อยอาหาร และ ดร. ธารินี ไชยวงศ์ ได้ทำการศึกษาในระบบสืบพันธุ์ ส่วนที่ต้องใช้ความพยายามมากในการผ่าคือ ส่วนอกและส่วนหัว บริเวณอกจะมีกล้ามเนื้อมาก และมีอวัยวะในระบบย่อยอาหารที่อาจฉีกขาดง่ายได้แก่ หลอดอาหาร ต่อมน้ำลาย และทางเดินอาหารส่วนต้นที่มีลักษณะบอบบางมาก ส่วนหัวแมลงวันมีลักษณะแข็งและอวัยวะในระบบย่อยอาหารในส่วนนี้มีลักษณะบอบบางเช่นกัน การผ่าส่วนหัวทำโดยการดึงส่วนตาและ เปลือกแข็งส่วนหัวออกไป เหลือไว้เฉพาะส่วนปากที่ติดต่อกับหลอดอาหารเท่านั้น ในตัวเต็มวัยแมลงวันเพศเมียเมื่อผ่าเปิดท้อง จะพบอวัยวะสืบพันธุ์คือรังไข่ขนาดใหญ่อยู่ในส่วนท้อง ซึ่งแตกต่างจากของเพศผู้ที่มีอัณฑะขนาดเล็ก

รูปที่ 9.21 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แสดงการผ่าตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ เพื่อศึกษาระบบย่อยอาหาร (A) ใช้เข็มปักแมลงตรึงแมลงไว้บนพาราฟิน (B) ค่อยๆ เขี่ยให้ทางเดินอาหารแยกออกจากกัน โดยเฉพาะส่วนหัวที่ติดกับปาก (ลูกศรชี้) (C) ทางเดินอาหารส่วนต้น (D) ทางเดินอาหารส่วนปลายที่แยก fat body และ tracheole ออกแล้ว *(ภาพจากงานวิจัยของวรโชติ บุญศรีวงศ์และคณะ)*

2.2 การสำรวจแมลงวันในภาคสนาม

❖ วิธีการสำรวจประชากรแมลงวัน

ผู้นิพนธ์สำรวจประชากรแมลงวันโดยใช้วิธีคือ ใช้กรงดักแมลงวันและใช้สวิงโฉบ ในการสำรวจชนิดของแมลงวันในชุมชนและในป่า

2.2.1 การจับตัวเต็มวัยแมลงวันโดยใช้กรงดักแมลงวัน

อุปกรณ์

• กรงดักแมลงวันขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ความยาว 30 เซนติเมตร ความสูง 30 เซนติเมตร ด้านล่างมีลักษณะเป็นโดมรูปกรวย ส่วนยอดมีรูเปิดให้แมลงวันบินผ่านเข้าสู่ส่วนเก็บ

• เครื่องในหมูหรือเครื่องในวัวเน่า 1 วัน น้ำหนัก 500 กรัม ถึง 1 กิโลกรัม

• เครื่องบอกตำแหน่งบนพื้นโลก (Global positioning system: GPS) (รูปที่ 9.22A)

• เครื่องวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ (รูปที่ 9.22B)

• เครื่องวัดความเข้มแสง (รูปที่ 9.22C)

• กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

• สมุดบันทึก

รูปที่ 9.22 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงอุปกรณ์ในการสำรวจแมลงวัน (A) เครื่องบอกตำแหน่งบนพื้นโลก (B) เครื่องวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ (C) เครื่องวัดความเข้มแสง *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

ขั้นตอน

◆ นำกรงไปวางในบริเวณที่ต้องการสำรวจประชากรแมลงวัน

◆ วางจานที่ใส่เครื่องในหมูหรือเครื่องในวัวเน่า ไว้ใต้ส่วนโดมรูปกรวยใต้กรงดัก เพื่อเป็นเหยื่อล่อแมลงวัน

◆ บันทึกข้อมูลทางภูมิศาสตร์และกายภาพ คือ พิกัดทางภูมิศาสตร์ ความสูงจากระดับน้ำทะเล อุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสง

◆ บันทึกภาพพื้นที่โดยรอบกรง เพื่อเป็นหลักฐานทางกายภาพถึงสภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่ทำการศึกษา

◆ วางกรงทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง หรืออาจวางไว้นาน 3 ชั่วโมง

◆ เมื่อครบเวลาที่กำหนดไว้ นำเหยื่อล่อออก และปิดรูทางเข้าของแมลงวันด้วยถุงพลาสติกม้วนเป็นก้อนกลม

◆ นำกรงกลับมายังห้องปฏิบัติการ

◆ แช่กรงในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เพื่อสลบแมลงวัน

◆ นำแมลงวันออกจากกรง คัดแยกเพศและระบุชนิดอย่างรวดเร็ว ก่อนที่แมลงวันจะฟื้นจากสลบ และแยกใส่กรงใหม่เพื่อขยายพันธุ์ หรือทำการศึกษาต่อไป

2.2.2 การจับตัวเต็มวัยแมลงวันโดยใช้สวิงโฉบ

อุปกรณ์

• สวิงสำหรับจับแมลง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร (รูปที่ 9.23A)

• เครื่องในหมูหรือเครื่องในวัวเน่า 1 วัน น้ำหนัก 500 กรัม บรรจุในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิด

• แผ่นพลาสติกสีเหลืองสด เพื่อดึงดูดแมลงวัน (รูปที่ 9.23B)

• ขวดฆ่าแมลงขนาดพกพา (ภายในบรรจุสำลีที่ชุ่มด้วยเอทิลอีเทอร์หรือเอทิลอะแซเตรตที่ก้นขวด) (รูปที่ 9.23C)

• ขวดใสเพื่อเก็บตัวอย่างแมลงวัน (รูปที่ 9.23C)

• ปากกาเมจิกเพื่อเขียนบนขวดใส (รูปที่ 9.23C)

• เครื่องบอกตำแหน่งบนพื้นโลก

• เครื่องวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์

• เครื่องวัดความเข้มของแสง

• กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

• สมุดบันทึก

• กรงเลี้ยงขนาดเล็ก (ความกว้าง 15 เซนติเมตร ความยาว 15 เซนติเมตร ความสูง 15 เซนติเมตร)

• ถุงมือพลาสติก ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง

ขั้นตอน

◆ เลือกสถานที่ที่จะทำการสำรวจประชากรแมลงวัน จากประสบการณ์วิจัยของผู้นิพนธ์และคณะพบว่า ควรเป็นบริเวณร่มเงาที่มีแสงแดดส่องถึง มีลมพัดอ่อนๆ

◆ บันทึกข้อมูลทางภูมิศาสตร์และกายภาพ คือ พิกัดทางภูมิศาสตร์ ความสูงจากระดับน้ำทะเล อุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสง

◆ บันทึกภาพพื้นที่โดยรอบ เพื่อเป็นหลักฐานทางกายภาพที่แสดงถึงสภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่ทำการศึกษา

◆ สวมถุงมือ

◆ เปิดกล่องพลาสติกที่มีเหยื่อ และวางกล่องไว้ตรงกลางแผ่นพลาสติกสีเหลืองสด

◆ เตรียมอุปกรณ์สำหรับจับแมลงวันให้พร้อม เช่น ขวดฆ่าแมลงและขวดใสที่เตรียมไว้ใส่แมลงวันที่ตายแล้ว จากขวดฆ่าแมลง

◆ ยืนนิ่งๆ สังเกตว่ามีแมลงวันมาเกาะที่เหยื่อหรือไม่ ควรยืนให้ห่างจากแผ่นพลาสติกประมาณ 1 เมตร

◆ เมื่อมีแมลงวันเข้ามาตอมเหยื่อ ใช้สวิงครอบไปที่เหยื่อ (รูปที่ 9.23D) หรือใช้วิธีโฉบ

◆ เมื่อใช้สวิงโฉบแมลงวันได้ ใช้มือรวบตาข่ายให้แมลงวันอยู่ในตาข่าย หากต้องการแมลงวันไปเลี้ยงต่อ ให้ย้ายแมลงวันใส่ในกรงเลี้ยงขนาดเล็กที่นำไปด้วย แต่หากต้องการตัวอย่างเพื่อศึกษาสัณฐานวิทยาให้ดำเนินการต่อไปคือ

◆ จับขวดฆ่าแมลงและดันเข้าไปยังสวิง เปิดขวดและดันผ่านมืออีกข้าง ที่รวบตาข่ายสวิงไว้

◆ ค่อยๆ ดันขวดเข้าหาตัวแมลงวันจนแมลงวันเข้าไปในขวด (รูปที่ 9.23E)

◆ ปิดฝาขวด

◆ เมื่อแมลงตายแล้ว เทแมลงวันจากขวดฆ่าแมลงใส่ในขวดใส บันทึกสถานที่ที่จับ ด้วยปากกาเมจิก

◆ ปิดฝาขวดใส เก็บขวดที่มีตัวอย่างแมลงวันเพื่อนำไปยังห้องปฏิบัติการ

รูปที่ 9.23 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงอุปกรณ์ในการจับแมลงโดยใช้สวิง (A) สวิง แบบด้ามต่อกันได้ (B) แผ่นพลาสติกสีเหลือง (C) ขวดฆ่าแมลง (รูปบน), ขวดใสเพื่อเก็บตัวอย่างแมลงวัน (รูปล่าง) และปากกาเมจิก (D) การใช้สวิงจับแมลงวัน (E) ฆ่าแมลงในสวิงโดยดันให้เข้าขวดฆ่าแมลง *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

ข้อควรระวังในการจับแมลงวันภาคสนาม

ควรแต่งกายด้วยความรัดกุม เช่น กางเกงขายาวและเสื้อแขนยาว จากประสบการณ์ของผู้นิพนธ์พบว่า ช่วงขณะยืนรอแมลงวันที่เหยื่อ หรือระหว่างการจับแมลงวันด้วยสวิง ในช่วงฤดูฝนหรือต้นฤดูหนาวที่มีความชื้นสูง ทากอาจไต่ข้อเท้าและดูดเลือดได้ แมลง ยุงอาจกัดหรือดูดเลือด ทำให้เกิดอาการบวมบริเวณที่ถูกแมลงหรือยุงกัด

วิจารณ์

การสำรวจประชากรแมลงวัน มีประโยชน์ทั้งในการหาชนิดแมลงวันและความหนาแน่นในพื้นที่ต่างๆ ถือว่าเป็นกลยุทธ์ที่จำเป็นในการวางแผนเพื่อควบคุมจำนวนประชากรแมลงวัน ซึ่งจะต้องทราบถึงความหนาแน่นคือจำนวนแมลงวันต่อพื้นที่หนึ่งๆ[51] อย่างไรก็ตามการสำรวจประชากรแมลงวันไม่สามารถบ่งบอกถึงจำนวนแมลงวันที่แท้จริงได้ เนื่องจากไม่สามารถจับแมลงวันทุกตัวที่อยู่ในบริเวณนั้นได้หมด ผลที่ได้เป็นเพียงดัชนีหนึ่ง ที่นำมาพิจารณาประกอบการควบคุมจำนวนแมลงวันเท่านั้น นอกจากนี้การสำรวจแมลงวันยังเป็นการหาแมลงวันที่มีชีวิต เพื่อนำมาขยายพันธุ์ในห้องปฏิบัติการสำหรับใช้ในการวิจัยในอนาคต

การสำรวจโดยใช้กรงดักและการใช้สวิงโฉบ จำเป็นต้องใช้เหยื่อที่มีประสิทธิภาพ ผู้นิพนธ์และคณะพบว่า เครื่องในหมูเน่า 1 วัน เป็นเหยื่อที่สามารถดึงดูดแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala*[6] และเครื่องในวัวสด เป็นเหยื่อที่สามารถดึงดูดแมลงวันบ้าน[52] ได้ดีที่สุดในกรงเลี้ยงและในอุโมงค์ลม ตามลำดับ

องค์การอนามัยโลก[51] แนะนำ 4 วิธีหลักในการสำรวจประชากรของตัวเต็มวัยแมลงวัน ดังนี้

1) **แผงสำรวจแมลงวัน** (Fly grill count) เป็นการนับจำนวนตัวเต็มวัยแมลงวันที่บินมาเกาะแผงไม้ (grill) นิยมเรียกว่า Schudder grill ทำจากแผ่นไม้ มักทาด้วยสีขาว ขนาดกว้าง ¾ นิ้ว จำนวน 16 ถึง 24 แผ่นมาเรียงต่อกัน มีความยาวทั้งหมด 24 นิ้ว โดยมีระยะห่างระหว่างแผ่นไม้เท่ากัน (ประมาณ 2 เซนติเมตร) และเชื่อมกันด้วยแผ่นไม้ตีเป็นรูปอักษร Z ที่ด้านล่าง

การสำรวจทำได้โดยนำแผงไม้วางไว้ในบริเวณที่มีแมลงวันชุกชุม นับจำนวนแมลงวันที่บินมาเกาะแผงภายในเวลา 30 วินาที การสำรวจในแต่ละจุดควรกระทำซ้ำ 3 ถึง 5 ครั้ง และนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

การสำรวจโดยวิธีนี้มีข้อดีคือ เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก แต่มีข้อด้อยคือ ถ้าแมลงวันอยู่รวมกลุ่มกันหรืออยู่กระจายจะทำให้การนับเป็นไปได้ยาก นอกจากนี้ยังขึ้นกับปัจจัยอื่นคือ สภาพอากาศของบริเวณที่ทำการสำรวจ วิธีการนี้ควรทำในช่วงเวลาเดียวกันเพื่อการเปรียบเทียบผล

2) **วิธีนับจำนวนแมลงวันบนพื้นผิวที่ถูกยึดอยู่กับที่** เช่น ผนัง แอ่งอาหาร คอกสัตว์ บนตัวสัตว์ มีความเหมาะสมเมื่อจำนวนของแมลงวันค่อนข้างคงที่ การสำรวจโดยวิธีนี้มีข้อดีคือ เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก ทำได้รวดเร็ว แต่มีข้อด้อยคือ ค่อนข้างใช้ความรู้สึกของผู้สำรวจ (subjective) ในการประเมิน และความเที่ยงตรงขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้สำรวจ

3) **การจับแมลงวันด้วยกระดาษมียางเหนียว** (sticky paper) เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้สำรวจความหนาแน่นของประชากรแมลงวัน โดยเฉพาะบริเวณในอาคาร คอกสัตว์ หรือห้องที่มีมนุษย์อยู่ ข้อดีของวิธีนี้คือ เป็นวิธีที่ไว (sensitive) ต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของจำนวนแมลงวัน และมีประสิทธิภาพแม้มีประชากรแมลงวันจำนวนน้อย อย่างไรก็ตามมีข้อด้อยคือ จำนวนของแมลงวันที่จับได้ขึ้นอยู่กับสถานที่ที่วางกระดาษ การเก็บกระดาษอาจมีความยุ่งยาก และจากประสบการณ์การวิจัยของผู้นิพนธ์และคณะพบว่า การระบุชนิดของแมลงวันที่บินมาติดกระดาษที่มียางเหนียวบางครั้งไม่สามารถทำได้ เนื่องจากจะต้องใช้ปากคีบปลายแหลมดึงตัวแมลงวันที่ติดอยู่ออกมาจากกระดาษเหนียว ทำให้ขา ปีก หรือเส้นขน อาจหลุดไป ทำให้ระบุชนิดได้ยาก

4) **การจับแมลงวันโดยกรงที่มีเหยื่อล่อ** เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมแพร่หลายในการสำรวจประชากรแมลงวัน โดยเหยื่อที่ใช้มักเป็นปลาเน่า เครื่องในสัตว์และผลไม้เน่า กรงที่นิยมใช้กันคือ กรงดักแมลงวันโดย Pratt และคณะ[51] มีลักษณะเป็นกรงทรงกระบอก แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนล่างสุด ทรงกระบอกมีความสูง 4 ½ นิ้ว ผิวรอบบุด้วยตะแกรง สำหรับวางเหยื่อ ส่วนกลางเป็นทรงกระบอก สูง 8 ¼ นิ้ว ผิวรอบบุด้วยตะแกรง ฐานของส่วนนี้มีลักษณะเป็นกรวย ความสูงของกรวย 2 ½ นิ้ว ปลายกรวยมีรูเปิดให้แมลงวันที่บินมาตอมหรือกินเหยื่อบินขึ้นด้านบนของกรง ส่วนบนสุดมีลักษณะเป็นทรงกระบอกที่เป็นฝาปิด ความสูง 1 นิ้ว ผิวบุด้วยตะแกรงลวด อย่างไรก็ตามกรงดักแมลงวันที่ใช้ในแต่ละการศึกษามีขนาดและลักษณะแตกต่างกัน ศาสตราจารย์สุภัทร สุจริตและคณะ ใช้กรงรูปทรงกระบอก

ขนาดความสูง 45 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 29 เซนติเมตร ในการสำรวจแมลงวันในภาคกลางของราชอาณาจักรไทย[53] ในขณะที่ Suenaga และ Kurahashi ออกแบบกรงดักโดยใช้ถังน้ำ สามารถวางทิ้งไว้ในภาคสนามได้หลายวันและป้องกันฝนได้[54]

การใช้กรงดักและการใช้สวิงโฉบเป็นการจับแมลงวันโดยมีเหยื่อล่อ ทั้งสองวิธีให้ผลดีต่างกัน จากประสบการณ์ของผู้นิพนธ์ และจากการสอบถาม Dr. Hiromu Kurahashi ผู้เชี่ยวชาญด้านการสำรวจแมลงวัน สามารถสรุปข้อดีและข้อด้อยของทั้งสองวิธีได้ในตารางที่ 9.3

การใช้สวิงจับเป็นวิธีสำรวจแมลงวันที่ได้รับการยอมรับ มีหลายรายงานที่ใช้วิธีดังกล่าว[53;55] เช่นเดียวกับการใช้กรงดักในการสำรวจแมลงวัน

Hall[56] แบ่งประเภทของกับดักแมลงวัน (trap) ไว้หลายแบบ ที่สำคัญคือ

• กับดักรูปกรวย (cone trap) มีการติดตั้งกรวยคว่ำไว้เหนือเหยื่อ และต่อไปยังบริเวณเก็บแมลงวัน เมื่อแมลงวันมาตอมเหยื่อและบินขึ้นจะเข้าไปอยู่ในบริเวณเก็บแมลงวัน ส่วนใหญ่ของกับดักแมลงวันที่ใช้เป็นกับดักรูปกรวย

• กับดักที่ใช้ทิศทางลมเป็นตัวกำหนด (wind oriented trap) มีการติดตั้งกรวยคว่ำด้านข้าง กลิ่นของเหยื่อจะล่อให้แมลงบินสวนกับกระแสลมเข้าไปยังกับดัก และบินขึ้นเข้าไปอยู่ในบริเวณเก็บแมลงวัน

• กับดักรูปถัง (bait bin) เป็นถังที่มีกรวยด้านข้าง ด้านในมีเหยื่อล่อที่มีกลิ่น เมื่อแมลงวันบินเข้ากรวยด้านข้างถังจะไม่สามารถบินออกได้

• กับดักชนิดกาวเหนียว เป็นการวางกาวเหนียวรอบเหยื่อล่อเมื่อแมลงบินเข้าหาเหยื่อจะติดกับกาวเหนียว

ตารางที่ 9.3 การเปรียบเทียบจุดเด่นและจุดด้อยของการจับแมลงวันโดยใช้กรงดักและใช้สวิงโฉบ

	กรงดัก	สวิงโฉบ
จุดเด่น	• ได้แมลงวันจำนวนมาก • ไม่จำเป็นต้องเฝ้า วางกรงได้หลายจุด • ได้แมลงวันที่ค่อนข้างคุ้นเคยกับมนุษย์	• ได้แมลงวันกลุ่มที่ต้องการ • ไม่มีขโมย เนื่องจากไม่มีอุปกรณ์ที่ใครนำไปใช้ประโยชน์ได้ • อาจมีแมลงวันชนิดที่พบไม่บ่อย หรือที่ค่อนข้างกลัวกรงดัก เข้ามาตอมเหยื่อ • เมื่อมีเหตุการณ์ไม่เหมาะสม เช่น ฝนตก หรือลมแรง สามารถหยุดการปฏิบัติงานได้ • มีอุปกรณ์น้อยชิ้น พกพาได้สะดวก
จุดด้อย	• มีอุปกรณ์หลายชิ้น มีน้ำหนัก • เหยื่ออาจถูกสุนัข และสัตว์อื่นเข้ามากินและกรงอาจถูกทำลาย • หากมีฝนตก ลมพัด อาจทำให้ตัวอย่างเสียหายได้ เนื่องจากไม่ได้เฝ้ากรง • อาจมีผู้ขโมยกรงไปใช้	• ต้องเฝ้าเหยื่อ ทำได้ครั้งละ 1 จุด • ไม่มีสัตว์เข้ามา ถ้ามีเข้ามา ผู้จับแมลงสามารถไล่ได้

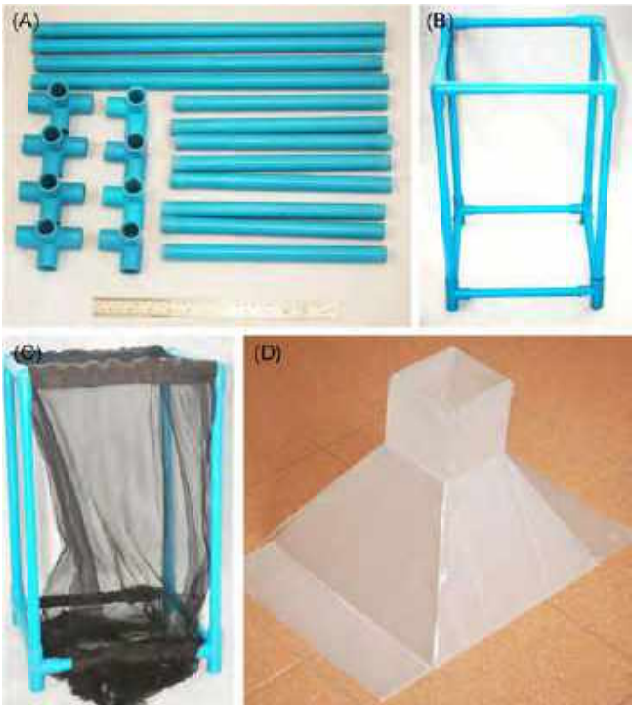
ผู้นิพนธ์และคณะได้ประดิษฐ์กรงดักในลักษณะกับดักรูปกรวย ที่สามารถถอดประกอบง่าย[57] มีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ

• โครงกรงทำจากท่อน้ำประปา polyvinyl chloride ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.25 เซนติเมตร (รูปที่ 9.24A) เชื่อมต่อกันด้วยตัวเชื่อมต่อท่อน้ำประปา ท่อโครงด้านตั้งยาว 50 เซนติเมตร ด้านนอนยาว 30 เซนติเมตร (รูปที่ 9.24B)

• ถุงเก็บแมลงวัน ลักษณะเป็นผ้ามุ้งสีดำ ขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร และสูง 50 เซนติเมตร (รูปที่ 9.24C)

• กรวยทางเข้ารูปโดม ทำจากแผ่น polypropylene สีขาว น้ำหนักเบา (รูปที่ 9.24D)

วิธีใช้ โดยประกอบท่อน้ำเป็นโครง (รูปที่ 9.24B) โดยสวมส่วนบนของถุงเก็บแมลงเข้ากับท่อน้ำด้านบนของโครง (รูปที่ 9.24C) จากนั้นสวมกรวยทางเข้าที่ส่วนบนมียางรัดรัดไว้เข้าด้านล่างของโครง และม้วนถุงเก็บแมลงเข้าสู่ยางรัดส่วนบนของโครง จากนั้นนำไปวางบริเวณที่ต้องการและวางเหยื่อใต้กรง เมื่อครบเวลาที่กำหนดและมีแมลงวันเข้าไปในกรง ดึงปลายถุงที่ยึดไว้ด้วยยางรัดพร้อมยางรัดออกจากโครง ถอดถุงเก็บแมลงออกจากโครง บันทึกข้อมูลโดยเขียนชื่อสถานที่ที่เก็บลงบนกระดาษและมัดด้วยยางรัด นำถุงเก็บแมลงกลับมายังห้องปฏิบัติการ ส่วนโครงท่อน้ำสามารถถอดและเก็บกลับได้ง่าย กรงดักดังกล่าวง่ายต่อการเคลื่อนย้ายและปฏิบัติงานภาคสนาม (รูปที่ 9.25A,B,C,D)



รูปที่ 9.24 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงกรงดักแมลงวันที่ผู้นิพนธ์และคณะประดิษฐ์ขึ้น (A) โครงกรงทำจากท่อน้ำประปา polyvinyl chloride (B) โครงกรงที่ประกอบเสร็จแล้ว (C) ถุงเก็บแมลงวัน (D) กรวยทางเข้ารูปโดม *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

รูปที่ 9.25 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล แสดงวิธีประกอบกรงดักแมลงวัน ซึ่งประดิษฐ์โดยผู้นิพนธ์และคณะ (A) อุปกรณ์กรงดักแมลงวันอยู่ในกระเป๋าสะพายหลัง (B) อุปกรณ์กรงดักแมลงวัน (C) ประกอบกรง (D) กรงดักแมลงวันที่ประกอบเสร็จแล้ว และพร้อมใช้งาน *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

ปัญหาที่ผู้นิพนธ์พบในการวางกรงดักภาคสนามคือ สัตว์ที่มารบกวนกรงหรือเหยื่อ สัตว์ที่มักก่อปัญหาคือสุนัขที่มนุษย์เลี้ยงไว้ เมื่อได้กลิ่นเหยื่อล่อ สุนัขจะเข้ามากินเหยื่อล่อและทำลายกรงดัก นอกจากนี้ยังมีมดที่เข้ามาตอมเหยื่อล่อ และเข้าไปกินแมลงวันที่อยู่ในถุงเก็บแมลง

3 การวิจัยประยุกต์

3.1 การทดสอบความไวของสารฆ่าแมลงต่อตัวเต็มวัยแมลงวัน

อุปกรณ์

- ตัวเต็มวัยแมลงวัน
- สารฆ่าแมลงที่ต้องการทดสอบ เช่น deltamethrin และ permethrin เป็นต้น
- หลอดแก้วสะอาด มีฝาเกลียวปิดสนิท (ปริมาตร 20 มิลลิลิตร)
- ตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
- ปิเปตต์ที่ปรับค่าได้ [adjustable pipette (Gilson®)]
- กรงบรรจุแมลงวัน ขนาดความกว้าง 16 เซนติเมตร ความยาว 16 เซนติเมตร ความสูง 16 เซนติเมตร
- ถุงพลาสติก (ขนาดใส่กรงบรรจุแมลงวันได้)
- แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
- กล่องพลาสติกที่ภายในเป็นน้ำแข็ง (ice-block)
- Hamilton Digital Microsyringe™ (Hamilton; USA)
- สารละลายน้ำตาลร้อยละ 10 ผสมวิตามินรวม
- โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Probit analysis (Harvard Programming; Hg 1,2)

ขั้นตอน

◆ การเตรียมความเข้มข้นของสารฆ่าแมลง โดยใช้ butanone เป็นตัวทำละลายสารฆ่าแมลง deltamethrin และ permethrin เพื่อให้ได้ 5 ความเข้มข้น การดูดสารฆ่าแมลงและตัวทำละลายใช้ปิเปตต์เป็นตัวดูดสารละลาย

◆ เก็บสารฆ่าแมลงแต่ละความเข้มข้นไว้ในหลอดแก้วสะอาด ที่มีฝาเกลียวปิดสนิท (ปริมาตร 20 มิลลิลิตร) ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาทดสอบกับแมลงวันคือ ภายใน 24 ชั่วโมงหลังการเตรียมสาร

◆ นำแมลงวันที่มีอายุ 3 ถึง 5 วัน มาสลบ โดยนำกรงที่มีแมลงวันอยู่ภายในใส่ไว้ในถุงพลาสติกที่บรรจุแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาตร 5 ลิตร นาน 1 นาที

◆ เมื่อแมลงวันสลบ แยกเฉพาะเพศเมียมาทำการทดสอบ โดยแบ่งแมลงวันออกเป็น 6 กลุ่ม (กลุ่มละ 20 ตัวต่อหนึ่งความเข้มข้นสารฆ่าแมลง) รวมทั้งหมด 120

ตัว แมลงวันแต่ละกลุ่มถูกแยกไว้ในกรง กลุ่มละกรง เพื่อให้แมลงวันฟื้นจากการสลบก่อนทำการทดสอบ

◆ แมลงวันที่อยู่ในกรงขนาดเล็กถูกนำมาสลบอีกครั้ง ครั้งละ 1 กลุ่มด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เทแมลงที่สลบแล้วจากกรงลงบนกล่องพลาสติกที่ภายในเป็นน้ำแข็ง ทีละ 1 ตัว

◆ หยดสารฆ่าแมลงที่เตรียมไว้ในความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 1 ไมโครลิตรที่อกด้านหลังของแมลงวันแต่ละตัว ด้วย Hamilton Digital Microsyringe™ ส่วนกลุ่มควบคุม ใช้ butanone หยดด้วยปริมาณ 1 ไมโครลิตรต่อตัว

◆ นำแมลงวันที่ถูกหยดสารฆ่าแมลงแล้ว มาเลี้ยงไว้ในกรงขนาดเล็กตามเดิม ให้สารละลายน้ำตาลร้อยละ 10 ผสมวิตามินรวมเป็นอาหารสำหรับตัวเต็มวัย

◆ เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นับจำนวนแมลงวันที่ตายในแต่ละความเข้มข้น (การตายนับจากการไม่เคลื่อนไหวของแมลงวันเมื่อเขี่ยด้วยพู่กันที่บริเวณลำตัว)

◆ คำนวณหาความเข้มข้นที่ทำให้แมลงวันตาย ร้อยละ 50, 95 และ 99 (LD_{50}, LD_{95} และ LD_{99}) โดยวิธี Probit analysis (Harvard Programming; Hg 1,2)

วิจารณ์

การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงต่อแมลงวัน ที่ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ใช้วิธีมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก[58] พ.ศ. 2523 คือ วิธีหยดสารลงบนอกด้านหลังของแมลงวัน (topical application) นอกจากแมลงวันแล้วมีรายงานการทดสอบสารฆ่าแมลงโดยวิธีดังกล่าว กับแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis*[59] อย่างไรก็ตามวิธีการทดสอบสารฆ่าแมลงมีหลายวิธี ตามความเหมาะสมต่อชนิดและขนาดของแมลง ตัวอย่างเช่น การใช้วิธีการสัมผัสต่อกระดาษที่ชุบสารฆ่าแมลงเพื่อทดสอบสารฆ่าแมลงในยุงลาย[60] หรือการนำไรติดกับสไลด์แก้วโดยเทปกาว 2 ด้าน และจุ่มในสารเคมี[61]

ในการศึกษาความไวต่อสารฆ่าแมลงของผู้นิพนธ์และคณะ จะยอมรับผลการทดสอบ เมื่ออัตราตายของแมลงวันอยู่ระหว่างร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 90 ใน 4 ความเข้มข้น จากทั้งหมด 5 ความเข้มข้นของสารที่นำมาทดสอบ เมื่อได้ค่า LD_{50}, LD_{95} และ LD_{99} แล้ว ทำการทดสอบซ้ำอีก 2 ครั้งโดยการทดสอบที่เวลาแตกต่างกัน แต่ถ้า

การตายในกลุ่มควบคุมอยู่ในช่วงร้อยละ 5 ถึงร้อยละ 20 จะนำค่าที่ได้มาคำนวณด้วย Abbott's formula ก่อน[62] ซึ่งมีสูตรคือ

$$\text{ร้อยละการตาย} = 100 \times \left\{ \frac{\text{ร้อยละการตายในกลุ่มทดลอง} - \text{ร้อยละการตายในกลุ่มควบคุม}}{100 - \text{ร้อยละการตายในกลุ่มควบคุม}} \right\}$$

3.2 การศึกษาทางนิติเวชกีฏวิทยา

ปัจจุบันได้มีการยอมรับเพิ่มมากขึ้นในการนำตัวอย่างแมลงวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงวันหัวเขียวที่พบในศพมาช่วยในการชันสูตรพลิกศพ ทั้งในสหรัฐอเมริกาและในประเทศที่พัฒนาแล้ว มีตำราทางนิติเวชกีฏวิทยาตีพิมพ์หลายเล่ม[63;64] หลักสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงเพื่อที่จะนำแมลงวันมาใช้ประโยชน์ต่อรูปคดี คือขั้นตอนของการเก็บตัวอย่าง การเก็บรักษาตัวอย่าง การเลี้ยงแมลงวันให้เป็นตัวเต็มวัยในห้องปฏิบัติการ การนำส่งแมลงวัน (shipment) เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญช่วยระบุชนิดของแมลง นอกจากนี้ยังรวมถึงการบันทึกข้อมูลอื่นๆ ที่จำเป็นอย่างถูกต้อง เช่น ข้อมูลศพ สถานที่เกิดเหตุ และข้อมูลของสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ เป็นต้น

3.2.1 วิธีการเก็บตัวอย่างแมลงจากศพขณะชันสูตรพลิกศพ

อุปกรณ์

- ปากคีบสำหรับจับตัวอ่อน
- ช้อนพลาสติก สำหรับตักตัวอ่อนจำนวนมากๆ
- พู่กันเบอร์ 4 ชุบน้ำให้เปียก สำหรับเก็บไข่
- ขวดแก้วมีฝาปิดขนาดต่างๆ สำหรับเก็บตัวอย่าง
- ถุงพลาสติก
- เอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 70 สำหรับเก็บตัวอย่างที่ตายแล้ว
- เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิของศพ
- ป้ายผนึก สำหรับติดขวดตัวอย่าง เพื่อบันทึกข้อมูล

- ดินสอดำและปากกา
- สมุดบันทึก และแผ่นบันทึกทางนิติเวชศาสตร์
- กล้องถ่ายรูป
- ถุงมือยาง ใช้ครั้งเดียว
- เสื้อคลุม
- ผ้าปิดปากและจมูก
- แว่นตาป้องกันเศษของกระเด็นเข้าตา
- สวิงสำหรับจับตัวเต็มวัยแมลงวัน (กรณีเก็บตัวอย่างจากสถานที่จริง)

ขั้นตอน

◆ ตรวจสอบด้วยสายตาว่ามีแมลง (ระยะไข่ ตัวอ่อนหรือดักแด้) อยู่ส่วนไหนของศพ และบริเวณใกล้เคียง

◆ ถ่ายภาพศพ ในมุมที่เห็นภาพรวม พื้นที่ข้างเคียง และบริเวณที่พบตัวอย่างของแมลง (รูปที่ 9.26A)

◆ เก็บตัวอย่างแมลงในส่วนต่างๆ

3.2.1.1 การเก็บตัวอย่างไข่แมลงวัน

เก็บไข่แมลงวันโดยใช้พู่กันเปียกน้ำ ค่อยๆ เขี่ยกลุ่มไข่วางบนตับหมูสดที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ที่บรรจุในกล่องพลาสติก นำกล่องพลาสติกมาห้องปฏิบัติการ ถ้ามีไข่จำนวนมาก แยกไข่เป็น 3 ส่วน

◆ ส่วนที่ 1 แยกไข่บางส่วนมาระบุชนิดทันที โดยศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (หัวข้อ 2.1.1.1) หรือด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (หัวข้อ 2.1.1.2)

◆ ส่วนที่ 2 เก็บไข่บางส่วนไว้ในขวดแก้วที่มีเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 70 เพื่อถนอมตัวอย่าง ใส่ป้ายข้อมูลที่เขียนด้วยดินสอลงในขวด ปิดฝาขวดให้แน่น และปิดป้ายข้อมูล (ที่เหมือนกับใส่ในขวด) ไว้ข้างขวด หากเก็บตัวอย่างไข่ไว้นาน ควรตรวจดูระดับเอทิลแอลกอฮอล์ในขวดอย่างน้อยปีละ 1 หรือ 2 ครั้ง หากปริมาณลดลงให้เติมจนเลยระดับตัวอย่าง ภาชนะที่ใช้เก็บไข่แมลงวันควรมีขนาดเล็กเป็นขวดแก้วใส มีฝาปิดสนิท ฝาขวดควรเป็นฝาเกลียว (รูปที่ 9.12)

รูปที่ 9.26 ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอลแสดงการเก็บตัวอย่างแมลงวัน ขณะชันสูตรพลิกศพ ที่ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (A) ผู้เก็บตัวอย่าง และผู้ชันสูตรพลิกศพ สวมเสื้อคลุมมิดชิด (B) พื้นที่ปฏิบัติงานควรปูด้วยพลาสติก หรือกระดาษ *(ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์)*

◆ ส่วนที่ 3 นำไข่ที่อยู่บนตับหมูสด ไปเลี้ยงต่อในห้องปฏิบัติการ จนเจริญเป็นตัวอ่อนระยะที่ 3 ให้นำมาระบุชนิดหรือเลี้ยงจนเป็นตัวเต็มวัย เพื่อยืนยันการระบุชนิดของแมลงวันอีกครั้ง

3.2.1.2 การเก็บตัวอย่างตัวอ่อนแมลงวัน

◆ ประเมินด้วยสายตาว่ามีตัวอ่อนแมลงวันกี่ชนิด เก็บตัวอย่างตัวอ่อนให้ได้ครอบคลุมทุกกลุ่ม และเลือกตัวอย่างที่คาดว่ามีอายุมากที่สุด (โดยดูจากขนาดที่โตที่สุดในกลุ่ม) กลุ่มละประมาณ 30 ตัวหรือมากกว่า ถ้ามีตัวอย่างมากพอ

◆ เก็บตัวอ่อนแมลงวันโดยใช้ปากคีบปลายทู่ เพื่อป้องกันไม่ให้ไปแทงตัวอ่อน หรือใช้ช้อนพลาสติกตักตัวอ่อนใส่ในกล่องพลาสติกใสที่มีฝาปิด และมีตะแกรงระบายอากาศ นำกล่องพลาสติกมายังห้องปฏิบัติการ

◆ เมื่อนำกล่องที่เก็บตัวอย่างมาระบุชนิดเบื้องต้นที่ห้องปฏิบัติการ พื้นที่ที่จะปฏิบัติงานนั้นควรปูด้วยพลาสติกหรือกระดาษ (รูปที่ 9.26B) เพื่อป้องกันและรักษาสถานที่ในห้องปฏิบัติการ ขณะที่เก็บตัวอย่างจากศพและทำการระบุชนิดตัวอ่อนในเบื้องต้นนั้น นักกีฏวิทยาผู้ทำการวิจัยควรสวมเสื้อคลุมและถุงมือไว้ตลอดเวลา (รูปที่ 9.26B) แยกตัวอ่อนออกเป็นชนิดต่างๆ อย่างหยาบ ด้วยการคาดคะเนทางสัณฐานวิทยาของตัวอ่อน แบ่งตัวอ่อนแต่ละชนิดที่ได้รับการประเมินด้วยสายตาเป็น 3 ส่วน

◆ ส่วนที่ 1 ควรประกอบด้วยตัวอ่อนประมาณ 5 ถึง 10 ตัว เพื่อนำมาระบุชนิดทันที โดยใช้ปากคีบ คีบตัวอ่อนจากกล่องพลาสติกใส ใส่ลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส นานประมาณ 30 วินาที[65] หรือ 3 ถึง 5 นาที ขึ้นอยู่กับขนาดของตัวอ่อน[38] เพื่อฆ่าตัวอ่อน จากนั้นนำตัวอ่อนมาระบุชนิดโดยเปรียบเทียบสัณฐานวิทยากับกุญแจแมลงวันที่มีอยู่ หรือเปรียบเทียบกับสัณฐานตัวอ่อนที่เคยมีรายงานไว้ สำหรับราชอาณาจักรไทยมีกุญแจเพื่อระบุชนิดตัวอ่อนแมลงวันที่มักพบในศพ ซึ่งศึกษาและรายงานโดยคม สุคนธสรรพ์และคณะ[2] (รายละเอียดกุญแจภาพสำหรับระบุชนิดตัวอ่อนแมลงวัน แสดงในหัวข้อที่ 3.2.2.2) ส่วนในญี่ปุ่นรายงานโดย Ishijima[66]

◆ ส่วนที่ 2 เก็บตัวอ่อนบางส่วนในขวดแก้วที่มีเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 70 เพื่อถนอมตัวอย่าง ใส่ป้ายข้อมูลที่เขียนด้วยดินสอลงในขวด ปิดฝาขวดให้แน่น และปิดป้ายบันทึกข้อมูลตัวอย่าง (ที่เหมือนกับใส่ในขวด) ไว้ข้างขวด เช่นเดียวกับการถนอมตัวอย่างไข่

◆ ส่วนที่ 3 นำตัวอย่างบางส่วนไปเลี้ยงต่อในห้องปฏิบัติการ จนเป็นตัวเต็มวัยเพื่อยืนยันการระบุชนิดของแมลงวันอีกครั้ง[28]

เมื่อสามารถระบุชนิดตัวอ่อนในเบื้องต้นได้ เมื่อมีตัวอ่อนมากพอและต้องการเลี้ยงต่อให้เป็นสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ วิธีการเลี้ยงทำได้โดยย้ายตัวอ่อนไปใส่ในกล่องพลาสติกใสที่มีตับหมูสดชิ้นเล็กๆ 2 หรือ 3 ชิ้น เพื่อให้เป็นอาหารสำหรับตัวอ่อน ดังที่กล่าวแล้วในหัวข้อ 1.1.1

อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างแมลงวันที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง เช่น ช้อน กล่องพลาสติก เมื่อใช้แล้วต้องทิ้งหรือทำลายทันทีในลักษณะของขยะติดเชื้อ อุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น ปากคีบ เมื่อใช้แล้วต้องล้างให้สะอาดด้วยน้ำและผงซักฟอก และฆ่าเชื้อโดยการต้มในน้ำเดือดอย่างน้อย 10 นาที หรือนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดไอน้ำ (autoclave)

3.2.1.3 การเก็บตัวอย่างดักแด้แมลงวัน

ดักแด้แมลงวันส่วนใหญ่พบอยู่ตามพื้นดินรอบๆ ศพ แต่มีบางส่วนพบบนส่วนแห้งบนศพ เช่น บนเสื้อผ้า เนื่องจากตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลายมีการเคลื่อนที่ไปหาบริเวณที่แห้งกว่าเพื่อเจริญเป็นดักแด้ คือออกจากศพไปเป็นดักแด้บนพื้นดินและบางส่วนคลานไปเป็นดักแด้บริเวณเสื้อผ้าของศพ ดังนั้นนักกีฏวิทยาควรตรวจหาดักแด้จากบริเวณที่ห่างจากศพโดยรอบประมาณ 6 เมตร[67] (รูปที่ 7.4B) อย่างไรก็ตามการเก็บดักแด้จากสถานที่เกิดเหตุ ต้องระวังว่าดักแด้ดังกล่าวเป็นดักแด้จากศพจริง ในบางครั้งอาจเป็นดักแด้ที่เกิดก่อนที่บริเวณนั้นมีศพ เช่น แมลงวันวางไข่บนซากสัตว์ขนาดเล็ก เศษอาหารหรือขยะ กลายเป็นดักแด้ และต่อมามีคนมาตายบริเวณนั้น ดังนั้นดักแด้ที่พบไม่เกี่ยวข้องกับศพที่พบได้

- ประเมินด้วยสายตาว่ามีดักแด้แมลงวันอยู่หรือไม่ ถ้ามี มีกี่ชนิด เก็บตัวอย่างดักแด้ให้ได้ครอบคลุมทุกกลุ่ม และเลือกตัวอย่างที่คาดว่ามีอายุมากที่สุด (โดยประมาณจากดักแด้ที่มีสีเข้มมากที่สุด) กลุ่มละประมาณ 30 ตัวหรือมากกว่า ถ้ามีตัวอย่างมากพอ
- วิธีเก็บดักแด้ ควรใช้ช้อนพลาสติกตักดักแด้ใส่ในกล่องพลาสติกใสที่มีฝาปิดและมีตะแกรงระบายอากาศ นำกล่องพลาสติกมายังห้องปฏิบัติการแบ่งดักแด้เป็น 3 ส่วน (ถ้ามีตัวอย่างมากพอ)
- ส่วนที่ 1 ควรประกอบด้วยดักแด้ 5 ถึง 10 ตัว เพื่อนำมาระบุชนิดทันที ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (หัวข้อ 2.1.3.1) จากนั้นนำมาระบุชนิดโดยเปรียบเทียบสัณฐานวิทยากับกุญแจแมลงวันที่มีอยู่ สำหรับราชอาณาจักรไทยมีกุญแจเพื่อระบุชนิดดักแด้แมลงวันที่มักพบในศพ ซึ่งศึกษาและรายงานโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์และคณะ[4] (รายละเอียดกุญแจภาพสำหรับระบุชนิดดักแด้แมลงวัน แสดงในหัวข้อที่ 3.2.2.3)

◆ ส่วนที่ 2 นำมาเก็บถนอมไว้เป็นหลักฐานหรือเพื่อศึกษาต่อไป โดยถนอมตัวอย่างในเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 70 ด้วยวิธีเดียวกับการถนอมไข่และตัวอ่อน การเก็บรักษาด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 70 มีผลดีคือไม่ทำให้สีของดักแด้เปลี่ยนไป

◆ ส่วนที่ 3 นำมาเลี้ยงให้เป็นตัวเต็มวัยสำหรับการระบุชนิดจากลักษณะของตัวเต็มวัย[28] หรือเลี้ยงต่อให้เป็นสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการต่อไป วิธีการเลี้ยงทำได้โดยย้ายดักแด้ไปในกล่องเลี้ยง เช่นเดียวกับวิธีการเลี้ยงแมลงวันในห้องปฏิบัติการ (หัวข้อ 1.1)

3.2.1.4 การเก็บตัวอย่างตัวเต็มวัยแมลงวัน

ตัวเต็มวัยแมลงวันที่พบในสถานที่เกิดเหตุมี 2 กลุ่มคือ

❖ ตัวเต็มวัยที่เพิ่งออกจากดักแด้

◆ จับโดยใช้ปากคีบ

◆ เก็บในกรงเลี้ยงแมลง ประมาณ 6 ชั่วโมง ถ้ามีจำนวนมากพอให้แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ

◆ กลุ่มที่จะนำมาเลี้ยงต่อ ให้ทำตามวิธีการเลี้ยง (หัวข้อ 1.1)

◆ กลุ่มที่จะนำไประบุชนิด ให้ฆ่าตัวเต็มวัยด้วยการนำไปใส่ในตู้แช่ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 ชั่วโมง[65] นำมาเก็บรักษาตัวอย่างตัวเต็มวัยแบบแห้ง (หัวข้อ 1.2.1) เพื่อการระบุชนิดต่อไป หากตัวอย่างมีมากอาจถนอมไว้ด้วยการน้ำยารักษาสภาพ คือเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 70

❖ ตัวเต็มวัยที่บินอยู่รอบศพ

จับตัวเต็มวัยแมลงวันที่บินอยู่รอบศพโดยใช้สวิงโฉบ (หัวข้อ 2.2.2) ตัวเต็มวัยที่ได้อาจนำไปเลี้ยงตามวิธีการในหัวข้อ 1.1 หรือฆ่า และเก็บรักษาตัวอย่างแบบแห้ง (หัวข้อ 1.2.1) หรือถนอมไว้ด้วยน้ำยารักษาสภาพ (หัวข้อ 1.2.2)

3.2.1.5 การเก็บตัวอย่างแมลงหรือสัตว์ขาปล้องชนิดอื่น

การตรวจชันสูตรพลิกศพอาจพบแมลงหรือสัตว์ขาปล้องชนิดอื่น ที่อาจมีประโยชน์ต่อรูปคดีได้ เช่น ด้วงหรือมด แมลงเหล่านี้ต้องทำการจัดเก็บตัวอย่าง ซึ่งขึ้นอยู่

ว่าจะเป็นระยะใด ส่วนใหญ่เก็บไว้ในขวดแก้วที่มีเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 เป็นน้ำยารักษาสภาพ

วิจารณ์

เทคนิคและวิธีการเก็บตัวอย่างแมลงที่พบในศพ เป็นวิธีการที่จำเป็นและมีความสำคัญ เพื่อที่จะสามารถนำตัวอย่างแมลงมาใช้ประโยชน์ต่อการชันสูตรพลิกศพได้ การเก็บตัวอย่างแมลงขณะที่ศพยังไม่ได้รับการเคลื่อนที่ ยังไม่ถูกรบกวนหรือในสถานที่ที่พบศพจริง เป็นประโยชน์มากที่สุด อย่างไรก็ตามหากเป็นไปไม่ได้ การเก็บตัวอย่างสามารถกระทำได้ในขณะที่ศพได้รับการชันสูตรพลิกศพ การเก็บตัวอย่างแมลงขณะที่ได้รับการชันสูตรพลิกศพ ควรทำขณะที่มีแพทย์นิติเวช หรือ นักนิติพยาธิวิทยาร่วมอยู่ด้วย ซึ่งนักนิติเวชกีฏวิทยาสามารถให้ข้อมูลด้านแมลงหรือสัตว์ขาปล้องที่พบกับแพทย์นิติเวชหรือ นักพยาธิวิทยาถึงหลักฐานทางกีฏวิทยาที่เหมาะสมและจำเป็นที่ควรจะเก็บตัวอย่าง[68] จากประสบการณ์ของผู้นิพนธ์ที่ทำวิจัยร่วมกับผู้วิจัยจากภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ พบว่า โดยส่วนมากศพที่ถูกส่งมารับการชันสูตรจะถูกห่อปิดด้วยถุง พลาสติกขนาดใหญ่ (zippered plastic bag) ที่ถูกเก็บมาจากสถานที่พบศพ (death scene) กรณีที่มีตัวอย่างแมลงจำนวนมากในศพ อาจพบแมลงภายนอกถุงได้บ้าง

เมื่อเปิดถุงออก อาจพบแมลงติดอยู่ภายในถุง หรือเคลื่อนตัวออกมาจากศพได้ นักกีฏวิทยาควรเก็บตัวอย่าง รักษาตัวอย่างและบันทึกข้อมูลดังกล่าวว่าได้แมลงจากตำแหน่งใดของศพ (เช่น หัว ลำตัว เป็นต้น) ขณะที่เก็บตัวอย่างนักนิติเวชกีฏวิทยาควรสวมชุดคลุมที่มิดชิด ใส่ถุงมือ ผ้าปิดจมูกและแว่นตากันตัวอย่างหรือสิ่งอื่นๆ ที่อาจกระเด็นเข้าสู่ตาได้ นักนิติเวชกีฏวิทยาต้องคิดเสมอว่า ศพที่ทำการตรวจอาจมีเชื้อโรคหรือสารพิษอยู่ จึงควรระวังไม่ให้สัมผัสกับร่างกาย หลังปฏิบัติงาน ถุงมือและผ้าปิดจมูกต้องทำลายโดยทิ้งถุงมือในถังขยะสำหรับทิ้งถุงมือ และผ้าปิดจมูกในถังขยะติดเชื้อเพื่อการทำลายที่ถูกวิธีต่อไป ส่วนชุดคลุม ต้องส่งซักและอบฆ่าเชื้อ

การเก็บตัวอย่างระยะต่างๆ ของแมลงจากศพและพื้นที่โดยรอบ รวมถึงการเก็บรักษาตัวอย่างและบันทึกข้อมูล รวมถึงวิธีทำป้ายข้อมูลประจำตัวแมลงต้องทำตามวิธีสากล การเขียนข้อมูลลงในแผ่นกระดาษขนาดเล็กหรือป้ายผนึกควรเขียนด้วยดินสอ ห้ามใช้ปากกาที่มีน้ำหมึก เนื่องจากแกร์ไฟต์หรือแร่ดินสอดำ (graphite)

ที่เป็นส่วนประกอบของไส้ดินสอจะไม่ถูกลบเมื่อสัมผัสสารเคมี[28] ต่างจากน้ำหมึกที่มีการเลอะเลือนได้ถ้าถูกสารเคมี การบันทึกจะต้องมีข้อมูลตามลำดับคือ สถานที่เก็บตัวอย่าง วันที่เก็บและเวลา เลขที่กรณีหรือคดี/ตัวอย่างที่ รายละเอียดที่สำคัญและผู้เก็บตัวอย่าง เมื่อได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว ให้ใส่กระดาษบันทึกประจำตัวแมลงในขวดเก็บทันที[28] ส่วนป้ายผนึกข้างขวดต้องผนึกทันทีเช่นกัน

ไข่แมลงวันเป็นระยะที่สามารถพบในศพได้ มีหลายรายงานที่ไข่แมลงวันถูกใช้เป็นหลักฐานทางกีฏวิทยาที่นำมาใช้ประกอบการชันสูตรพลิกศพ และเป็นหลักฐานในการพิจารณาคดีในชั้นศาล ไข่แมลงวันถูกนำมาใช้ในการประมาณระยะเวลาหลังการตายของศพ[69-73] กลุ่มของไข่แมลงวันอาจพบได้ในศพ เช่น บริเวณรอบตา จมูก ปาก อวัยวะสืบพันธุ์ และรอบบาดแผล[73;74] อย่างไรก็ตามเนื่องจากไข่แมลงวันมีขนาดเล็กมากและสีขาวนวล อาจทำให้ถูกมองข้ามได้ หรือถูกสันนิษฐานว่าเป็นฝุ่น ถ้าไม่สังเกตอย่างใกล้ชิด

ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวเป็นระยะที่พบบ่อยที่สุดในศพ มีรายงานจำนวนมากที่บ่งชี้ถึงความสำคัญของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว ที่ใช้เป็นหลักฐานประกอบการชันสูตรพลิกศพและเป็นหลักฐานในการพิจารณาคดีในชั้นศาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งศพคดีหรือศพที่มีการตายแบบผิดธรรมชาติ ตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวถูกนำมาใช้ประมาณระยะเวลาหลังการตายของศพ[75;76] นอกจากนี้มีการนำตัวอ่อนมาวิเคราะห์หาสารพิษหรือสารฆ่าแมลง ทำให้ทราบถึงสาเหตุการตายของศพอันเนื่องมาจากการได้รับสารพิษเกินขนาด[77] หรือการพบตัวอ่อนที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งของร่างกายศพ อาจนำไปสู่สาเหตุการตายหรือการมีบาดแผลของศพได้ นอกจากนี้การพบตัวอ่อนแมลงวันในศพในพื้นที่ที่ไม่เคยมีแมลงวันชนิดนั้นมาก่อน อาจสันนิษฐานได้ว่ามีการเคลื่อนย้ายศพจากสถานที่หนึ่งไปสู่อีกสถานที่หนึ่ง[69;73;78;79] การที่จะสามารถนำตัวอ่อนแมลงวันที่พบในศพมาช่วยในการชันสูตรพลิกศพได้ สิ่งสำคัญประการแรกที่ต้องทราบคือชนิดของตัวอ่อนแมลงวัน

ตัวอ่อนแมลงวันที่พบในศพ อาจประกอบด้วยตัวอ่อนของแมลงวันเพียง 1 ชนิด หรือหลายชนิดได้ ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมามีรายงานพบ 1 ถึง 4 ชนิด[74;80-85] ก่อนทำการเก็บตัวอย่าง ควรสำรวจดูลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนอย่างคร่าวๆ อาจประเมินด้วยสายตา หรือโดยใช้แว่นขยายดูว่าตัวอ่อนน่าจะประกอบด้วยกี่ชนิด เช่น เป็นตัวอ่อนที่มีหรือไม่มี tubercle ที่ลำตัว ตัวอ่อนแมลงวันที่มีรูปร่างแปลก เช่น

ลำตัวเรียวยาว ตัวอ่อนแมลงวันที่มีขนาดใหญ่มาก หรือสังเกตพฤติกรรมของตัวอ่อนแมลงวันบางชนิด เช่น ตัวอ่อนแมลงวัน *Piophila casei* อาจงอตัวของด้านหัวและด้านท้าย และดีดตัวขึ้นมาจากพื้นหรือจากศพได้[86] นอกจากนี้อาจพบตัวอ่อนได้หลายระยะในศพเช่น อาจพบตัวอ่อนระยะที่ 2 และตัวอ่อนระยะที่ 3 ซึ่งสามารถเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันได้

ดักแด้แมลงวันเป็นระยะที่พบได้ในศพ มีหลายรายงานที่แสดงถึงความสำคัญของดักแด้ที่ใช้เป็นหลักฐานทางกีฏวิทยา เพื่อนำมาประกอบการชันสูตรพลิกศพและเป็นหลักฐานในการพิจารณาคดีในชั้นศาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งศพคดีหรือศพที่มีการตายแบบผิดธรรมชาติ เช่นเดียวกับระยะตัวอ่อน ดักแด้แมลงวันถูกนำมาใช้ประมาณระยะเวลาหลังการตายของศพ และการนำมาวิเคราะห์หาสารพิษหรือสารฆ่าแมลง ทำให้ทราบถึงสาเหตุการตายของศพอันเนื่องมาจากการได้รับสารพิษ[70;79] การระบุชนิดของดักแด้แมลงวันนั้นกระทำได้ยาก เนื่องจากดักแด้มีสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกันมาก คือ มีรูปเรียวรี สีน้ำตาลอ่อนจนถึงน้ำตาลเข้มเกือบดำ การที่จะระบุชนิดที่ดีที่สุดคือ การเลี้ยงดักแด้ที่มียังมีชีวิตอยู่ (alive) ให้เป็นตัวเต็มวัยในห้องปฏิบัติการและระบุชนิดของตัวเต็มวัยนั้น อย่างไรก็ตามดักแด้อาจไม่สามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ จึงจำเป็นต้องจัดทำกุญแจและวิธีการระบุชนิดดักแด้แมลงวัน

ดักแด้แมลงวันที่พบในศพ อาจพบได้ในส่วนแห้งของศพเช่นตามเนื้อผ้าหรือพบได้ในบริเวณที่อยู่ห่างจากศพออกไปในระยะหนึ่ง เนื่องจากเมื่อตัวอ่อนขั้นปลายไม่กินอาหาร จะเคลื่อนตัวไปอยู่ในที่แห้งกว่า ซึ่งมักเป็นดินหรือที่แห้งบริเวณใกล้เคียง มีรายงานในรัศมีที่ห่างถึง 50 เมตร[68] ดังนั้นการเก็บตัวอย่างดักแด้ควรสังเกตและค้นหาดักแด้ ทั้งจากศพและพื้นดินบริเวณใกล้เคียงในรัศมีที่ห่างออกไป นอกจากนี้อาจพบดักแด้อยู่ใต้พื้นดินได้ เมื่อเก็บตัวอย่างจากสถานที่พบศพจริง ควรเก็บดินที่อยู่ใต้ศพประมาณ 1 ฟุต และบริเวณโดยรอบ 6 เมตร[67] หรือในกรณีที่ศพอยู่ในรถหรือบนหลังคา ให้ค้นหาดักแด้ในบริเวณรถหรือพื้นดินที่ใกล้กับหลังคาด้วย เนื่องจากอาจพบดักแด้ในบริเวณนั้นได้

ตัวเต็มวัยที่มีประโยชน์ต่องานด้านนิติเวชกีฏวิทยาคือ ตัวเต็มวัยที่กำลังออกจากดักแด้ ตัวเต็มวัยกลุ่มนี้ปีกยังไม่แข็งและยังไม่สามารถบินได้ ซึ่งสามารถใช้ในการประมาณเวลาหลังการตายได้ ส่วนตัวเต็มวัยที่บินเข้ามาในบริเวณที่พบศพ อาจ

เป็นตัวเต็มวัยที่ออกจากดักแด้ หรือเป็นตัวเต็มวัยจากที่อื่นบินมาตอมศพได้ ตัวเต็มวัยกลุ่มนี้มีประโยชน์ในแง่การศึกษาชนิดของแมลงวันที่เข้ามาตอมศพ

3.2.2 การระบุชนิด

การระบุชนิดของแมลงวันส่วนใหญ่ใช้สัณฐานวิทยาของตัวอ่อนระยะที่ 3 หรือจากการเลี้ยงตัวอย่างที่เก็บได้จากศพจนเป็นตัวเต็มวัยเป็นหลัก อย่างไรก็ตามในการชันสูตรพลิกศพอาจพบเพียงระยะไข่ ตัวอ่อน หรือดักแด้ และไม่สามารถเลี้ยงเป็นตัวเต็มวัยได้ เช่น ในห้องปฏิบัติการมีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต หรือไข่ ตัวอ่อนถูกแมลงตัวเบียนทำลาย เช่น แตนเบียนในอันดับ Hymenoptera สามารถเจาะทำลายดักแด้แมลงวันได้ ดังนั้นการที่สามารถระบุชนิดของไข่ ตัวอ่อน และดักแด้แมลงวันได้ทันที อาจช่วยในการชันสูตรพลิกศพได้

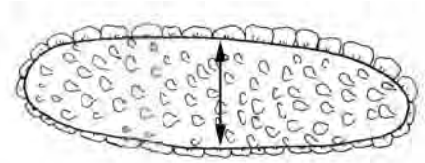
ผู้นิพนธ์และคณะได้ทำการศึกษา และจัดทำกุญแจสำหรับระบุชนิดของแมลงวันที่มักพบในศพในราชอาณาจักรไทย โดยมีระยะต่างๆ ดังนี้

3.2.2.1 การระบุชนิดของไข่แมลงวัน

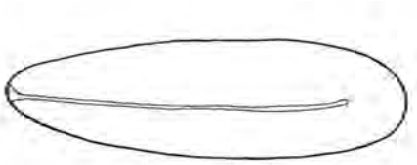
การระบุชนิดของไข่แมลงวันสามารถทำได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ส่วนวิธีการสำหรับเตรียมตัวอย่าง ทำได้โดยการย้อมด้วยสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (หัวข้อ 2.1.1.1) การระบุชนิดของไข่แมลงวัน ใช้สัณฐานวิทยา ได้แก่ ขนาดไข่ ความกว้างและความยาวของ median area รอยต่อเหลี่ยมของผิวไข่ ผู้นิพนธ์และคณะ สร้างกุญแจการระบุชนิดของไข่แมลงวันที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยาที่พบในราชอาณาจักรไทย ได้ดังนี้

กุญแจรูปภาพเพื่อการระบุชนิดของไข่แมลงวันที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยาในราชอาณาจักรไทย

1 median area กว้าง มากกว่าครึ่งหนึ่งของความกว้างทั้งหมด (รูปที่ 9.27A)..... 2
median area แคบ หรือกว้างน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความกว้างทั้งหมด (รูปที่ 9.27B)..... 3

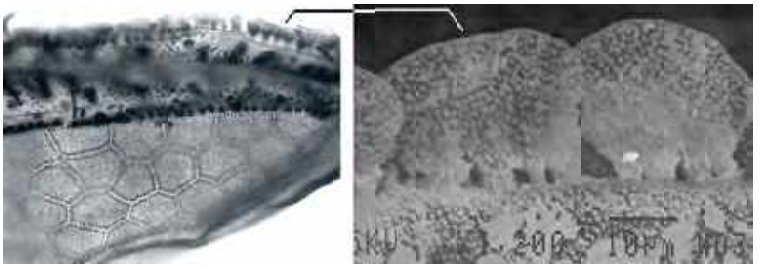


รูปที่ 9.27A



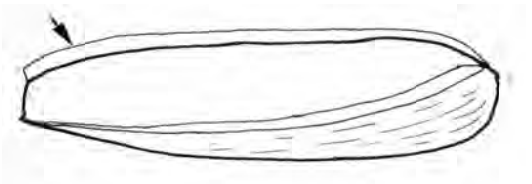
รูปที่ 9.27B

2 ความยาวไข่มากกว่า 0.6 มิลลิเมตร; flange มีลักษณะเป็นแผ่นเล็กๆ ยื่นขึ้นมาขอบข้าง (รูปที่ 9.28) .....*Megaselia scalaris**



รูปที่ 9.28

ความยาวไข่น้อยกว่า 0.6 มิลลิเมตร; median area มีรอย 6 เหลี่ยมหรือหลายเหลี่ยม; flange ยกตัวขึ้นเป็นแผ่นบาง (รูปที่ 9.29 ลูกศรชี้) .... *Synthesiomyia nudiseta***



รูปที่ 9.29

3 median area กว้าง น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความกว้างทั้งหมด (รูปที่ 9.30A)..... 4
median area แคบมาก (รูปที่ 9.27B); median area ที่อยู่ใกล้รูไมโครไพล์มีลักษณะโอบรอบรูไมโครไพล์ คล้ายตัวอักษร “Y” (รูปที่ 9.30B) .... *Chrysomya megacephala* หรือ *Achoetandrus rufifacies*

รูปที่ 9.30A

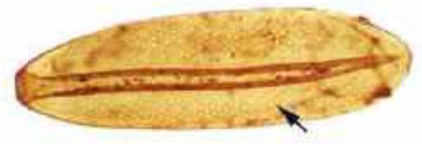
รูปที่ 9.30B

4 flange ยื่นขึ้นมาด้านบนมาก (รูปที่ 9.31A ลูกศรชี้)..... 5
flange ยื่นขึ้นมาด้านบนน้อย (รูปที่ 9.31B ลูกศรชี้)..... *Musca domestica***

รูปที่ 9.31A

รูปที่ 9.31B

5 รอยต่อของเหลี่ยม (6 เหลี่ยมหรือ 5 เหลี่ยม) ของผิวไข่โป่งและเห็นเด่นชัด (รูปที่ 9.32A ลูกศรชี้) .....*Ceylonomyia nigripes*
รอยต่อของเหลี่ยม (6 เหลี่ยมหรือ 5 เหลี่ยม) ของผิวไข่เรียบ เห็นไม่ชัด (รูปที่ 9.32B ลูกศรชี้) ..... *Lucilia cuprina* หรือ *Hemipyrellia ligurriens*



รูปที่ 9.32A

รูปที่ 9.32B

* แมลงวันในวงศ์ Phoridae

** แมลงวันในวงศ์ Muscidae

หมายเหตุ

รูปประกอบในการระบุชนิดของไข่แมลงวัน ดังนี้

• รูปที่ 9.27A, 9.27B, 9.29, 9.30A, 9.30B *ภาพวาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์*

• รูปที่ 9.28 (ซ้าย) *ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง โดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์*

• รูปที่ 9.28 (ขวา) *ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยกาบแก้ว สุคนธสรรพ์*

• รูปที่ 9.31A, 9.31B, 9.32A, 9.32B *ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ*[1] *โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ Elsevier หมายเลขอนุญาต 2196840922106)*

3.2.2.2 การระบุชนิดของตัวอ่อนแมลงวัน

การระบุชนิดของตัวอ่อนแมลงวัน สามารถทำได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ซึ่งวิธีการเตรียมตัวอย่างได้กล่าวมาแล้วใน 2.1.2.1 โดยผู้นิพนธ์และคณะสร้างกุญแจการจำแนกตัวอ่อนแมลงวัน ที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยาในราชอาณาจักรไทย ได้ดังนี้

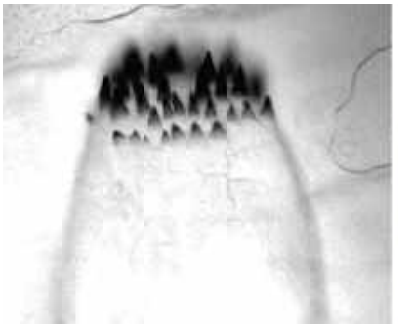
กุญแจรูปภาพเพื่อการระบุชนิดของตัวอ่อนระยะที่ 3 แมลงวันที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยาในราชอาณาจักรไทย[2]

1 ลำตัวมี tubercle ขนาดใหญ่ที่ปล้องท้องปล้องที่ 1 ถึงปล้องท้องปล้องที่ 8 (รูปที่ 9.33A ลูกศรชี้) 2
ลำตัวไม่มี tubercle ขนาดใหญ่ที่ปล้องท้องปล้องที่ 1 ถึงปล้องท้องปล้องที่ 8 (รูปที่ 9.33B)..... 3

รูปที่ 9.33A

รูปที่ 9.33B

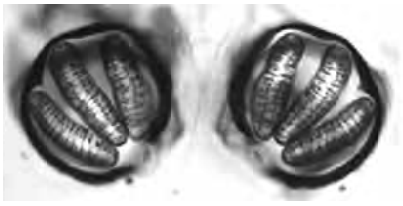
2 tubercle มีหนามแหลมขนาดเล็ก อยู่เฉพาะที่ปลาย (รูปที่ 9.34A) ; จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 9 ถึง 12 ..... *Achoetandrus rufifacies*
tubercle มีหนามแหลมขนาดเล็ก อยู่ทั่วทั้งหมด (รูปที่ 9.34B); จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 13 ถึง 15 ..... *Achoetandrus villeneuvi*



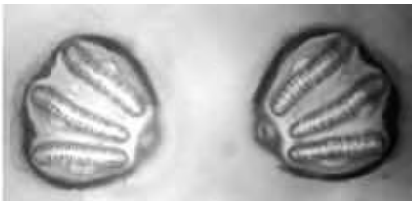
รูปที่ 9.34A

รูปที่ 9.34B

3 รูหายใจหลังมี peritreme เป็นวงแบบไม่สมบูรณ์ (รูปที่ 9.35A) 4
รูหายใจหลังมี peritreme เป็นวงแบบสมบูรณ์ (รูปที่ 9.35B) 5



รูปที่ 9.35A



รูปที่ 9.35B

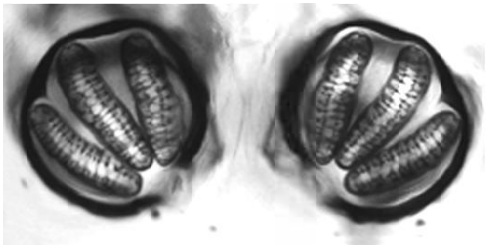
4 ด้านบนของลำตัวไม่มีกลุ่มขน (รูปที่ 9.36A); หนามที่อยู่ระหว่างอกปล้องที่ 1 และอกปล้องที่ 2 เป็นหนามเดี่ยว (รูปที่ 9.37A); ปลายด้านบนของ peritreme เป็นแบบปกติ (รูปที่ 9.38A)..... *Chrysomya megacephala*
ด้านบนของลำตัวมีกลุ่มขนเป็นกระจุกสีน้ำตาล (รูปที่ 9.36B ลูกศรชี้); หนามที่อยู่ระหว่างอกปล้องที่ 1 และอกปล้องที่ 2 จัดเรียงเป็นกลุ่ม หนามอาจมีหลายแฉก (รูปที่ 9.37B); ปลายด้านบนของ peritreme แผ่ขยายใหญ่เล็กน้อย (รูปที่ 9.38B ลูกศรชี้) ..... *Ceylonomyia nigripes*

รูปที่ 9.36A

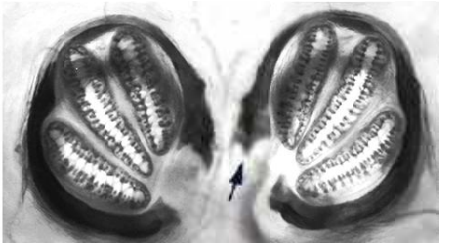
รูปที่ 9.36B

รูปที่ 9.37A

รูปที่ 9.37B

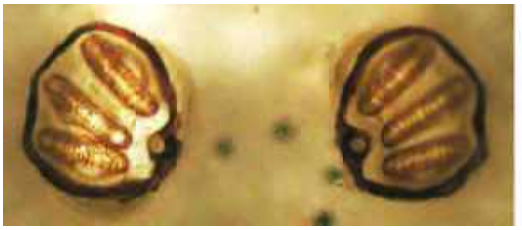


รูปที่ 9.38A



รูปที่ 9.38B

5 spiracular slit ตรง; peritreme สีปกติ (รูปที่ 9.39A) ……..... 6
spiracular slit งอคดเคี้ยว คล้ายตัวอักษร “S”; peritreme สีเข้มมาก (รูปที่ 9.39B) .....*Synthesiomyia nudiseta**



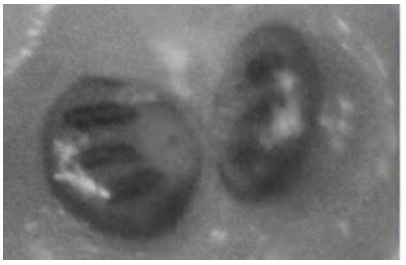
รูปที่ 9.39A

รูปที่ 9.39B

6 ลำตัวเรียว ยาว (รูปที่ 9.40A); รูหายใจหลังชิดกัน: peritreme สีจาง (รูปที่ 9.41A) ……..…… *Hydrotaea spinigera**
ลำตัวอ้วน (รูปที่ 9.40B); รูหายใจหลังห่างกัน: peritreme สีเข้ม (รูปที่ 9.41B)…… 7

รูปที่ 9.40A

รูปที่ 9.40B



รูปที่ 9.41A

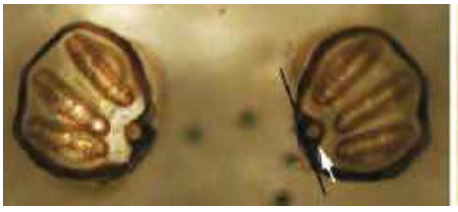
รูปที่ 9.41B

7 หนามที่อยู่ระหว่างอกปล้องที่ 1 และอกปล้องที่ 2 มีขนาดใหญ่ (รูปที่ 9.42A); peritreme ไม่เว้ามากระหว่าง middle spiracular slit และ lower spiracular slit (รูปที่ 9.43A); เมื่อลากเส้นสมมติผ่านริม peritreme ทั้งสองข้าง ecdysial scar เว้าเข้าด้านใน (รูปที่ 9.43A ลูกศรสีขาว); จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 4 ถึง 7 ..... *Lucilia cuprina*

หนามที่อยู่ระหว่างอกปล้องที่ 1 และอกปล้องที่ 2 มีขนาดเล็ก เรียงตัวชิดกัน (รูปที่ 9.42B); peritreme เว้ามากระหว่าง middle spiracular slit และ lower spiracular slit (รูปที่ 9.43B ลูกศรสีดำ); เมื่อลากเส้นสมมติผ่านริม peritreme ทั้งสองข้าง ecdysial scar อยู่กลางเส้นหรือเว้าออกด้านนอก (รูปที่ 9.43B ลูกศรสีขาว); จำนวนแขนงของรูหายใจหน้า 5 ถึง 9 ……..……*Hemipyrellia ligurriens*

รูปที่ 9.42A

รูปที่ 9.42B



รูปที่ 9.43A

รูปที่ 9.43B

* แมลงวันในวงศ์ Muscidae

หมายเหตุ

รูปประกอบในการระบุชนิดของตัวอ่อนแมลงวัน ดังนี้

• รูปที่ 9.33A, 9.33B, 9.36A, 9.36B, 9.40A, 9.40B *ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ โดยรัชฎาวรรณ เงินกลั่นและกาบแก้ว สุคนธสรรพ์*

• รูปที่ 9.34A, 9.34B, 9.39A, 9.39B, 9.41A, 9.41B, 9.42A, 9.42B, 9.43A, 9.43B *ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง โดยรัชฎาวรรณ เงินกลั่นและกาบแก้ว สุคนธสรรพ์*

• รูปที่ 9.35A, 9.35B, 9.37A, 9.37B, 9.38A, 9.38B *ภาพจากงานวิจัยของคม สุคนธสรรพ์และคณะ[2] โดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ Entomological Society of America หมายเลขอนุญาต 27587590)*

3.2.2.3 การระบุชนิดของดักแด้แมลงวัน

การวินิจฉัยชนิดของดักแด้แมลงวัน สามารถทำได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ซึ่งมีวิธีการเตรียมตัวอย่างได้กล่าวมาแล้วใน 2.1.3.1 ผู้นิพนธ์และคณะสร้างกุญแจการระบุชนิดดักแด้แมลงวันที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยา ในราชอาณาจักรไทย ได้ดังนี้

กุญแจรูปภาพเพื่อการระบุชนิดของดักแด้แมลงวันที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยาในราชอาณาจักรไทย

1 มี tubercle ขนาดใหญ่ที่ปล้องท้องปล้องที่ 1 ถึงปล้องท้องปล้องที่ 8 (รูปที่ 9.44A); รูหายใจหลังมี peritreme เด่นชัด สีเข้ม และเป็นวงแบบไม่สมบูรณ์ (รูปที่ 9.45) ……..…...……2

ไม่มี tubercle ขนาดใหญ่ที่ปล้องท้องปล้องที่ 1 ถึงปล้องท้องปล้องที่ 8 (รูปที่ 9.44B) ……...…... 3

รูปที่ 9.44A

รูปที่ 9.44B

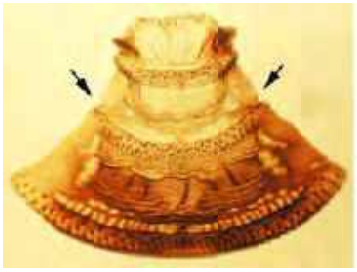
รูปที่ 9.45

2 tubercle มีหนามขนาดเล็กเฉพาะที่ปลาย (รูปที่ 9.46A ลูกศรชี้) ……..……
……. *Achoetandrus rufifacies*
tubercle มีหนามขนาดเล็กทั่วทั้งหมด (รูปที่ 9.46B ลูกศรชี้) ……...……
……..…. *Achoetandrus villeneuvi*

รูปที่ 9.46A

รูปที่ 9.46B

3 มีรอยคอดระหว่างปล้องอกปล้องที่ 2 กับปล้องอกปล้องที่ 3 (รูปที่ 9.47A ลูกศรชี้)..... *Ceylonomyia nigripes*
ไม่มีรอยคอดระหว่างปล้องอกปล้องที่ 2 กับปล้องอกปล้องที่ 3 (รูปที่ 9.47B) 4

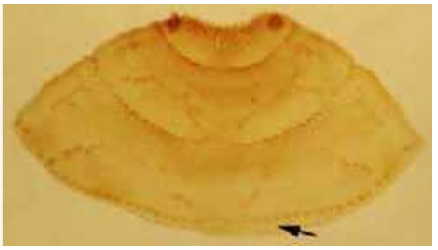


รูปที่ 9.47A

รูปที่ 9.47B

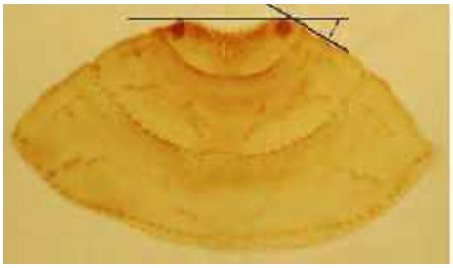
4 หนามที่ปลายปล้องอกปล้องที่ 3 ชัดเจน (รูปที่ 9.48A) *Chrysomya megacephala*
หนามที่ปลายปล้องอกปล้องที่ 3 ไม่ชัดเจน (รูปที่ 9.48B)..... 5

รูปที่ 9.48A



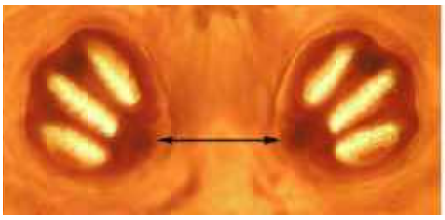
รูปที่ 9.48B

5 ปล้องอกปล้องที่ 1 ถึงปล้องอกปล้องที่ 3 แผ่ขยายด้านข้างมาก ทำมุม 24 ถึง 31 องศา (รูปที่ 9.49A); ความห่างระหว่างรูหายใจหลัง 133 ถึง 143 ไมโครเมตร (รูปที่ 9.50A)..... *Hemipyrellia ligurriens*
ปล้องอกปล้องที่ 1 ถึงปล้องอกปล้องที่ 3 แผ่ขยายด้านข้างน้อย ทำมุม 28 ถึง 34 องศา (รูปที่ 9.49B); ความห่างระหว่างรูหายใจหลัง 72 ถึง 133 ไมโครเมตร (รูปที่ 9.50B)..... *Lucilia cuprina*



รูปที่ 9.49A

รูปที่ 9.49B



รูปที่ 9.50A

รูปที่ 9.50B

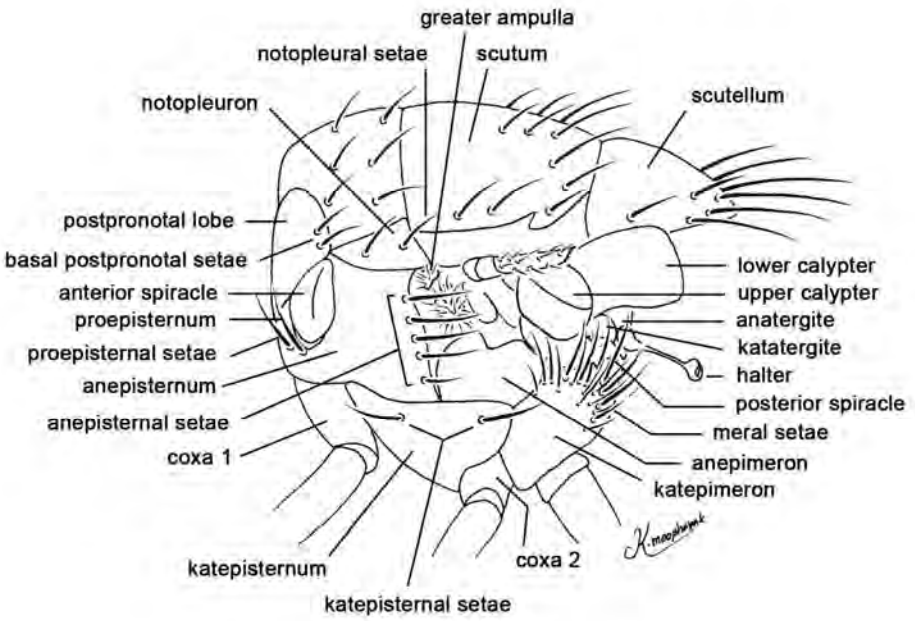
หมายเหตุ

รูปประกอบในการระบุชนิดของดักแด้แมลงวัน ดังนี้

- รูปที่ 9.44A, 9.44B *ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ โดยรัชฎาวรรณ เงินกลั่น*
- รูปที่ 9.45, 9.46A, 9.46B, 9.47A, 9.47B, 9.48A, 9.48B, 9.49A, 9.49B, 9.50A, 9.50B *ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง โดยรัชฎาวรรณ เงินกลั่นและกาบแก้ว สุคนธสรรพ์*

3.2.2.4 การระบุชนิดของตัวเต็มวัยแมลงวัน

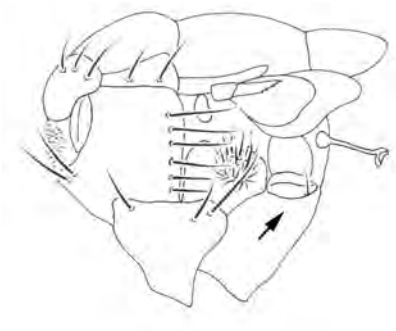
การระบุชนิดของตัวเต็มวัยแมลงวัน สามารถทำได้โดยใช้สัณฐานวิทยาของส่วนต่างๆ (รูปที่ 9.51; แสดงเพิ่มเติมจากบทที่ 3) กิตติคุณ หมู่พยัคฆ์และผู้นิพนธ์สร้างกุญแจสำหรับการระบุชนิดตัวเต็มวัยแมลงวัน ที่มีความสำคัญทางนิติเวชกีฏวิทยาในราชอาณาจักรไทย ได้ดังนี้



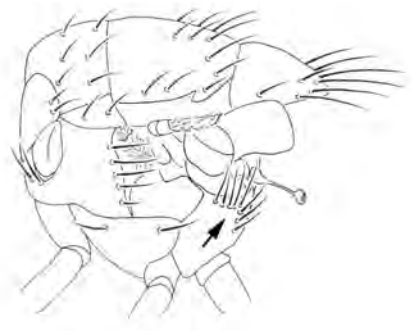
รูปที่ 9.51 แผนภาพแสดงด้านข้างของตัวเต็มวัยแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* เพศผู้ เพื่อการระบุชนิด *(วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์)*

กุญแจรูปภาพเพื่อการระบุวงศ์ของตัวเต็มวัยแมลงวันที่มักพบในราชอาณาจักรไทย

1 ไม่มี meral setae (รูปที่ 9.52A) ..... **วงศ์ Muscidae** (กลุ่มแมลงวันบ้าน)
มี meral setae (รูปที่ 9.52B) 2

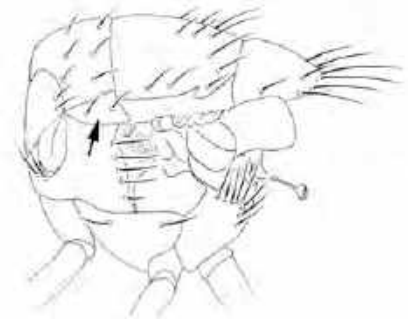


รูปที่ 9.52A

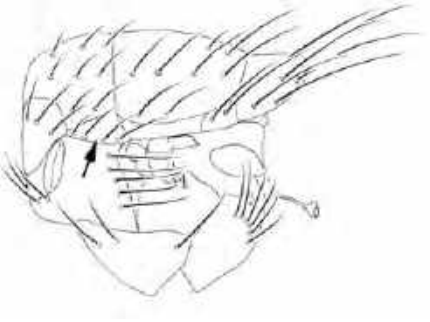


รูปที่ 9.52B

2 notopleural setae มี 2 หรือ 3 เส้น (รูปที่ 9.53A); ปล้องอกและปล้องท้องลำตัวมันวาว สะท้อนแสง ..... **วงศ์ Calliphoridae** (กลุ่มแมลงวันหัวเขียว)
notopleural setae มี 4 เส้น (รูปที่ 9.53B); ปล้องอกและปล้องท้องไม่สะท้อนแสง; มักพบลาย 3 แถบที่อกด้านหลัง..... **วงศ์ Sarcophagidae** (กลุ่มแมลงวันหลังลาย)



รูปที่ 9.53A

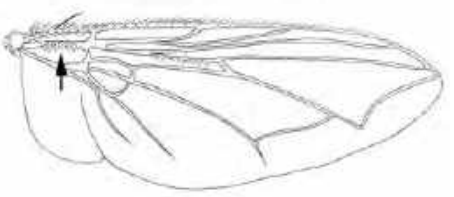


รูปที่ 9.53B

กุญแจรูปภาพเพื่อการระบุชนิดของตัวเต็มวัยแมลงวันในวงศ์ Calliphoridae

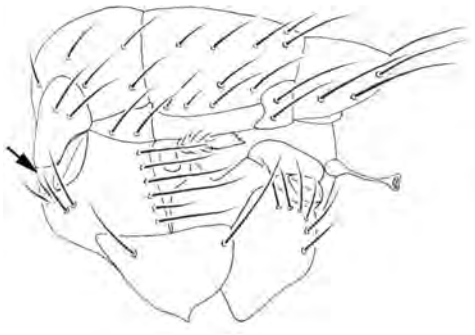
1 stem vien ไม่มีขนแข็ง (รูปที่ 9.54A) ..... วงศ์ย่อย Calliphorinae 2
stem vien มีขนแข็ง (รูปที่ 9.54B) 10

รูปที่ 9.54A



รูปที่ 9.54B

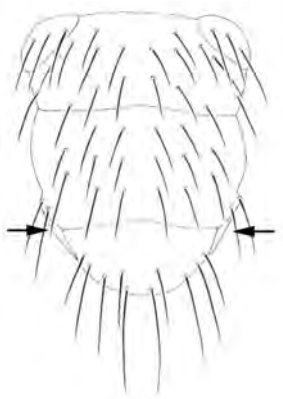
2 proepisternum ไม่มีกระจุกขน (รูปที่ 9.55A)..... แมลงวันหัวเขียวสกุลอื่น
proepisternum มีกระจุกขน (รูปที่ 9.55B) 3



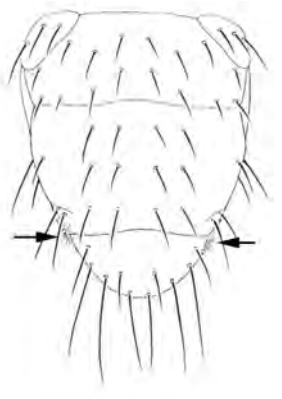
รูปที่ 9.55A

รูปที่ 9.55B

3 postalar callus ไม่มีกระจุกขน (รูปที่ 9.56A) ..... แมลงวันหัวเขียวชนิดอื่น
postalar callus มีกระจุกขน (รูปที่ 9.56B) 4



รูปที่ 9.56A



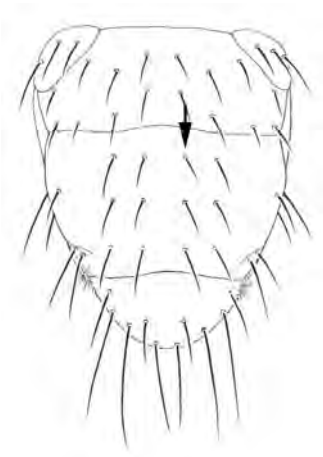
รูปที่ 9.56B

4 katatergite มีขนสั้นๆ ปกคลุมทั่วไป ลักษณะคล้ายผ้ากำมะหยี่ (รูปที่ 9.57A).... 5
katatergite มีขนสั้นๆ ปกคลุมร่วมกับขนยาวตรงกลาง (รูปที่ 9.57B)..... 7

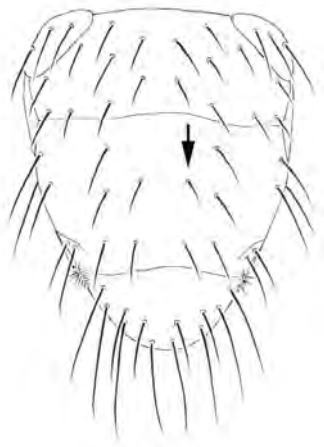
รูปที่ 9.57A

รูปที่ 9.57B

5 มีขน postacrostichal setae (post *ac*) 3 คู่ (รูปที่ 9.58A); อกและท้องสะท้อนสีทองแดง ..... *Lucilia cuprina*
มีขน postacrostichal setae (post *ac*) 2 คู่ (รูปที่ 9.58B); อกและท้องสะท้อนสีอื่น เช่นเขียว น้ำเงิน หรือม่วง 6

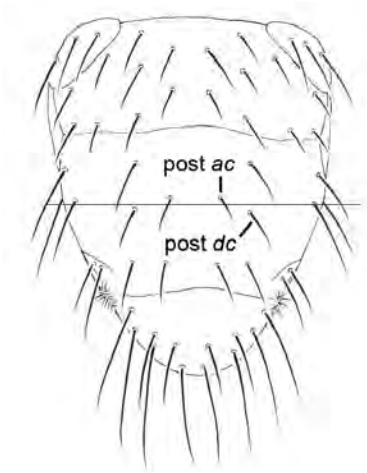


รูปที่ 9.58A

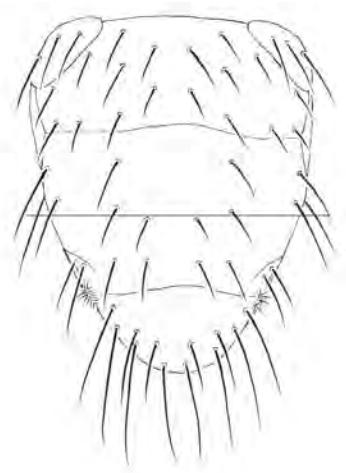


รูปที่ 9.58B

6 ตำแหน่งของขนแข็งคู่ที่ 1 ของ post *ac* อยู่เหนือตำแหน่งขนแข็งคู่ที่ 2 ของ post *dc* (รูปที่ 9.59A); tergite ไม่มีแถบดำที่ท้ายของแต่ละปล้อง... *Lucilia porphyrina*
ตำแหน่งของขนแข็งคู่ที่ 1 ของ post *ac* อยู่ต่ำกว่าตำแหน่งขนแข็งคู่ที่ 2 ของ post *dc* (รูปที่ 9.59B); tergite มีแถบดำที่ท้ายของแต่ละปล้อง แต่ไม่ชัดเจน .... *Lucilia papuensis*



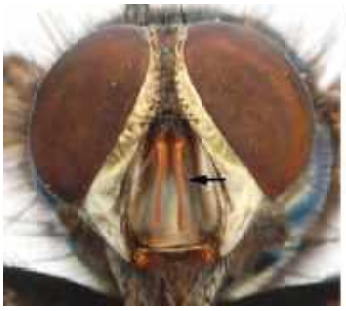
รูปที่ 9.59A



รูปที่ 9.59B

7 femur และ tibia ของขาทั้งสามคู่ มีแผงขนยาว (fringes) ซึ่งพบเฉพาะเพศผู้; ลำตัวขนาดใหญ่ 8
femur และ tibia ของขาทั้งสามคู่ ไม่มีแผงขนยาว (unfringes) ทั้งในเพศผู้และเพศเมีย; ลำตัวขนาดกลาง 9

8 หนวดปล้องที่ 3 สีน้ำตาล-ดำตลอดทั้งหนวด (รูปที่ 9.60A); sternite สีน้ำตาล-ดำ และปกคลุมด้วยขนยาวสีดำ ..... *Hypopygiopsis infumata*
หนวดปล้องที่ 3 สีส้มตลอดทั้งหนวด (รูปที่ 9.60B); sternite สีส้ม-เหลืองและปกคลุมด้วยขนยาวสีเหลือง ..... *Hypopygiopsis tumrasvini*



รูปที่ 9.60A

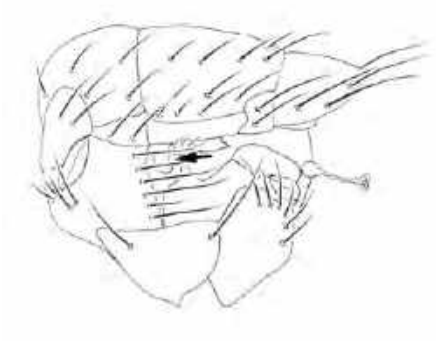
รูปที่ 9.60B

9 หนวดปล้องที่ 3 สีน้ำตาล-ดำตลอดทั้งหนวด (รูปที่ 9.61A) บางตัวอย่างอาจมีสีส้มเฉพาะส่วนท้องหนวด ..... *Hemipyrellia ligurriens*
หนวดปล้องที่ 3 สีส้มตลอดทั้งหนวด (รูปที่ 9.61B); tergite สะท้อนสีน้ำเงิน-ม่วง ..... *Hemipyrellia pulchra*

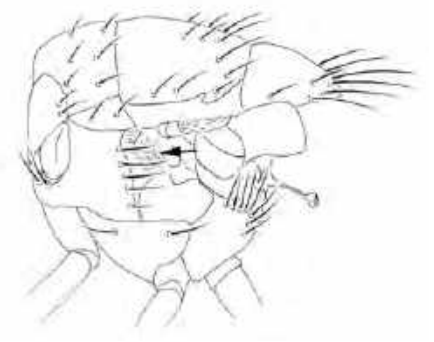
รูปที่ 9.61A

รูปที่ 9.61B

10 greater ampulla ไม่มีขนปกคลุม (รูปที่ 9.62A)..... วงศ์ย่อย Rhininae
greater ampulla มีขนปกคลุม (รูปที่ 9.62B)..... วงศ์ย่อย Chrysomyinae 11



รูปที่ 9.62A

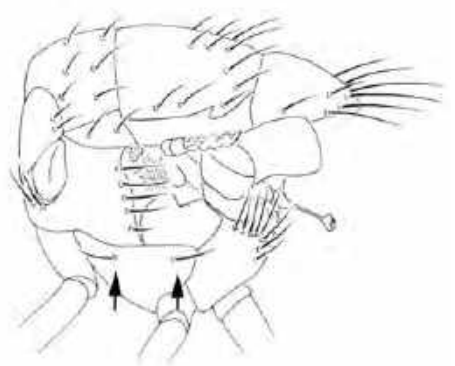


รูปที่ 9.62B

11 รูหายใจหน้า สีขาวครีม 12
รูหายใจหน้า สีน้ำตาลเข้มถึงดำ 13

12 katepisternal setae จัดเรียงตัว 0 + 1 (รูปที่ 9.63A); ตาประกอบแยกกันทั้งสองเพศ..... *Ceylonomyia nigripes*
katepisternal setae จัดเรียงตัว 1 + 1 (รูปที่ 9.63B); ตาประกอบชิดกันในเพศผู้ แยกกันในเพศเมีย ..... *Achoetandrus rufifacies*

รูปที่ 9.63A



รูปที่ 9.63B

13 ตาประกอบแยกกันทั้งสองเพศ; tergite ทั้งสองเพศปกคลุมด้วยขนสั้นเท่านั้น; femur และ tibia ของเพศผู้โป่งออก..... *Achoetandrus villeneuvi*
ตาประกอบแยกกันในเพศเมีย ชิดกันในเพศผู้; tergite ทั้งสองเพศปกคลุมด้วยขนขนาดปกติ; femur และ tibia ปกติทั้งสองเพศ..... 14

14 parafacial และแก้มสีเหลือง-ส้ม (รูปที่ 9.64A); และปกคลุมด้วยขนสีขาวเหลืองหรือเหลือง-ส้ม; หนวดปล้องที่ 3 สีส้มทั่วทั้งปล้อง 15
parafacial และแก้มสีน้ำตาลถึงดำ (รูปที่ 9.64B); และปกคลุมด้วยขนสีดำ; หนวดปล้องที่ 3 สีน้ำตาลเข้มถึงดำ บางตัวอย่างมีสีส้มเฉพาะส่วนท้องปล้อง.. 16

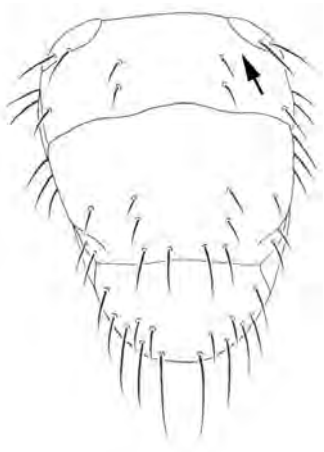
รูปที่ 9.64A

รูปที่ 9.64B

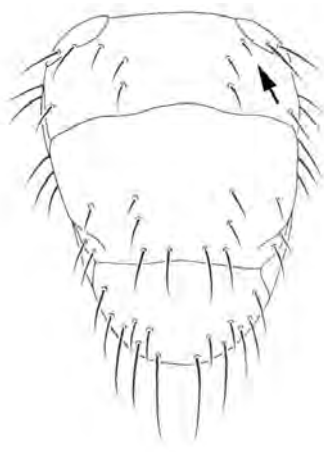
15 lower calypter สีน้ำตาลเข้ม และปกคลุมด้วยขนสีดำ .....
..... *Chrysomya megacephala*
lower calypter สีขาวครีม และปกคลุมด้วยขนสีขาวหรือดำ .....
.....*Chrysomya bezziana*

16 upper calypter สีขาวครีม มีขนสีขาวหรือไม่มีขนปกคลุม และที่ขอบล่างสีเหลือง..... *Chrysomya chani*
upper calypter สีขาวเทา มีขนสีน้ำตาล-ดำปกคลุม และที่ขอบล่างสีน้ำตาลเข้มถึงดำ 17

17 posthumeral setae ไม่พบในเพศผู้ แต่ในเพศเมีย อาจมีเส้นบางๆ (รูปที่ 9.65A); ลำตัวขนาดใหญ่ ประมาณ 12 ถึง 13 มิลลิเมตร ..... *Chrysomya thanomthini*
posthumeral setae มีขนแข็งชัดเจนทั้งสองเพศ (รูปที่ 9.65B); ลำตัวขนาดเล็กน้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ..... *Chrysomya pinguis*



รูปที่ 9.65A



รูปที่ 9.65B

หมายเหตุ

รูปประกอบในการระบุชนิดของตัวเต็มวัยแมลงวัน ดังนี้

- *ภาพวาด วาดจากตัวอย่างจริง ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดโดยกิตติคุณ หมู่พยัคฆ์*
- *ภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล ภาพโดยคม สุคนธสรรพ์*

เอกสารอ้างอิง

[1] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Boonchu N, Kurahashi H, Hope M, Olson JK. Identification of forensically important fly eggs using a potassium permanganate staining technique. Micron 2004; 35: 391-395.

[2] Sukontason K, Sukontason KL, Ngern-klun R, Sripakdee D, Piangjai S. Differentiation of the third instar of forensically important fly species in Thailand. Ann Entomol Soc Am 2004; 97: 1069-1075.

[3] Sukontason KL, Vogtsberger RC, Boonchu N, Chaiwong T, Sripakdee D, Ngern-Klun R, Piangjai S, Sukontason K. Larval morphology of *Chrysomya nigripes* (Diptera: Calliphoridae), a fly species of forensic importance. J Med Entomol 2005; 42: 233-240.

[4] Sukontason KL, Ngern-klun R, Sripakdee D, Sukontason K. Identifying fly puparia by clearing technique: application to forensic entomology. Parasitol Res 2007; 101: 1407-1416.

[5] Sukontason K, Sribanditmongkol P, Ngoen-klan R, Klong-klaew T, Moophayak K, Sukontason KL. Differentiation between *Lucilia cuprina* and *Hemipyrellia ligurriens* (Diptera: Calliphoridae) larvae for use in forensic entomology application. Parasitol Res 2010; 106: 641-646.

[6] Bunchu N, Sukontason KL, Olson JK, Kurahashi H, Sukontason K. Behavioral responses of *Chrysomya megacephala* to natural products. Parasitol Res 2008; 102: 419-429.

[7] Siriwattanarungsee S, Sukontason KL, Olson JK, Chailapakul O, Sukontason K. Efficacy of neem extract against the blowfly and housefly. Parasitol Res 2008; 103: 535-544.

[8] Gennard D. Forensic entomology: An introduction. John Wiley & Sons; 2007.

[9] Green PWC, Simmonds MSJ, Blaney WM. Diet nutriment and rearing density affect the growth of black blowfly larvae, *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae). Eur J Entomol 2003; 100: 39-42.

[10] Huntington TE, Higley LG. Decomposed flesh as a vitellogenic protein source for the forensically important *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). J Med Entomol 2010; 47: 482-486.

[11] Sukontason KL, Boonchu N, Sukontason K, Choochote W. Effects of eucalyptol on house fly (Diptera: Muscidae) and blow fly (Diptera: Calliphoridae). Rev Inst Med Trop Sao Paulo 2004; 46: 97-101.

[12] Sherman RA, Wyle FA. Low-cost, low-maintenance rearing of maggots in hospitals, clinics, and schools. Am J Trop Med Hyg 1996; 54: 38-41.

[13] Daniels S, Simkiss K, Smith RH. A simple larval diet for population studies on the blowfly *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). Med Vet Entomol 1991; 5: 283-292.

[14] Tachibana S, Numata H. An artificial diet for blow fly larvae, *Lucilia sericata* (Meigen) (Diptera: Calliphoridae). Appl Entomol Zool 2001; 36: 521-523.

[15] Zhang B, Numata H, Mitsui H, Goto SG. A simple, heat-sterilizable artificial diet excluding animal-derived ingredients for adult blowfly, *Lucilia sericata*. Med Vet Entomol 2009; 23: 443-447.

[16] U.S.Department of Agriculture ARSU. Nutrient data laboratory. USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 22; 2009.

[17] Motrescu L, Oancea S, Rapa A, Airinei A. Spectrophotometric analysis of the blood plasma for different mammals. Romanian J Biophys 2006; 16: 215-220.

[18] Gerberg EJ. Manual for mosquito rearing and experimental techniques. American Mosquito Control Association; 1970.

[19] Fraenkel G. Utilisation of sugars and polyhydric alcohols by the adult blowfly. Nature 1936; 137: 237-238.

[20] Gabre RM, Adham FK, Chi H. Life table of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae). Acta Oecologica 2005; 27: 179-183.

[21] Grassberger M, Reiter C. Effect of temperature on *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) development with special reference to the isomegalen- and isomorphen-diagram. Forensic Sci Int 2001; 120: 32-36.

[22] Ujvari B, Wallman JF, Madsen T, Whelan M, Hulbert AJ. Experimental studies of blowfly (*Calliphora stygia*) longevity: A little dietary fat is beneficial but too much is detrimental. Comp Biochem Physiol A 2009; 54: 383-388.

[23] McKenzie JA, Dearn JM, Whitten MJ. Genetic basis of resistance to diazinon in Victorian populations of the Australian sheep blowfly, *Lucilia cuprina*. Australian J Biol Sci 1980; 33: 85-95.

[24] Dimou I, Rempoulakis P, Economopoulos AP. Olive fruit fly [*Bactocera* (Dacus) *oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae)] adult rearing diet without antibiotic. J Appl Entomol 2010; 134: 72-79.

[25] Haskell NH, Williams RE. Collection of entomological evidence at the death scene. In: Haskell NH, Williams RE (eds.), Entomology and death: A procedural guide, 2nd ed. Clemson,SC: East Park Printing; 2008: 85-113.

[26] Hunter G. Curation of insect specimens. National Park Service, USA; 2006.

[27] James MT. The flies that cause myiasis in man. Washington: United States Department of Agriculture; 1947.

[28] Haskell NH, Williams RE. Collection of entomological evidence at the death scene. In: Catts EP, Haskell NH (eds.), Entomology and Death: A procedural guide. Clemson, SC: Joyce's Print Shop, Inc.; 1990: 82-97.

[29] Walker AK, Crosby TK. The preparation and curation of insects. Wellington: Science Information Publishing Centre; 1988.

[30] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Choochote W, Boonchu N, Chaiwong T, Kurahashi H. Fine structure of the eggs of blowflies *Aldrichina grahami* and *Chyrsomya pacifica* (Diptera: Calliphoridae). Biol Res 2004; 37: 483-487.

[31] Sukontason K, Sukontason KL, Boonchu N, Chaiwong T, Piangjai S. Ultrastructure of eggshell of *Chrysomya nigripes* Aubertin (Diptera: Calliphoridae). Parasitol Res 2004; 93: 151-154.

[32] Sukontason KL, Bunchu N, Chaiwong T, Kuntalue B, Sukontason K. Fine structure of the eggshell of the blow fly, *Lucilia cuprina*. J Insect Sci 2007; 7: Article 9.

[33] Sukontason K, Piangjai S, Sukontason K, Chaithong U. Potassium permanganate staining for differentiation the surface morphology of *Opisthorchis viverrini*, *Haplorchis taichui* and *Phaneropsolus bonnei* eggs. Southeast Asian J Trop Med Public Health 1999; 30: 371-374.

[34] Mendonca PM, Santos-Mallet JR, Mello RP, Gomes L, Queiroz MMC. Identification of fly eggs using scanning electron microscopy for forensic investigations. Micron 2008; 39: 802-807.

[35] Colwell DD, Baird CR, Lee B, Milton K. Scanning electron microscopy and comparative morphometrics of eggs from six bot fly species (Diptera: Oestridae). J Med Entomol 1999; 36: 803-810.

[36] Linley JR, Benton AH, Day JF. Ultrastructure of the eggs of seven flea species (Siphonaptera). J Med Entomol 1994; 31: 813-832.

[37] Linley JR, Chadee DD. Fine structure of the eggs of *Haemagogus equinus* and *Hg. janthinomys* (Diptera: Culicidae). J Med Entomol 1991; 28: 434-445.

[38] Tantawi TI, Greenberg B. The effect of killing and preservative solutions on estimates of maggot age in forensic cases. J Forensic Sci 1993; 38: 702-707.

[39] Boonsriwong W, Sukontason K, Vogtsberger RC, Sukontason KL. Alimentary canal of the blow fly, *Chrysomya megacephala* (F.) (Diptera: Calliphoridae): An emphasis on dissection and morphometry. J Vector Ecol 2010; in press.

[40] Weinstein A, Berman B. Topical treatment of common superficial tinea infections. Am Fam Physician 2002; 15: 2095-2102.

[41] Green MC. A rapid method for cleaning and staining specimens for the demonstration of bone. Ohio J Sci 1952; 52: 31-33.

[42] Siriwattanarungsee S, Sukontason KL, Kuntalue B, Piangjai S, Olson JK, Sukontason K. Morphology of the puparia of the housefly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) and blowfly, *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae). Parasitol Res 2005; 96: 166-170.

[43] Sukontason KL, Boonsriwong W, Siriwattanarungsee S, Piangjai S, Sukontason K. Morphology of puparia of *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae), a fly species of medical and forensic importance. Parasitol Res 2006; 98: 268-272.

[44] Sukontason KL, Kanchai C, Piangjai S, Boonsriwong W, Bunchu N, Sripakdee D, Chaiwong T, Kuntalue B, Siriwattanarungsee S, Sukontason K. Morphological observation of puparia of *Chrysomya nigripes* (Diptera: Calliphoridae) from human corpse. Forensic Sci Int 2006; 161: 15-19.

[45] Sukontason KL, Piangjai S, Bunchu N, Chaiwong T, Sripakdee D, Boonsriwong W, Vogtsberger RC, Sukontason K. Surface ultrastructure of the puparia of the blow fly, *Lucilia cuprina* (Diptera: Calliphoridae), and flesh fly, *Liosarcophaga dux* (Diptera: Sarcophagidae). Parasitol Res 2006; 98: 482-487.

[46] Sukontason KL, Narongchai P, Kanchai C, Vichairat K, Piangjai S, Boonsriwong W, Bunchu N, Sripakdee D, Chaiwong T, Kuntalue B, Siriwattanarungsee S, Sukontason K. Morphological comparison between *Chrysomya rufifacies* (Macquart) and *Chrysomya villeneuvi* Patton (Diptera: Calliphoridae) puparia, forensically important blow flies. Forensic Sci Int 2006; 164: 230-234.

[47] Sukontason KL, Piangjai S, Boonsriwong W, Bunchu N, Ngern-Klun R, Vogtsberger RC, Sukontason K. Observations of the third instar larva and puparium of *Chrysomya bezziana* (Diptera: Calliphoridae). Parasitol Res 2006; 99: 669-674.

[48] Sridharan TB, Prakash S, Chauhan RS, Rao KM, Singh K, Naresh R. Sensilla on the palps and legs of the adult soft tick *Argas persicus* Oken (Ixodoidea: Argasidae) and their projections to the central nervous system. Int J Insect Morphol Embryol 1998; 27: 273-289.

[49] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Boonchu N, Chaiwong T, Ngern-Klun R, Sripakdee D, Vogtsberger RC, Olson JK. Antennal sensilla of some forensically important flies in families Calliphoridae, Sarcophagidae and Muscidae. Micron 2004; 35: 671-679.

[50] Sukontason KL, Chaiwong T, Piangjai S, Upakut S, Moophayak K, Sukontason K. Ommatidia of blow fly, house fly, and flesh fly: implication of their vision efficiency. Parasitol Res 2008; 103: 123-131.

[51] WHO. Vector control series. The housefly. Intermediate level,Training and information guide. 1991.

[52] สรวิชญ์ อุปคุตฆ์. พฤติกรรมการตอบสนองของแมลงวันบ้าน *Musca domestica* Linnaeus (Diptera: Muscidae) ต่อสิ่งเร้าประสาทรับกลิ่นภายในอุโมงค์ลมสองทิศทาง [วิทยานิพนธ์]. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัย เชียงใหม่; 2551.

[53] Sucharit S, Tumrasvin W. The survey of flies of medical and veterinary importance in Thailand. Jpn J Sanit Zool 1981; 32: 281-285.

[54] Suenaga O, Kurahashi H. Improved types of the horse meat baited fly trap and the fly emergence trap. Trop Med 1994; 36: 65-70.

[55] Omar B, Marwi MA, Sun CM, Jeffery J, Kurahashi H. Distribution of medically important flies at various altitudes of Titiwangsa Range near Kuala Lumpur, Malaysia. Trop Biomed 2003; 20: 137-144.

[56] Hall MJ. Trapping the flies that cause myiasis: their responses to host-stimuli. Ann Trop Med Parasitol 1995; 89: 333-357.

[57] Sukontason K, Ngoen-klan R, Moophayak K, Klong-klaew T, Sukontason KL. Removable fly trap to survey blow fly and house fly population. การประชุมประจำปี นักวิจัยใหม่พบเมธีวิจัยอาวุโส สกว. ครั้งที่ 9 ปีพ.ศ. 2009; เพชรบุรี, ประเทศไทย: 173.

[58] WHO. Resistance of vectors of diseases to pesticides. WHO Tech Rep Ser 655. Geneva: WHO; 1980.

[59] Hsu JC, Feng HT. Insecticide susceptibility of the Oriental fruit fly (*Bactocera dorsalis* (Hendel)) (Diptera: Tephritidae) in Taiwan. Chin J Entomol 2000; 20: 109-118.

[60] Somboon P, Prapanthadara L, Suwonkerd W. Insecticide susceptibility tests of *Anopheles minimus* s.l., *Aedes aegypti, Aedes albopictus* and *Culex quinquefasciatus* in northern Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2003; 31: 87-93.

[61] Amano H, Ishii Y, Kobori Y. Pesticide susceptibility of two dominant phytoseiid mites, *Neoseiulus californicus* and *N. womersleyi*, in conventional Japanese fruit orchards (Gamasina: Phytoseiidae). J Acarol Soc Jpn 2004; 13: 65-70.

[62] Abbott WS. Method for computing the effectiveness of an insecticide. J Econ Entomol 1925; 18: 256-267.

[63] Greenberg B, Kunich JC. Entomology and the law. Flies as forensic indicators. UK: Cambridge University Press; 2002.

[64] Byrd JH, Castner JL. Forensic entomology: The utility of arthropods in legal investigations, 2nd ed. CRC Press; 2009.

[65] Amendt J, Campobasso CP, Gaudry E, Reiter C, Leblanc HN, Hall JR. Best practice in forensic entomology-standards and guidelines. Int J Legal Med 2007; 121: 90-104.

[66] Ishijima H. Revision of the third stage larvae of synanthropic flies of Japan (Diptera: Anthomyiidae, Muscidae, Calliphoridae and Sarcophagidae). Jpn J Sanit Zool 1967; 18: 47-100.

[67] Byrd JH, Lord WD, Wallace JR, Tomberlin JK. Collection of entomological evidence during legal investigations. In: Byrd JH, Castner JL (eds.), Forensic entomology: The utility of arthropods in legal investigations, 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press; 2010: 127-175.

[68] Haskell NH. Entomological collection techniques at autopsy and for specific environments. In: Catts EP, Haskell NH (eds.), Entomology and death: A procedural guide. Clemson, SC: Joyce's Print Shop, Inc.; 1990: 98-110.

[69] Smith KGV. A manual of forensic entomology. Ithaca, NY: Cornell University Press; 1986.

[70] Lord WD. Case histories of the use of insects in investigations. In: Catts EP, Haskell NH (eds.), Entomology & death: A procedural guide. Clemson, SC: Joyce's Print Shop, Inc; 1990: 9-37.

[71] Anderson GS. Wildlife forensic entomology: determining time of death in two illegally killed black bear cubs. J Forensic Sci 1999; 44: 856-859.

[72] Anderson GS. Determining time of death using blow fly eggs in the early postmortem interval. Int J Legal Med 2004; 118: 240-241.

[73] Byrd JH, Castner JL. Insects of forensic importance. In: Byrd JH, Castner JL (eds.), Forensic entomology: The utility of arthropods in legal investigations. Florida: CRC Press; 2001: 43-79.

[74] Sukontason K, Narongchai P, Kanchai C, Vichairat K, Sribanditmongkol P, Bhoopat T, Kurahashi H, Chockjamsai M, Piangjai S, Bunchu N, Vongvivach S, Samai W, Chaiwong T, Methanitikorn R, Ngern-klun R, Sripakdee D, Boonsriwong W, Siriwattanarungsee S, Srimuangwong C, Hanterdsith B, Chaiwan K, Srisuwan C, Upakut S, Moopayak K, Vogtsberger RC, Olson JK, Sukontason KL. Forensic entomology cases in Thailand: A review of cases from 2000-2006. Parasitol Res 2007; 101: 1417-1423.

[75] Goff ML, Flynn MM. Determination of postmortem interval by arthropod succession: a case study from the Hawaiian Islands. J Forensic Sci 1991; 36: 607-614.

[76] Goff ML, Odom CB. Forensic entomology in the Hawaiian Islands. Three case studies. Am J Forensic Med Pathol 1987; 8: 45-50.

[77] Gunatilake K, Goff ML. Detection of organophosphate poisoning in a putrefying body by analyzing arthropod larvae. J Forensic Sci 1989; 34: 714-716.

[78] Goff ML, Catts EP. Arthropod basics structure and biology. In: Catts EP, Haskell NH (eds.), Entomology and death: A procedural guide. Clemson, SC: Joyce's Print Shop, Inc; 1990: 38-71.

[79] Goff ML. A fly for the prosecution: how insect evidence helps solve crimes. Cambridge: Harvard University Press; 2000: 1-225.

[80] Lee HL, Krishnasamy M, Abdullah AG, Jeffery J. Review of forensically important entomological specimens in the period of 1972-2002. Trop Biomed 2004; 21: 69-75.

[81] Sukontason K, Sukontason K, Vichairat K, Piangjai S, Lertthamnongtham S, Vogtsberger RC, Olson JK. The first documented forensic entomology case in Thailand. J Med Entomol 2001; 38: 746-748.

[82] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Chaiwong T, Boonchu N, Kurahashi H. Hairy maggot of *Chrysomya villeneuvi* (Diptera: Calliphoridae), a fly species of forensic importance. J Med Entomol 2003; 40: 983-984.

[83] Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S. Scanning electron microscopy of third-instar sarcophagid (Diptera: Sarcophagidae) recovered from a mummified human corpse in Thailand. Rev Inst Med Trop Sao Paulo 2003; 45: 95-98.

[84] Sukontason KL, Sukontason K, Narongchai P, Lertthamnongtham S, Piangjai S, Olson JK. *Chrysomya rufifacies* (Macquart) as a forensically-important fly species in Thailand: a case report. J Vector Ecol 2001; 26: 162-164.

[85] Sukontason KL, Narongchai P, Sukontason K, Methanitikorn R, Piangjai S. Forensically important fly maggots in a floating corpse: the first case report in Thailand. J Med Assoc Thai 2005; 88: 1458-1461.

[86] Sukontason KL, Sukontason K, Piangjai S, Choochote W, Vogtsberger RC, Olson JK. Scanning electron microscopy of the third-instar *Piophila casei* (Diptera: Piophilidae), a fly species of forensic importance. J Med Entomol 2001; 38: 756-759.

บทส่งท้าย

แมลงต่างๆ อาศัยอยู่ในโลกนี้ก่อนการอุบัติขึ้นของสัตว์เลือดอุ่นที่สามารถยืนตรงด้วยสองเท้าและมีสมองขนาดใหญ่ ที่เรียกตัวเองว่า “*มนุษย์*” ความแตกต่างของมนุษย์กับสัตว์อื่นที่เด่นชัดคือสามารถคิดค้นและสร้างองค์ความรู้ต่างๆ ได้ดีกว่าสัตว์ชนิดอื่น อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันมนุษย์รู้จักและเข้าใจสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยอยู่บนโลกนี้ ที่เรียกว่า “*แมลงวันหัวเขียว*” น้อยมาก ยังมีความรู้อีกมากมายที่ควรรู้และศึกษา และอาจสามารถเปลี่ยนบทบาทของแมลงวันหัวเขียว จากความคิดที่ว่า แมลงวันมักก่อให้เกิดโทษ เปลี่ยนเป็นผู้ให้ประโยชน์ซึ่งกันและกันกับมนุษย์ ศาสตร์ด้านนิติเวชกีฏวิทยา ยังต้องการองค์ความรู้เพื่อนำแมลงวันหัวเขียวไปใช้ในการสืบสวนคดีต่างๆ ในขณะที่การควบคุมปริมาณแมลงวัน ยังคงมีความจำเป็นโดยต้องการวิธีการใหม่ๆ ที่ใช้ต้นทุนน้อยและมีประสิทธิภาพ

ผู้นิพนธ์หวังว่า ตำราเล่มนี้จะสามารถช่วยการสร้างแนวทางการวิจัยแก่นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย และนักวิชาการที่ได้อ่าน และผู้นิพนธ์ขอน้อมรับข้อผิดพลาดที่อาจมีในทุกกรณี

รองศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์ คม สุคนธสรรพ์
รองศาสตราจารย์ ดร. กาบแก้ว สุคนธสรรพ์

ดรรชนี

abdominal spiracle 82
accessory gland 90,195,196,198T,203, 207-209, 210T,217
accumulated degree-days 301
accumulated degree-hours 301
Achoetandrus albiceps
  ชีววิทยา
    การกระจาย 242
    การกินกันเองของตัวอ่อน 247
    การเคลื่อนที่ของตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลาย 248
    แหล่งที่อยู่ 239
  โรคหนอนแมลงวัน 269
  ประวัติศาสตร์ 4
  สัณฐานวิทยาตัวอ่อน 103
Achoetandrus rufifacies 241,245,249,265T
  กราฟระหว่างอายุและความยาวตัวอ่อน 303F
  การควบคุม 357
  ชีววิทยา
    การกระจาย 19-20,27-29,40F,41,242-243
    การผสมพันธุ์ 243
    การวางไข่ 244
    การกินกันเองของตัวอ่อน 247
    การเคลื่อนที่ของตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลาย 248
  โทษ
    เชื้อปรสิต 265
    โรคหนอนแมลงวัน 269,270T
  นิติเวชกีฏวิทยา 258-259,296-298,301-302,305,308, 308T,310,313,316-317,319,324-326
  สัณฐานวิทยา 126-131
    ไข่ 126-127
    ดักแด้ 108T,130F,131,131F

Achoetandrus rufifacies (ต่อ)
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 126,127F
aedeagus 128F
cercus 128F,129F
epandrium 128F,129F
ommatidium 52F,53
ovipositor 128F
surstylus 128F,129F
ขนาดของ facet 53
ผิวของ facet 54
หนวดปล้องที่ 3 62F
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน 98F,129,130F
ตัวอ่อนระยะที่ 1 99F
รูหายใจหน้า 100T
รูหายใจหลัง 101F
อนุกรมวิธาน 17
อวัยวะสืบพันธุ์ภายในเพศผู้ 210F
อวัยวะสืบพันธุ์ภายในเพศเมีย 197F
Achoetandrus villeneuvi 81
ชีววิทยา
การกระจาย 20, 29-30, 40F
นิติเวชกีฏวิทยา 296-297
สัณฐานวิทยาดักแด้ 135F, 136,136F
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 132,133F
aedeagus 134F
cercus 134F
epandrium 134F
labellar lobe 66F
ovipositor 134F
pulvillus 81F
spermatheca 205,206F
surstylus 134F
ตาประกอบ 50
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน 132,135F
รูหายใจหน้า 100T
อนุกรมวิธาน 17
active decay 287

adhesive hair 81,81F,82,262
advanced decay 287
aedeagus 47,88,89F, 117F, 120F, 125F, 128F, 134F, 159F, 162F, 209, 216
aeropyle 91,92F
Afrotropic 20
Chrysomya bezziana 26
Chrysomya megacephala 21
Hemipyrellia pulchra 37
Lucilia cuprina 32
Aldrichina grahami 91,93F
alimentary canal ดูที่ "ทางเดินอาหาร"
AMENIINAE 15
amoebic colitis 267
amoebic liver abscess 267
amphipneustic 98
anal veins 75
anepimeron 71,72
anepisternum 71,72
Animalia 13
ano-genital part 84
Antarctic 20
antenna ดูที่ "หนวด"
antennal lobe 184,185
anterior midgut 180
anterior spiracle ดูที่ "รูหายใจหน้า"
anatomical plane ดูที่ "ระนาบทางกายวิภาคศาสตร์"
apical 45
arista 14,59
arthropod 11
Arthropoda 4,13
สัณฐานวิทยา
ลักษณะเด่น 13
asynanthropic fly 239
Australasia 20,310
Achoetandrus rufifacies 27
Ceylonomyia nigripes 30

Australasia (ต่อ)
Chrysomya bezziana 26
Chrysomya megacephala 21
Hemipyrellia ligurriens 36
Lucilia cuprina 32
Lucilia papuensis 35
Lucilia porphyrina 33
Bengalia asymmetria 15
Bengalia bezzii 15
Bengalia chiangmaiensis 15
Bengalia emarginat 15
Bengalia jejuna 15
Bengalia labiata 15
Bengalia pseudovaricolor 15
Bengalia siamensis 15
Bengalia torosa 15
Bengalia varicolor 15
Bengalia xanthopyga 15
BENGALIINAE 15
bioenhanced transmission 262
biological control 346
blow fly ดูที่ "แมลงวันหัวเขียว"
Borbororhinia bivittata 18
Borbororhinia laojanae 18
Brachycera 13
brain 183
bubble membrane 107,107F,108,108T,109F
bubbling behavior 237
buoyant remain 287
Caiusa indica 17
Caiusa testacea 17,243,245
Calliphora 78,245
halter 77
ประวัติศาสตร์ (ตำราดินเหนียว) 4
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน
peritreme 102
Calliphora (Paracalliphora) fulviceps 243

Calliphora dubia 301
Calliphora erythrocephala
ระบบย่อยอาหาร
rectal gland 182
ทางเดินอาหารส่วนกลาง 180
ระบบไหลเวียนโลหิต
อัตราการเต้นของหัวใจ 194
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย
อก 73
Calliphora grahami 211
Calliphora lata 100T
Calliphora livida 298
Calliphora loewi 100T
Calliphora nigribasis 310
Calliphora nociva 269
Calliphora pattoni 16
Calliphora stygia 376
Calliphora subalpina 94T
Calliphora uralensis 94T
Calliphora vicina 16,245,265T,299
ชีววิทยา
การกระจาย 241
แหล่งที่อยู่ 239
นิติเวชกีฏวิทยา 298,305,311
ระบบย่อยอาหาร
ต่อมน้ำลาย 178
peritrophic membrane 180
ระบบไหลเวียนโลหิต 192-195
สัณฐานวิทยาดักแด้
bubble membrane 108T
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน
รูหายใจหน้า 100T
Calliphora vomitoria 16,82, 242F, 245, 299
ชีววิทยา
แหล่งที่อยู่ 239
การกระจาย 241
นิติเวชกีฏวิทยา 298, 305, 311

Calliphora vomitoria (ต่อ)
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน
รูหายใจหน้า 100T
Calliphoridae 271
การกระจาย 41
อนุกรมวิธาน 13
CALLIPHORINAE 16-17
Callitroga macellaria 270T
calypter 75,111,115,119,123,126,132,
137,141,145,148,151,156,158,160
campaniform sensilla 78
cardia 174,179-180,221
Cassia alata 356
Catapicephala kurahashii 15
Catapicephala micans 15
Catapicephala micans 243
Catapicephala michikoae 15
Catapicephala sinica 15
cephalic ganglion ดูที่ "สมอง"
cephalic pulsatile organ 194
cephalopharyngeal skeleton 95,97,113,114F,118,121,122F,
139,141,144F,145,154,155F,398
cercus 47,84,85F,88,89F,117F,120F,125F
128F,129F,134F,139F,143F,
147F,150F,153F,159F,162F
Ceylonomyia nigripes
การควบคุม 357
ชีววิทยา
การกระจาย 20, 30-32,40F
นิติเวชกีฏวิทยา 258,296-298,321-323, 322F, 326
ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย
spermatheca 205, 206F
ระบบหายใจ
รูหายใจ 189-190,189F
สัณฐานวิทยาไข่ 90F, 93F,139,140F
สัณฐานวิทยา 137-141
สัณฐานวิทยาดักแด้ 140F, 141

Ceylonomyia nigripes (ต่อ)
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 137-139,138F
cercus 139F
epandrium 139F
ovipositor 139F
surstylus 139F
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน 97F,139-141,140F
cephalopharyngeal skeleton 96F
รูหายใจหน้า 100T
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย
halter 77F
labellar lobe 67F
ommatidium 52F,53
pseudotrachea 67F
ขนาดของ facet 53
ตาประกอบ 50
ปีก 76F
ผิวของ facet 54
อก 73,73F
อวัยวะรับความรู้สึก
labellum 68,68F
อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก 87-88
อนุกรมวิธาน 17
chaetotaxy 48
chitin 13
chorion 200,296
Chrysanthemum 351
Chrysomya bezziana 108,265T,272,311
ชีววิทยา
การกระจาย 26,40F,41
โทษ
โรคหนอนแมลงวัน 269,270T
นิติเวชกีฏวิทยา 258,297
สัณฐานวิทยาไข่ 121
สัณฐานวิทยาดักแด้ 122, 122F
รูหายใจหน้า 110F
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 121

Chrysomya bezziana (ต่อ)
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน 121,122F
อนุกรมวิธาน 17
Chrysomya chani 81,245
ชีววิทยา
การกระจาย 20,25-26,40F
ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย
spermatheca 205,206F
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 118-121,119F
adhesive hair 81F
aedeagus 120F
cercus 120F
epandrium 120F
ommatrichium 55
ovipositor 120F
surstylus 120F
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน 121
อนุกรมวิธาน 12,17
Chrysomya chloropyga 301
Chrysomya defixa 17
Chrysomya flavifrons 298
Chrysomya incisuralis 298
Chrysomya latifrons 298
Chrysomya marginalis 4
Chrysomya megacephala 46F,240,245,247,249,265T
กราฟระหว่างอายุและความยาวตัวอ่อน 303F
การควบคุม 352-353,356-357
การเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยในห้องปฏิบัติการ 376-377
การศึกษาสัณฐานวิทยา
การผ่าตัวเต็มวัย 405-406,407F
การผ่าตัวอ่อน 393-395,395F,396-398,398F
ชีววิทยา
การกระจาย 19-20, 21-23,39, 40F,41,242
การวางไข่ 243-244
พฤติกรรมการกินอาหาร 241
วัฏจักรชีวิต 233
แหล่งที่อยู่ 239

Chrysomya megacephala (ต่อ)
ชีววิทยา (ต่อ)
อายุขัย 237-238
โทษ
พาหะนำเชื้อปรสิต 265-266
พาหะนำเชื้อโรค 262-263,264F
โรคหนอนแมลงวัน 270T
นิติเวชกีฏวิทยา 258,259,296,297,297,298,301, 302,305,308T,310,313,315,317, 319,323-326
ระยะเวลาหลังการตาย 300
ประวัติศาสตร์ 4
ระบบกล้ามเนื้อ
กล้ามเนื้อออก 192F
ระบบขับถ่าย
Malpighian tubules 187,187F
ระบบประสาท
สมอง 183F,184F,185F,186
ระบบย่อยอาหาร 224T
cardia 179,179F
middle midgut 181F
rectal gland 182
กระเพาะพักอาหาร 177,177F
ความยาวทางเดินอาหาร 174
ต่อมน้ำลาย 177-178,178F
ทางเดินอาหารส่วนกลาง 222F
ทางเดินอาหารส่วนปลาย 182F
หลอดอาหาร 176,176F
ระบบสืบพันธุ์เพศผู้
accessory gland 217F
ถุงฉีดอสุจิ 216,216F
ท่อฉีดอสุจิ 215-216,216F
หลอดนำอสุจิ 214-215,215F
อวัยวะสืบพันธุ์ภายในเพศผู้ 209F,210F, 210T
อัณฑะ 211-214,212F, 213F

Chrysomya megacephala (ต่อ)
ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย 196F,197F
accessory gland 207-208,208F
spermatheca 205,207F
การพัฒนาหลอดผลิตเซลล์ไข่ 199-201,202F
ช่องคลอด 203,204F
รังไข่ 199,199F
ระบบหายใจ
ท่อลม 191F
รูหายใจ 189
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน 95F, 113,114F
cephalopharyngeal skeleton 114F
รูหายใจหน้า 100T
รูหายใจหลัง 102F,114F
สัณฐานวิทยาไข่ 92F,111,114F,126
สัณฐานวิทยาดักแด้ 113,401F
bubble membrane 107F,108T
pupal respiratory horn 108
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 110-111,112F
การจัดเรียงตัวของเส้นปีก 74F
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 48F
cercus 86F
epiproct 84
hypoproct 84
ommatidium 52F,53
ommatrichium 55
ovipositor 87F
ขนาดของ facet 53
ขา 79F
ตาเดี่ยว 56F
ท้อง 83F
ท้องส่วนปลาย 85F,89F
ปาก 64F
ผิวของ facet 54
ผิวของตาเดี่ยว 56,57F
หัว 50F,51F
อก 70F,71F

Chrysomya megacephala (ต่อ)
อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกของเพศผู้ 88F
อนุกรมวิธาน 12,17
อวัยวะภายในของตัวอ่อน
ระบบย่อยอาหาร 218-224,219F, 220F, 223
ทางเดินอาหารส่วนปลาย 223
Chrysomya nigripes ดูที่ "*Ceylonomyia nigripes*"
Chrysomya pacifica 93F
Chrysomya pinguis 55F,81,245
ชีววิทยา
การกระจาย 20, 24-25,40,40F
นิติเวชกีฏวิทยา 298
ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย
spermatheca 205,206F
อวัยวะสืบพันธุ์ภายในเพศเมีย 197F
ระบบหายใจ
ท่อลม 191
รูหายใจ 189-190,189F
สัณฐานวิทยา 115-118
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 115-117,116F
aedeagus 117F
cercus 117F
epandrium 117F
labellar lobe 67F
ommatrichium 55
ommatrichium 55F
ovipositor 117F
palpus 65F
pseudotrachea 67F
surstylus 117F
ขา 80F
ตาประกอบ 55F
ปีก 76F
ผิวของ facet 54F
ผิวของตาเดี่ยว 56,57F
หนวด 59,62F
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน 118

Chrysomya pinguis (ต่อ)
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน (ต่อ)
รูหายใจหน้า 100T
อนุกรมวิธาน 17
อวัยวะรับความรู้สึกบริเวณอก
sensilla chaetica 72F
Chrysomya putoria
นิติเวชกีฏวิทยา 301
ชีววิทยา
พฤติกรรมการกินอาหาร 241
Chrysomya rufifacies ดูที่ "*Achoetandrus rufifacies*"
Chrysomya saffranea 298
Chrysomya semimetallica 298
Chrysomya thanomthini
ชีววิทยา
การกระจาย 20,27,40,40F
แหล่งที่อยู่ 239
สัณฐานวิทยา 123-125
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 123,124F
aedeagus 125F
cercus 125F
epandrium 125F
ovipositor 125F
surstylus 125F
อนุกรมวิธาน 17
Chrysomya varipes 298
Chrysomya villeneuvi ดูที่ "*Achoetandrus villeneuvi*"
CHRYSOMYINAE 15,17
claw 80,80F,81
Cochliomyia hominivorax 271-272, 299
การควบคุม 357
โทษ
โรคหนอนแมลงวัน 270T
ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย
หลอดผลิตเซลล์ไข่ 199-200
Cochliomyia macellaria 245,272,299

Cochliomyia macellaria (ต่อ)
ชีววิทยา
การเคลื่อนที่ของตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลาย 248
พฤติกรรมการกินอาหาร 241
นิติเวชกีฏวิทยา 258
สัณฐานวิทยาดักแด้
bubble membrane 108T
colon ดูที่ "ลำไส้ใหญ่"
common oviduct ดูที่ "ท่อนำไข่หลัก"
compound eye ดูที่ "ตาประกอบ"
corpora pedunculata 184
corpuscle 192
Cosmina biplumosa 18
Cosmina limbipennis 18
Cosmina nipae 18
Cosmina pinangiana 18
Cosmina thailandica 18
Cosmina vanidae 18
costa 74, 75
coxa 78
crop ดูที่ "กระเพาะพักอาหาร"
cross veins 75
Cryptosporidium spp. 265T
cubitus 75
cutaneous myiasis 272
cuticle 176,177
Cyclorrhapha 13-14
Cynomya mortuorum 94T
Cynomyopsis cadaverina 298
cysticercosis 266
degree of development 301
Dermatobia hominis 271
Dermestes maculatus 315,316,321,323
Dexopollenia fangensis 18
Dexopollenia yuphae 18
diapause 241
dichoptic 50

Digestive system ดูที่ "ระบบย่อยอาหาร"
Diptera 13-14
distal 45
dorsal organ 97, 97F,98F
dorsal vessel ดูที่ "หัวใจ"
dry remain 287
duetocerebrum 184-185
ecdysial scar 102
ecoregion 20
ejaculatory duct ดูที่ "ท่อฉีดอสุจิ"
ejaculatory sac ดูที่ "ถุงฉีดอสุจิ "
emergence 234
endochorion 90
endocuticle 203
Entamoeba dispar 267
Entamoeba histolytica 265T,267
entomophobia 268
epandrium 89F,117F,120F,125F,128F,129F, 134F, 139F,143F,147,150F,153F, 159F,162F
epicuticle 203
epiproct 84,85F
อวัยวะรับความรู้สึก
sensilla basiconica 84
Eristalis tenax 272
esophagus ดูที่ "หลอดอาหาร"
Eucalliphora 245
excretory system ดูที่ "ระบบขับถ่าย" 187
Exoristobia philippinensis 357
exoskeleton 13
external genitalia 84
facet 52,55,111,115,118,121,123, 126,132,137,141,145,148,151, 154,157,160
facultative myiasis 271
fat body 177,187,190,222,398
female external genitalia ดูที่ "อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกของเพศเมีย"

femur 78,158,160
first flagellomere ดูที่ "หนวดปล้องที่ 3"
flagellum ดูที่ "หนวดปล้องที่ 3"
flange 91,92F,111,121,127,143,296
follicle cells 200-201
foregut ดูที่ "ทางเดินอาหารส่วนต้น"
forensic entomology ดูที่ "นิติกีฏวิทยา"
forensic medical entomology ดูที่ "นิติเวชกีฏวิทยา"
frons 49
frontal vitta 110,111,115,118,121,123,126, 132,137,141,145,148,151,154, 157,160
Gasterophilus spp. 271
gastric caeca 221,224,224T
gena ดูที่ "แก้ม"
genital chamber 86,195
Giardia lamblia 265T
glial cell 186
hairy maggot ดูที่ "หนอนขน"
halter 47,69,74,76F,77-78,77F
hatching line 89,91,92F,246
haustellum 66
heart ดูที่ "หัวใจ"
Hemipyrellia
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน
peritreme 102
Hemipyrellia ligurriens 47F
ชีววิทยา
การกระจาย 20,36-37,39,40F,41
ดักแด้ 234F
นิติเวชกีฏวิทยา 258,296-298,313
ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย
spermatheca 205,206F
อวัยวะสืบพันธุ์ภายในเพศเมีย 197F
สัณฐานวิทยา 151-154
สัณฐานวิทยาไข่ 91,92F
สัณฐานวิทยาดักแด้ 154,155F

Hemipyrellia ligurriens (ต่อ)
สัณฐานวิทยาดักแด้
bubble membrane 108T
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 151-153,152F
cercus 153F
epandrium 153F
ovipositor 153F
surstylus 153F
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน 154,155F
รูหายใจหน้า 100T
รูหายใจหลัง 102F
อนุกรมวิธาน 16
Hemipyrellia pulchra
ชีววิทยา
การกระจาย 20,37-38,40F
ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย
อวัยวะสืบพันธุ์ภายในเพศเมีย 197F
ovipositor 157F
spermatheca 205,206F
สัณฐานวิทยา 154,156,157
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 154
อนุกรมวิธาน 16
Hemipyrellia tagaliana 16
hindgut ดูที่ "ทางเดินอาหารส่วนปลาย"
holometabolous 14
holoptic 50
horizontal plane 45
house fly 3
Hydrotaea spinigera
การควบคุม 357
นิติเวชกีฏวิทยา 315-316, 315F, 320-321
Hymenoptera 357
Hypoderma bovis 271
hypoproct 84,85F
อวัยวะรับความรู้สึก
sensilla basiconica 84
Hypopygiopsis fumipennis 16

Hypopygiopsis infumata
ชีววิทยา
การกระจาย 20,38-39,40F
ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย
spermatheca 205,206F
สัณฐานวิทยา 157-159
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 157-159
aedeagus 159F
cercus 159F
epandrium 159F
ovipositor 159F
surstylus 159F
อนุกรมวิธาน 16
Hypopygiopsis tumrasvini
ชีววิทยา
การกระจาย 20,39,40F
ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย
spermatheca 205, 206F
สัณฐานวิทยา 160-162
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 160-162
aedeagus 162F
cercus 162F
epandrium 162F
ovipositor 162F
surstylus 162F
อนุกรมวิธาน 16
Hypopygiopsis violacea 297
Idiella divisa 18
Idiella euidielloides 18
Idiella mandarina 18
Idiella sternalis 19
ileum ดูที่ "ลำไส้เล็กส่วนปลาย"
Indo-Malay 20,26,310
Achoetandrus rufifacies 27
Achoetandrus villeneuvi 29
Ceylonomyia nigripes 30
Chrysomya megacephala 21

Indo-Malay (ต่อ)
Chrysomya pinguis 24
Chrysomya thanomthini 27
Hemipyrellia ligurriens 36
Hemipyrellia pulchra 37
Hypopygiopsis infumata 38
Hypopygiopsis tumrasvini 39
Lucilia cuprina 32
Lucilia papuensis 35
Lucilia porphyrina 34
insect growth regulator 351
insect succession 294
insecticidal control 346,351-356
insecticide resistance 351
integrated pest management 341
Isomyia cupreoviridis 18
Isomyia dotata 18
Isomyia facialis 18
Isomyia lugubri 18
Isomyia viridaurea 18
katepimeron 72
katepisternal setae 111,115,118,123,132,137,
141,145,148,151,158,160
katepisternum 72
labellum 66,69,261-262
อวัยวะรับความรู้สึก
sensilla basiconica 68
leg 47
life cycle ดูเพิ่มที่ "วัฏจักรชีวิต" 5
Lucilia 102
Lucilia eximia 241,245,246
Lucilia pallescens 241
Lucilia ampullacae
นิติเวชกีฏวิทยา 298
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน
รูหายใจหน้า 100T
Lucilia bazini 298

Lucilia caesar
นิติเวชกีฏวิทยา 298
สัณฐานวิทยาไข่ 94T
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน 100T
Lucilia coeruleiviridis 108T
Lucilia cuprina 61F,249,265T,272
ชีววิทยา
การกระจาย 19-20,32-33,39,40F,41
การผสมพันธุ์ 243
การควบคุม 352,356-357
โรคหนอนแมลงวัน 269
นิติเวชกีฏวิทยา 258,296-298,305
ระบบย่อยอาหาร
cardia 179
ระบบสืบพันธุ์เพศผู้
อวัยวะสืบพันธุ์ภายในเพศผู้ 210F
ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย
spermatheca 205,206F
อวัยวะสืบพันธุ์ภายในเพศเมีย 197F
สัณฐานวิทยา 141-145
สัณฐานวิทยาไข่ 91,92F,93F,143,144F
สัณฐานวิทยาดักแด้ 144F,145
bubble membrane 108T
pupal respiratory horn 108
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 141-143,142F
cercus 143F
epandrium 143F
ommatidium 52F,53
ovipositor 143F
ptilinum 235F
sensory pit 63F
surstylus 143F
ขนาดของ facet 53
ผิวของ facet 54
หนวดปล้องที่ 2 61F
หนวดปล้องที่ 3 63F

Lucilia cuprina (ต่อ)
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน 144F,145
รูหายใจหน้า 100T
อนุกรมวิธาน 16
Lucilia hainanensis 298
Lucilia illustris
ชีววิทยา
แหล่งที่อยู่ 239
นิติเวชกีฏวิทยา 298
รักษาบาดแผล 259
สัณฐานวิทยาดักแด้
bubble membrane 108T
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน
รูหายใจหน้า 100T
Lucilia papuaensis
การกระจาย 20,35,40F
ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย
spermatheca 205,206F
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 148-150,149F
อนุกรมวิธาน 16
Lucilia porphyrina
ชีววิทยา
การกระจาย 20,33-34,40,40F
นิติเวชกีฏวิทยา 298
ระบบสืบพันธุ์เพศผู้
อวัยวะสืบพันธุ์ภายในเพศผู้ 210F
ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย
spermatheca 205,206F
อวัยวะสืบพันธุ์ภายในเพศเมีย 197F
สัณฐานวิทยา 145-147
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 145-146,146F
cercus 147F
epandrium 147F
ovipositor 147F
surstylus 147F
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน 147
รูหายใจหน้า 100T

Lucilia porphyrina (ต่อ)
อนุกรมวิธาน 16
Lucilia sericata 94T,245,247,272,274,310
การควบคุม 357
ชีววิทยา
การกระจาย 241
การเคลื่อนที่ของตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลาย 248
แหล่งที่อยู่ 239
โรคหนอนแมลงวัน 269,270T
นิติเวชกีฏวิทยา 298,301,311
รักษาบาดแผล 259
ประวัติศาสตร์ 4
ระบบสืบพันธุ์เพศผู้ 211
สัณฐานวิทยาไข่ 94T
สัณฐานวิทยาดักแด้
bubble membrane 108T
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน
รูหายใจหน้า 100T
maggot therapy 5
Malpighian tubules 187-188,223-224,398
mechanical carrier 5
media 75
medial-cubital 75
median area 89, 90,91,92F,111,121,
126,143,154,246,296
medical entomology 11
medicolegal entomology ดูที่ "นิติเวชกีฏวิทยา"
Megaselia scalaris
ommatrichium 55
นิติเวชกีฏวิทยา 320,326
Melinda nigripalpis 17
Melinda nuortevae 17
Melinda parafacialis 17
Melinda scutellata 17
mesenteron ดูที่ "ทางเดินอาหารส่วนกลาง"
mesonotum 69
mesopleuron 71

mesoscutum 69
mesothoracic spiracle ดูเพิ่มที่ "รูหายใจหน้า" 72
mesothorax 69
metallic fly 3,12
metanotum 71
metathoracic spiracle ดูเพิ่มที่ "รูหายใจหลัง" 72
metathorax 69
microtrichia 48,65,76F
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย
palpus 65F
ปีก 75
ปาก 64F
หนวด 58
microvilli 180,181F
middle midgut 180
mouth hook 97,97F,98,154,247
mouthparts 47
Musca domestica ดูที่ "แมลงวันบ้าน"
Musca sorbens 11
Muscina stabulans 272
Muscomorpha 13-14
myiasis 5
auricular myiasis 273
nasal myiasis 273
nasopharyngeal myiasis 273
ocular myiasis 273
opthalmic myiasis 273
oral myiasis 273
sinusal myiasis 273
urogenital myiasis 273
vaginal myiasis 273
cutaneous myiasis
furuncular cutaneous myiasis 272
traumatic cutaneous myiasis 272
intestinal myiasis
enteric myiasis 272
gastric myiasis 272

myiasis (ต่อ)
intestinal myiasis (ต่อ)
rectal myiasis 272
nosocomial myiasis 274-275,275T
Nearctic 20,310
Achoetandrus rufifacies 28
Chrysomya megacephala 21
Lucilia cuprina 32
Neotropic 20,310
Achoetandrus rufifacies 28
Chrysomya megacephala 21
Lucilia cuprina 32
Nervous system ดูที่ "ระบบประสาท"
notopleuron 71
obligate parasite 271
obligatory myiasis 271
Oceania 21
Oestridae 13,271
Oestrus ovis 271
ommatidium 52,52F,53
ommatrichium 55
Ceylonomyia nigripes 55
Chrysomya chani 55
Chrysomya megacephala 55
Chrysomya pinguis 55,55F
Megaselis scalaris 55
Onesia parafacialis 16
oocyte 91,200-201
oral groove 97,97F
ostia 194
ovary ดูที่ "รังไข่"
ovipositor 47,87,87F,111,115,117F,120,
120F,123, 125F,126,128F,132,
134F,137,139F,142,143F,146,
147F,148,150F,151,153F,156,
157F,158,159F,160,162F,192,198T
Oxyopes 357

Pachycrepoideus vindemiae 357
Palaearctic 20,26,310
Achoetandrus rufifacies 27
Ceylonomyia nigripes 30
Chrysomya megacephala 21
Chrysomya pinguis 24
Hemipyrellia ligurriens 36
Hemipyrellia pulchra 37
Lucilia cuprina 32
Lucilia papuensis 35
Lucilia porphyrina 33
palpus 64,110,115,118,121,123,126,132,
137,141,145,148,151,154,157,160
อวัยวะรับความรู้สึก
sensilla basiconica 65
parafacial 110,111,115,118,121,123, 126,
132,137,141,145,148,151
154,157,160
pars intercerebralis 184
pedicel ดูเพิ่มที่ "หนวดปล้องที่ 2" 59
peritoneal sheath 211
peritreme 101,102,113,118,121,122,129,134,
141,145,154,190,296
peritrophic membrane 180,182,221,225
Phormia regina 272
ชีววิทยา
การเคลื่อนที่ของตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลาย 248
การสำรอก 237
นิติเวชกีฏวิทยา 298,301,311
รักษาบาดแผล 259
ระบบไหลเวียนโลหิต
pacemaker 194
สัณฐานวิทยาไข่ 94T
สัณฐานวิทยาดักแด้
bubble membrane 108T
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน
peritreme 102

Phormia regina (ต่อ)
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน (ต่อ)
รูหายใจหน้า 100T
Phormia terraenovae
โรคหนอนแมลงวัน 269
สัณฐานวิทยาไข่ 94T
Phumosia indica 17
Phumosia promittens 17
Phumosia testacea 17
PHUMOSIINAE 15,17
Piophila casei 316,316F,320, 321
Pollenia chotei 18
POLLENIINAE 15,18
Polleniopsis pilosa 16
posterior midgut 180
posterior spiracle ดูที่ "รูหายใจหลัง"
postmortem interval 6
postpronotal lobe 71,72
postsutural area 69
prestomal teeth 68
presutural area 69
proboscis 64,68
proepisternum 71,189
prosternal organ 73,73F
prothorax 69
Protocalliphora azurea 102
protocerebrum 184-185
Protophormia terraenovae 299
นิติเวชกีฏวิทยา 298,301,305
สัณฐานวิทยาตัวอ่อน
peritreme 102
รูหายใจหน้า 100T
proventricular ganglion 174
proventriculus 174
pseudomyiasis 273
pseudotrachea 66,67F,262
ptilinum 234

pulvillus		80F,81,81F
pupa	ดูที่ "ดักแด้"	
pupal respiratory horn		108,109F
pupariation		107,248
puparium		107,249
pupation		107,248-249
pylorus		181
radius		75
rectal gland		182,187
rectum	ดูที่ "ไส้ตรง"	
regurgitation		237
reproductive system	ดูที่ "ระบบสืบพันธุ์"	
respiratory system	ดูที่ "ระบบหายใจ"	
Rhinia apicalis		19
RHINIINAE		15,18
rostrum		64
sagittal plane		45
salivary gland	ดูที่ "ต่อมน้ำลาย"	
Sarcophaga ruficornis		323,324F,325
Sargus		316,320
scape	ดูเพิ่มที่ "หนวดปล้องที่ 1"	59
scutellum		70,111,115,118,123,126, 132,137,141,145,148,151, 156,158,160
scutum		69,70,111,115,118,123,126,132, 137,141,145,148,151,156,158,160
sensilla basiconica		62F,68
cercus		84,86F
Chrysomya pinguis		62F
epiproct		84
hypoproct		84
labellum		68F
palpus		65,65F
หนวด		61
อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกเพศเมีย		87

sensilla chaetica 72
Chrysomya pinguis 72F
palpus 64,65F
sensilla coeloconica 61
Achoetandrus rufifacies 62F
sensilla styloconica 60
หนวดปล้องที่ 2 60
cercus 84,86F
อวัยวะรับความรู้สึก *Lucilia cuprina* 61F
อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกเพศเมีย 87
sensilla trichodea 60
cercus 84
labellum 68,68F
อวัยวะรับความรู้สึก *Chrysomya megacehala* 60F
อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกเพศเมีย 87
sensory pit 63F
sexual dimorphism
ขนาดของ facet 53-54
Silbomyia asiatica 15
Spalangia muscidarum 357
Spalangia nigroaenea 357
sperm ดูที่ "ตัวอสุจิ"
spermatheca 195-196,198T,203,205,206F
spermatogenesis 211
spiracular slit 101-102,113,129
sponging mouthparts 64
stage of decomposition 286-287
Staphylinidae 82
Stenus 82
sterile insect technique 357
Stomorhina discolor 19
Stomorhina obsoleta 100T
Stomorhina siamensis 19
Stomorhina xanthogaster 19
Stratiomyidae 315
subcosta 75
subesophageal ganglion 183

Sumatria chiekoae 18
surstylus 47,88,89F,117F,120F,125F,
128F,129F,134F,139F,143F,
147F,150F,153F,159F,162F
Sus scrofa 288
Synthesiomyia nudiseta 324, 324F, 325
taenidium 190
Tainanina pilisquama 16
Tainanina sarcophagoides 16
tarsomere 80
tarsus 69,78,236
tergite 82,84
terminal organ 97,97F,98F
testis ดูที่ "อัณฑะ"
thoracic ganglion 183
tibia 78,158,160
trachea ดูที่ "ท่อลม"
tracheal system ดูที่ "ระบบหายใจ"
tracheole 178,199,201,203,208,211,
214,215,219,398
transverse plane 45
Triceratopyga calliphoroides 100T
Tricycleopsis paradoxa 16
tritocerebrum 185
trochanter 78
tubercle 103,105F,129,131,131F,
132,134,135F,136,136F,247
upper calypter 75,76F
vagina ดูที่ "ช่องคลอด"
vas deferens ดูที่ "หลอดนำอสุจิ"
Verticia fasciventris 15
wing venation 74,74F
wound myiasis 272
กรงเลี้ยงแมลงวันตัวเต็มวัย 373,374F
กระบวนการกินอาหาร
แมลงวันหัวเขียว 68
แมลงวันบ้าน 69

กระเพาะพักอาหาร 174,177,177F,218,224,224F
กราฟระหว่างอายุและความยาวตัวอ่อน 301-302,303F
กล่องเก็บแมลง 381
กล่องเลี้ยงตัวอ่อนแมลงวัน 365-366
การกินอาหาร 13
การควบคุมทางชีวภาพ 357
การควบคุมปริมาณแมลงวันหัวเขียวโดยใช้สารสกัดจากพืช 356
การจัดเรียงตัวของเส้นปีก 74,74F
การจับแมลงวันด้วยกาวเหนียว 346,347F
การชันสูตรพลิกศพ 257
การใช้กรงดัก 349-350
การใช้ไม้ตีแมลงวัน 346,347F
การใช้ลวดไฟฟ้า 351
การต้านสารฆ่าแมลง 351,352
การประมาณระยะเวลาหลังการตาย 283,302-305
การพิสูจน์การเคลื่อนย้ายศพหลังการตาย 283
การพิสูจน์หาบาดแผลก่อนการตาย 283
การระบุชนิดของแมลงวันหัวเขียวที่พบในศพ 295
การวิเคราะห์หาสารพิษ 283
กีฏวิทยาทางการแพทย์ 11
แก้ม 49,115,118,121,123,126,132,137,
141,145,148,151,154,157,160
ขนาดของ facet
Achoetandrus rufifacies 53
Ceylonomyia nigripes 53
Chrysomya megacephala 53
Lucilia cuprina 53
sexual dimorphism 53-54
ความแตกต่างระหว่างเพศ 53-54
ขบวนการสร้างไข่ 89
ขบวนการสร้างตัวอสุจิ 211
ขา 47,78-82,79F,111,115,119,123,126,
132,137,141,145,148,151,156, 158,
160
เข็มปักแมลง 380,380F,382
ความกลัวต่อแมลง 268
ความแตกต่างระหว่างเพศ 53-54,195

คอหอย 174,176
โครงร่างแข็งภายนอก 13-14
ชนิดของสัตว์ขาปล้องที่พบในศพ 295
ช่องคลอด 86,195-196,198T,203,204,204F
ช่องอาหาร 66
ชีววิทยา 231-251
ซิสติเซอร์โคซิส 266
เซลล์ประสาท 186
ดักแด้ 107-110,108T,233,234,234F,248
ต่อมน้ำลาย 174,177-178,178F,218,224,224T
ตัวอสุจิ 214
ตัวอ่อนระยะที่ 1 98,113,121,129,139,154
ตัวอ่อนระยะที่ 2 100,101,113,121,129,139,154
ตัวอ่อนระยะที่ 3 102-103,102F,103F,104F,105F,
106F,106,113,114F,118,121, 122F,
129,130F,134,135F,140F,
141,144F,145,147,154
ตาเดี่ยว 56
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 49
หน้าที่ 58
ตาประกอบ 46,49,50,52,58,110,111,115,
118,121123,126,132,137,141,
145,148,151,154,157,160
ถุงฉีดอสุจิ 209,210T,216,216F
ท้อง 82-89,111,115,120,123,126,132,
137,142,146,148,151,156,158,160
ท้องส่วนต้น 82
ท้องส่วนปลาย 82,84,85F,111,115,120,123,126,132,
137,142,146,148,151,158,160
ท่อฉีดอสุจิ 209,210T,215-216,216F
ท่อนำไข่หลัก 195,196,196F,198T,203
ท่อน้ำลาย 178,219
ท่อลม 178,182,190-191,191F
ท่อลมขนาดเล็กมาก 178
ทางเดินอาหาร 173
ทางเดินอาหารส่วนกลาง 174,180,181F
ทางเดินอาหารส่วนต้น 174,218

ทางเดินอาหาร (ต่อ)
ทางเดินอาหารส่วนปลาย 174, 181
นิติกีฏวิทยา 258,283
นิติกีฏวิทยาเกี่ยวกับเมืองและสิ่งก่อสร้าง 283
นิติกีฏวิทยาเกี่ยวกับอาหารและการบรรจุภัณฑ์ 283
นิติเวชกีฏวิทยา 6,258,283
การใช้ซากสัตว์แทนศพมนุษย์ 288,289-291F,293
ประวัติ 284-286
ระยะเวลาหลังการตาย 300
โรคหนอนแมลงวันก่อนตาย 317-319
ศพถูกไฟไหม้ 314-317
ศพในอาคาร 323-326
ศพลอยน้ำ 312-314
ศพแห้ง 319-323
สถานที่ตาย 306-307
สาเหตุการตาย 305-306,306T
ปมประสาท
ปมประสาทใต้หลอดอาหาร 183
ปมประสาทหัว 174,183
ปมประสาทอก 183
ประมาณระยะเวลาหลังการตาย 258
ปาก 47,49,64
ส่วนประกอบ
rostrum 64
haustellum 66
labellar lobe 66
pseudotrachea 66
ปากคีบปลายแหลม 381F
ปากชนิดซับดูด 64
ปีก 47,74-76,111,115,119,123,126,132,
137,141,145,148,151,156,158,160
เปลือกไข่ 89-91
ผิวของ facet
Achoetandrus rufifacies 54
Ceylonomyia nigripes 54
Chrysomya megacephala 54
Chrysomya pinguis 54F

ผิวของ facet (ต่อ)
Lucilia cuprina 54
แมลงวันหัวเขียว 54
ผิวของตาเดี่ยว 56,57F
โพรงกระพุ้งแก้ม 174
ฟัน 68
ภูมิศาสตร์สัตว์ 20
เม็ดโลหิต 192
หน้าที่ 192-193
แมง 11
แมลง 11
แมลงวัน
maggot therapy 5
บทนำ 1-7
ประโยชน์ 5
ประวัติศาสตร์
Chrysomya marginalis 4
Chrysomya megacephala 4
เมโสโปเตเมีย 4
อียิปต์ 3-4
รากศัพท์ 11-12
อนุกรมวิธาน
ชื่อวิทยาศาสตร์ 12
แมลงวันบ้าน 3,82,180, 272
การกระจาย 19
นำเชื้อโรค 262
แมลงวันหลังลาย 6
แมลงวันหัวเขียว
การกระจาย 14
การเก็บรักษาตัวอย่าง 363,379-387
ขั้นตอนการปักแมลง 382
ป้ายข้อมูลประจำตัวแมลง 383-384
การควบคุม 339-358
การทำลายตัวอ่อนและตัวเต็มวัย 345
การทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ 342-345
การปรับปรุงสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมให้ถูกสุขลักษณะ 344
การป้องกันตัวเต็มวัย 341-342

แมลงวันหัวเขียว (ต่อ)
การควบคุม (ต่อ)
การทดสอบสารฆ่าแมลงต่อตัวเต็มวัยแมลงวัน 364,418-420
การเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ 363-364
การเลี้ยงตัวเต็มวัย 373-379
การเลี้ยงตัวอ่อน 365-373
การศึกษาทางนิติเวชกีฏวิทยา 364,420
การเก็บตัวอย่างแมลงจากศพ 420-429
การระบุชนิด 429-449
การศึกษาสัณฐานวิทยา 363
การผ่าตัวเต็มวัย 405-407,407F
การผ่าตัวอ่อน 396-399,398F
ไข่ 387-393
ดักแด้ 399-403
ตัวเต็มวัย 404-407
ตัวอ่อน 393-399
การสร้างนิคมแมลงวันสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ 379
การสำรวจแมลงวันในภาคสนาม 363,407-417
กรงดักแมลงวัน 407-409
สวิงโฉบ 409-411,411F
ไข่
เปลือกไข่ 89-91
สัณฐานวิทยา 89-94,90F,92F,93F,94F
งานวิจัย
ประสบการณ์ผู้นิพนธ์ 361
ประยุกต์ 363
พื้นฐาน 363
ชีววิทยา
การกินกันเองของตัวอ่อน 246-247
การเคลื่อนที่ของตัวอ่อนระยะที่ 3 ตอนปลาย 247-248
การผลิตหยดของเหลวออกมาที่ปลายปาก 238F
การผสมพันธุ์ 243
การวางไข่ 243-246
ดักแด้ 248-249
ตัวอ่อน 246-248
ปัจจัยที่มีผลต่อการดำรงชีวิต 240-243
พฤติกรรมการกินอาหาร 236-237,239F

แมลงวันหัวเขียว (ต่อ)
ชีววิทยา (ต่อ)
วัฏจักรชีวิต 233,233F
แหล่งที่อยู่ 239
แหล่งอาหาร 235-236
อายุขัย 237-238
ตัวอ่อน
ตัวอ่อนในศพ 258F
สัณฐานวิทยา 95,95F
โทษ 261-276
ก่อความรำคาญ 267-268
นำเชื้อปรสิต 265-267,265T
โรคหนอนแมลงวัน 269-275
นิติเวชกีฏวิทยา 281-327
การระบุชนิดไข่ 296
การระบุชนิดดักแด้ 297-298
การระบุชนิดตัวเต็มวัย 298-299
การระบุชนิดตัวอ่อน 296-297
ระยะเวลาหลังการตาย 300
ประโยชน์ 255-261
เกษตรกรรม 260-261
นิติเวชกีฏวิทยา 257-259
นิเวศวิทยา 260
รักษาบาดแผล 259-260
ระบบกล้ามเนื้อ 191-192
ระบบขับถ่าย 187-188
ระบบประสาท
สมอง 183-186
ระบบย่อยอาหาร 173-182
cardia 179,179F
microvilli 181F
peritrophic membrane 180
pylorus 181
rectal gland 182
ไส้ตรง 181
กระเพาะพักอาหาร 177
คอหอย 176

แมลงวันหัวเขียว (ต่อ)
ระบบย่อยอาหาร (ต่อ)
ต่อมน้ำลาย 177-178,178F
ทางเดินอาหารส่วนกลาง 180
ทางเดินอาหารส่วนต้น 174
ทางเดินอาหารส่วนปลาย 181-182,182F
ลำไส้เล็กส่วนปลาย 181
ลำไส้ใหญ่ 181
หลอดอาหาร 176,176F
ระบบสืบพันธุ์ 195-217
ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย 195-208
ระบบหายใจ 188-191,189F,191F
ท่อลม 190-191
รูหายใจ 188-190
ระบบไหลเวียนโลหิต 192-195
ostia 194
อวัยวะที่เต้นเป็นจังหวะบริเวณหัว 194
สัณฐานวิทยาภายนอก
ไข่ 89-94,90F,92F,93F,94T
ดักแด้ 107-110,107F,109F,110F
bubble membrane 108T,109F
ตัวอ่อน 95-106,95F
ตัวอ่อนระยะที่ 2 101
ตัวอ่อนระยะที่ 3 102
รูหายใจหน้า 100T
ตัวเต็มวัย 46-89
aedeagus 47
cercus 47
halter 47,77-78
ovipositor 47,87
surstylus 47
ขา 47,78-82
ช่องคลอด 86
ตาเดี่ยว 56-58,56F
ตาประกอบ 50-55
ท้อง 82-89
ปาก 47,64-69,64F

แมลงวันหัวเขียว (ต่อ)
สัณฐานวิทยาภายนอก (ต่อ)
ตัวเต็มวัย (ต่อ)
ปีก 47,74-76,74F
ผิวของ facet 54,54F
รยางค์ 47
รูเปิดอวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก 86
รูหายใจหน้า 72
รูหายใจหลัง 72
หนวด 47,58-63,59F
หัว 49-69
อก 69-82
อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก 85-89
อวัยวะภายใน 173-227
ระนาบทางกายวิภาคศาสตร์ 45,46F
ระบบกล้ามเนื้อ 191-192
ระบบขับถ่าย 187-188
ระบบประสาท 183-186
ระบบย่อยอาหาร 173-182
ระบบสืบพันธุ์ 195-217
ระบบหายใจ 188-191
ระบบไหลเวียนโลหิต 192-195
ระยะการสลายตัวของศพ 286-287
ระยะเวลาหลังการตาย 6
รังไข่ 195,196,198T,199-202,199F,202F
รูไมโครไพล์ 89,91, 92F
รูหายใจ 72,98,188-190
รูหายใจท้อง 82
รูหายใจหน้า 72, 98,100T,107,107F,110,121,141
รูหายใจหลัง 72, 98, 99F,101F,107,113,114F,
118,122,122F,129,134,145,154,
296,297
โรคหนอนแมลงวัน 5,269-275
การรักษา 275
ปัจจัย 273
ลำดับก่อนหลังของสัตว์ขาปล้องที่พบในศพ 294
ลำไส้เล็กส่วนปลาย 181

ลำไส้ใหญ่ 181
วัฏจักรชีวิต 5,45,233
วิธีการปฏิบัติงานของนักนิติเวชกีฏวิทยา 307
สมอง 183-186
สัณฐานวิทยาภายในและสรีรวิทยา 171-227
สัตว์ขาปล้อง 11
อนุกรมวิธาน 4
เส้นปีก 75
ไส้ตรง 181

หนวด 58-63
สัณฐานวิทยาตัวเต็มวัย 59
อวัยวะรับความรู้สึก 60
หนวดปล้องที่ 1 59
อวัยวะรับความรู้สึก sensilla trichodea 60
หนวดปล้องที่ 2 59
อวัยวะรับความรู้สึก sensilla trichodea 60
อวัยวะรับความรู้สึก sensilla styloconica 60
หนวดปล้องที่ 3 59
Achoetandrus rufifacies 62F
อวัยวะรับความรู้สึก sensilla basiconica 61
อวัยวะรับความรู้สึก sensilla coeloconica 61,62F
อวัยวะรับความรู้สึก sensory pit 63F
หนอนขน 103
หลอดนำอสุจิ 209,210T,214-215
หลอดผลิตเซลล์ไข่ 199,201
หลอดอาหาร 174,176,176F,218
หัว 110,115,118,121,123,126,132,137,
141,145,148,151,154,157,160
หัวใจ 193
อก 69-73,70F,71F,111,115,118,123,126,
132,137,141,145,148,151,156,
158,160
ส่วนประกอบ
halter 69
mesothorax 69
metathorax 69

อก (ต่อ)
ส่วนประกอบ (ต่อ)
prothorax 69
scutellum 70
รูหายใจหน้า 72
รูหายใจหลัง 72
อวัยวะรับความรู้สึกบริเวณอก 72
ส่วนประกอบด้านข้าง 71
ส่วนประกอบด้านบน 69, 72
อวัยวะที่เต้นเป็นจังหวะบริเวณหัว 194
อวัยวะภายในของตัวอ่อน 218
ระบบขับถ่าย 224
ระบบย่อยอาหาร 218-224,224T
cardia 221
กระเพาะพักอาหาร 218
ต่อมน้ำลาย 218
ทางเดินอาหารส่วนกลาง 221-222
ทางเดินอาหารส่วนต้น 218-221
ทางเดินอาหารส่วนปลาย 223
หลอดอาหาร 218
อวัยวะรับความรู้สึก 98,99F
halter 77F
labellum 68
palpus 65F
อก 72
อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกของเพศเมีย
sensilla basiconica 87
sensilla styloconica 87
sensilla placodea 88
sensilla trichodea 87
อัณฑะ 209,210T,212F,213F,211-214
เอ็มบริโอ 13,90

ISBN 978-974-672-523-1

ราคาจำหน่ายเล่มละ 2,500 บาท