การวิเคราะห์ช่วงระยะเวลาหลังการตายโดยใช้หนอนแมลงวัน

Using The Maggots to Analyze The Post Mortem Interval (PMI)

ประไพพิศ บัวดิลก[1*]

Prapaipit Buadilok[1*]

Received 31 October 2022, Revised 29 December 2022, Accepted 29 December 2022

ABSTRACT

During death investigations, insects are mostly used to estimate the Post Mortem Interval (PMI). These estimates are only as good as they are close to the true PMI (Sharma Ruchi, Rakesh Kumar Garg and J.R.Gaur, 2015). The use of forensic entomology is one of the fastest growing methods used to determine the cause of death and time prediction since death under law enforcement Forensic Science Act (Thai Forensic Act, 2016). The objective of this paper is to analyze and evaluate how forensic entomology is beneficial and used to estimate the period of time. The experiment explores and examines the maggots that are found on a body at the crime scene and then sent to the autopsy room, Maggot samples were collected from the corpse for testing by sectioning the posterior spiracle area of the maggot and then it was taken and looked at under a microscope. From the study, the first and second stage blow fly larvae were found, and it was estimated that this body had been dead for at least 4 - 5 days, which was a time since the death of the Post Mortem Interval (PMI) with the process, (Aballay, Fernando H., M. Cecilia Dominguez, and Florencia Fernandez Campón, 2012) also the decomposition of corpses too (Payne, 1965). Goff (2000) said, “Anyone involved in death investigations quickly becomes aware of the connection between dead bodies and maggots.”. This is very useful for entomologists in estimating mortality as short as possible and as close as possible to the postmortem interval. Forensic Entomology minimum Post Mortem Interval (min PMI). (Matuszewski, 2021)

Keywords: Post Mortem Interval (PMI), Minimum Post Mortem Interval (Min PMI), Forensic entomology, Maggots

บทคัดย่อ

การสืบจากศพโดยใช้แมลงเพื่อประมาณค่าช่วงระยะเวลาหลังการตาย (PMI) นั้น มีประโยชน์อย่างยิ่งกับนิติวิทยาศาสตร์ ทำให้ได้ค่าประมาณการหลังตายที่ดีและใกล้เคียงกับ PMI ที่แท้จริง (Sharma Ruchi, Rakesh Kumar Garg and J.R.Gaur, 2015) การใช้นิติกีฏวิทยาเป็นวิธีการหนึ่งในการใช้ศาสตร์ด้านนิติวิทยาศาสตร์ที่มั่นคง ถูกต้อง และรวดเร็วที่สุดในการระบุสาเหตุของการเสียชีวิต การประมาณการช่วง

[1*] สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม ถนนแจ้งวัฒนะ เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานครฯ 10210

Central Institute of Forensic Science Thailand, Chaeng Watthana Road, Khet Lak Si, Bangkok 10210, Thailand.

* Corresponding author: Tel. 08-1807-0681, E-mail address: buadilok@yahoo.com

ระยะเวลาการเสียชีวิตภายหลังการตายสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ปฏิบัติภายใต้พระราชบัญญัตินิติวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2559 (พรบ.นิติวิทยาศาสตร์, 2559) วัตถุประสงค์ของบทความนี้คือเพื่อวิเคราะห์และประเมินระยะเวลาการเสียชีวิต สำรวจ วิจัยและตรวจสอบหนอนแมลงวันที่พบบนร่างศพในที่เกิดเหตุและส่งมายังห้องชันสูตร โดยการเก็บตัวอย่างหนอนแมลงวัน (maggots) จากศพมาทำการตรวจทดลองโดยวิธี section บริเวณ posterior spiracle ของหนอนแมลงวันจากนั้น ก็นำชิ้นส่วนมาส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จากการศึกษาพบหนอนแมลง (maggots) วันหัวเขียว (blow flies) วัยที่ 1 และวัยที่ 2 และคาดว่าศพนี้ตายมาแล้วไม่น้อยกว่า 4 - 5 วัน ซึ่งเป็นการประมาณการช่วงเวลาการเสียชีวิต (Post Mortem Interval = PMI) (Aballay, Fernando H., M. Cecilia Dominguez, and Florencia Fernandez Campón, 2012) ร่วมกับกระบวนการย่อยสลายของซากศพ (Payne, 1965). ดร.กอฟฟ์ (2000) กล่าวว่า “ใครก็ตามที่เกี่ยวข้องกับห่วงโซ่ของการหาสาเหตุแห่งความตายจะรับรู้ได้อย่างอัตโนมัติถึงความเชื่อมโยงระหว่างศพกับหนอนแมลงวัน” (Goff, 2000). ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากต่อนักกีฏวิทยาในการประมาณการเสียชีวิตให้สั้นและใกล้เคียงช่วงเวลาภายหลังการตายให้ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด Forensic Entomology minimum Post Mortem Interval (min PMI) (Matuszewski, 2021)

คำสำคัญ: ช่วงหลังการตาย, นิติวิทยาศาสตร์, นิติเวชกีฏวิทยา, หนอนแมลงวัน

คำนำ

มีการใช้นิติกีฏวิทยา Forensic Entomology ครั้งแรก ในปี 1235 ที่ประเทศจีน โดย Sung Tz'u, ซึ่งเป็น “Death Investigator” และได้เขียนหนังสือขึ้นมาชื่อว่า “The Washing Away of Wrongs”.ซึ่งถือเป็นหนังสือเล่มแรกที่เขียนขึ้นมาเพื่อใช้ในการสืบสวนคดี (Dorothy, 2007) ในศตวรรษที่ 19 และต้นศตวรรษที่ 20 ได้เริ่มมีการใช้นิติกีฏวิทยาในการสืบสวนคดีเพิ่มมากขึ้น จนในปี ค.ศ.1996 ได้มีการจัดตั้ง American Board of Forensic Entomology ซึ่งเป็นคณะกรรมการรับรองสำหรับนักกีฏวิทยาทางนิติเวชศาสตร์ (ABFE,1996) การใช้นักกีฏวิทยาในการสืบสวนที่เกิดเหตุในคดีต่างๆ ในปัจจุบันถือเป็นเรื่องปกติและนับวันยิ่งมีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากแมลงเป็นสิ่งมีชีวิตที่ถึงสถานที่เกิดเหตุได้ในเวลาอันรวดเร็วถือเป็น first evidence และ first witness ที่ดีเยี่ยม (UiTM, 2014) ทุกวันนี้ การใช้หลักฐานแมลงและสัตว์ข้อปล้องในการสืบหาสาเหตุแห่งการเสียชีวิตเป็นที่ยอมรับในนิติวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ อย่างไรก็ตามนักกีฏวิทยายังคงต้องศึกษา วิจัย หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนิติวิทยาศาสตร์ที่มีหลายสาขามาประยุกต์ใช้กับงานที่ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการคลี่คลายคดี

นิติกีฏวิทยา (Forensic Entomology) แบ่งออกเป็น 3 สาขา ได้แก่

1. กีฏวิทยาทางการแพทย์ (Medical Entomology)
2. กีฏวิทยาทางกฎหมาย (Medico-legal Entomology)
3. กีฏวิทยาทางแมลงในชุมชนและโรงเรือน (Urban and Store Product Pests) (Lee, 1989)

ในงานวิจัยนี้เป็นเคสที่ A0116/49 สภ. นครนายก จังหวัดนครนายก ร่างที่พบมีสภาพเน่าอืด มีหนอนแมลงวันสีขาวครีม พบทั่วไปบริเวณใบหน้า ลำคอ หน้าอก ลำตัว แขน และขา Figure 1 โดยทั่วไปแมลงวันจะวางไข่ตามช่องเปิดอวัยวะ ได้แก่ ตา หู จมูก ทวารหนัก และช่องคลอด หรือบริเวณที่มีบาดแผล ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน ในการฟักออกจากไข่กลายเป็นตัวหนอน (maggots) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง

ได้แก่ อุณหภูมิ (Deonier CC, 1940) แสงสว่าง ความชื้น ฯลฯ ปัจจัยต่างๆเหล่านี้ล้วนมีความสำคัญยิ่งในการประเมินช่วงระยะเวลาหลังการตาย (Post Mortem Interval = PMI) (Aballay, Fernando H., M. Cecilia Dominguez, and Florencia Fernandez Campón, 2012)

Figure 1 Maggots on the body, chest, and arms.

การวิจัยนี้จัดทำขึ้นโดยนักกีฏวิทยาที่มีความเชี่ยวชาญและอยู่กับศพมามากกว่า 19 ปี ดำเนินการขึ้นเพื่อให้เกิดความผิดพลาดในการประเมิน PMI น้อยและใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุดหรือ minPMI (minimum Post Mortem Interval) วัตถุประสงค์ เพื่อประมาณการช่วงเวลาภายหลังการตายให้แม่นยำที่สุดโดยศึกษาจากวงจรชีวิตของหนอนแมลงวัน ควบคู่กับกระบวนการย่อยสลายของซากศพ (Davies,2000)

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการเก็บตัวอย่างจากศพ ซึ่งเป็นตัวหนอนแมลงวัน (maggots) สีขาวครีม พบทั่วไปบริเวณใบหน้า ลำคอ หน้าอก ลำตัว แขน และขา ในการเก็บตัวอย่างแมลงจะต้องบันทึกสิ่งสำคัญ ดังนี้

1. รายละเอียดของสภาพภูมิประเทศ: เมือง, ชนบท, ทะเลทราย, ป่า, ทุ่งหญ้า ฯลฯ

2. สถานที่ที่พบศพ : สภาพพื้นดิน เป็น ดินทราย, ดินร่วน, ดินเหนียว หิน, เนินเขา, ที่ราบ, มีถนนตัดผ่านหรือไม่ เป็นต้น ชนิดของพืชที่พบ เป็นพืชชนิดใด พืชน้ำ พืชที่ขึ้นเฉพาะถิ่น ฯลฯ ถ้าไม่ทราบ (สอบถามนักพันธุศาสตร์)

3. วัน เวลา และอุณหภูมิ

4. ชนิดของแมลง (สัตว์ข้อปล้อง) ที่พบ

5. เลขคดี

6. ชื่อผู้บันทึก (Rowe, 2007)

หมายเหตุ : ในการจดบันทึกการเก็บตัวอย่างจากสถานที่เกิดเหตุนั้น การถ่ายภาพก็เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้นักวิจัยทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Lee and W.D. Lord, 1989)

ขั้นตอนการทำสไลด์

1.นำแมลง (specimen) ที่เก็บได้จากศพมาน็อค จากนั้นนำ specimen มายังห้องปฏิบัติการ ตัดใส่ตลับ Cassette ให้เรียบร้อย นำตลับ Cassette มาเข้าเครื่องเตรียมชิ้นเนื้ออัตโนมัติ (Automatic tissue processor) เพื่อปฏิบัติในขั้นตอนการเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมีเพื่อให้ specimen ที่ผ่านกระบวนการน้ำยาเคมีนั้นมีความแข็งเพียงพอที่จะตัด section (Adams and Hall M. J. R. 2003)

2. นำ specimen ที่ผ่านการเตรียมด้วยน้ำยาเคมี ผ่านเครื่อง Automatic tissue processor มาอย่างดีแล้วไปฝังลงใน Liquid wax medium ที่บรรจุอยู่ในแบบ (mold) ที่มีขนาดต่างๆ ตามขนาดของ specimen นั้น โดยใช้เครื่อง Tissue Embedding และเมื่อ wax medium แข็งตัวก็จะพยุง specimen ไว้ในลักษณะที่จะสามารถนำไปตัดเป็นชิ้นเนื้อเยื่อบางๆ ขนาด 3-5 ไมครอน ได้ง่าย โดยปฏิบัติตาม (Making Permanent Microscope Slides of Insects) พร้อมทั้งการบันทึกจำนวน block ลงในแบบบันทึกการฝังลงตลับด้วยเครื่อง Tissue Embedding center

3. นำspecimenที่ผ่านการ Embedded ลงใน paraffin block เรียบร้อยแล้วมาตัดออกเป็นเนื้อเยื่อแผ่นบางๆ (paraffin section) ด้วยเครื่องมือเฉพาะที่เรียกว่า เครื่องตัดชิ้นเนื้อ (Rotary microtome) โดยปกติเราจะตัดให้ได้เนื้อเยื่อแบนบางขนาด 3-5 ไมครอน โดยให้แผ่นเนื้อเยื่อฝังติดกับแผ่นสไลด์แก้ว โดยปฏิบัติตาม (Nelson Riley C and Karin Gastreich, 2001)

4. นำแผ่นสไลด์แก้วที่มี Paraffin section เข้าตู้อบความร้อน (Hot Air Oven) โดยปรับอุณหภูมิแบ่งเป็นสองช่วงได้แก่ 90-110 °C เวลา 15-20 นาที และ 60-65 °C เวลา 30-60 นาที เพื่อช่วยในการติดแน่นของ Paraffin section กับผิวแผ่นสไลด์ ไม่ให้ section หลุดออกง่าย ขณะที่ทำการย้อมสี โดยปฏิบัติตาม (Slide Mounting Techniques for very small to microscopic animals) พร้อมทั้งบันทึกลงในแบบบันทึกการอบสไลด์ชิ้นเนื้อด้วยตู้อบสไลด์ (Nelson Riley C and Karin Gastreich, 2001)

5. นำแผ่นสไลด์แก้วที่มี paraffin section มาย้อมสีชิ้นเนื้อเยื่อ (tissue staining) โดยวิธีการย้อมสีชิ้นเนื้อด้วยวิธีธรรมดา (Hematoxylin & Eosin staining) โดยใช้เครื่อง Automatic slide stainer โดยปฏิบัติตาม (Prepared Microscope Slides: Insects Specimen)

6. นำแผ่นสไลด์แก้วที่มี paraffin section ที่ย้อมสีชิ้นเนื้อเยื่อ (tissue staining) แล้วมาปิดสไลด์โดยการเอาแผ่นกระจกบางๆ (cover glass) ที่มีขนาดใหญ่กว่าชิ้นเนื้อเล็กน้อยปิดทับลงบนเนื้อเยื่อบนสไลด์ โดยใช้ Mounting medium ช่วยติดแผ่น cover glass ให้ติดแน่นกับแผ่นสไลด์ เพื่อเป็นการส่งเสริมช่วยให้การตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ง่าย สะดวก และยังเป็นวิธีการเก็บรักษา specimen อย่างดี

7. เมื่อได้สไลด์ชิ้นเนื้อที่เสร็จเรียบร้อยแล้วก็นำมาตรวจวิเคราะห์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ต่อไป

วิธีดำเนินการตรวจ

1. จากการดูลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอก (Morphology) สามารถแยกได้ว่าเป็นตัวหนอนใน Order Diptera (di = สอง, ptera =ปีก) หมายถึง กลุ่มแมลงสองปีก ซึ่งก็คือพวกแมลงวัน (fly) นั่นเอง ลักษณะตัวหนอน (maggot) เป็นสีขาวครีม รูปร่างเรียวเล็กคล้ายเมล็ดข้าวสาร ลำตัวยาวประมาณ 0.2 mm.- 0.6 cm.

2. ลักษณะลำตัวโดยทั่วไปมีลักษณะหัวแหลมท้ายป้าน ส่วนหัวจะมี mouth hook ส่วนท้ายมีรูหายใจ (posterior spiracle) อยู่ 1 คู่ (Jason H. Byrd and Jeffery K. Tomberlin, 2020)

3. จากการวิเคราะห์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าเป็นตัวหนอนวัยที่ 1 และ 2 ซึ่งภายใน posterior spiracle จะพบ spiracular slits อยู่ 1 และ 2 ชิ้น ตามลำดับ Figure 2, Figure 3 และแต่ละชิ้นจะมีลักษณะเป็นรูปไข่แบบวงรี แตกออกเป็นแฉก

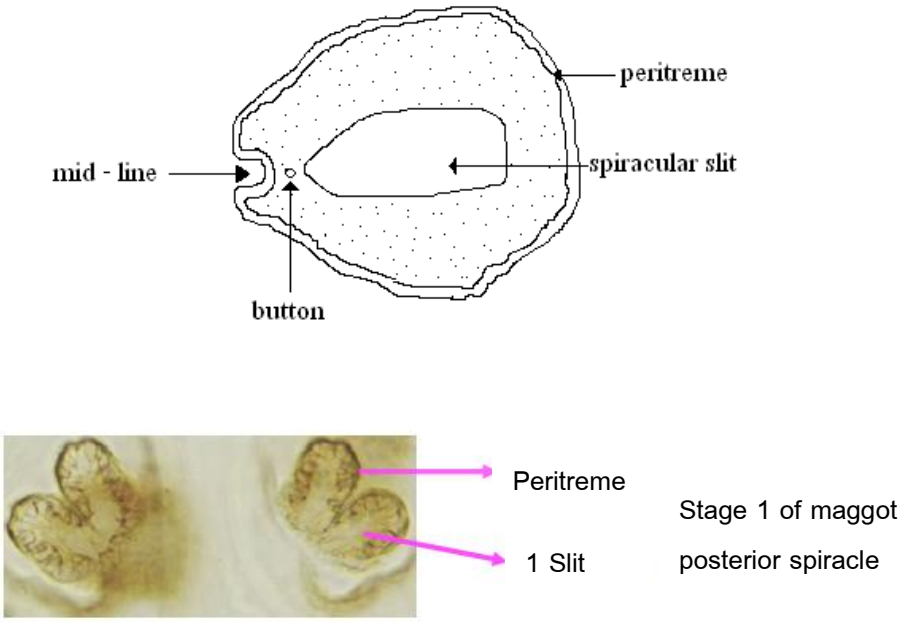

Figure 2 The posterior spiracle has one spiracular slit.

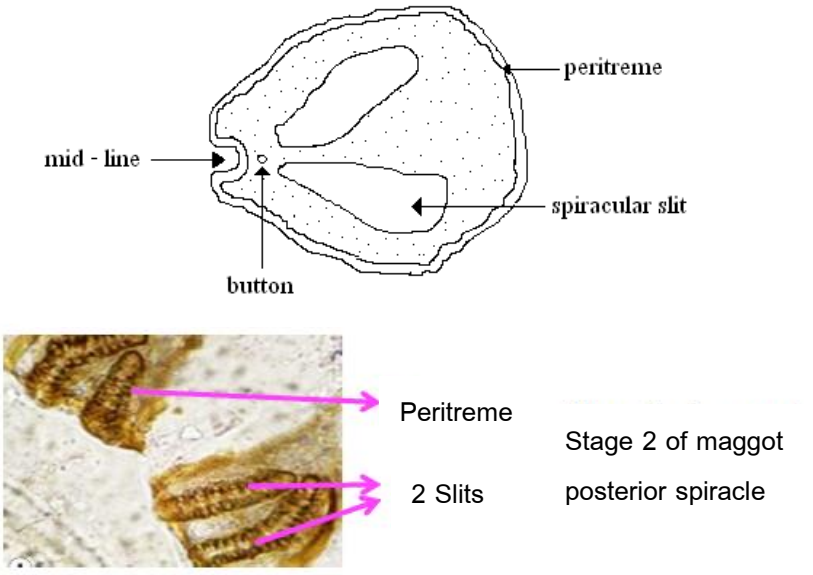

Figure 3 The posterior spiracle has two spiracular slits.

4. ในตรวจดูโดยวิธีการทำ section นั้น เพื่อที่จะได้แยกชนิดของหนอนแมลงวัน (maggot) ได้ว่าอยู่ใน Family ใด ในการทำ section specimen แต่ละชิ้นต้องผ่านกระบวนการหลายขั้นตอนใช้เวลาอย่างน้อย 1 วัน เพื่อที่จะได้สไลด์ที่สมบูรณ์พร้อมในการศึกษาถึงวงจรชีวิต (life cycle) ถิ่นที่อยู่อาศัย (habitat) และพฤติกรรม (behavior) ของหนอนแมลงวัน (maggot) ในแต่ละชนิดที่ทำการ identify เพื่อประโยชน์ในการประมาณการช่วงเวลาการเสียชีวิต (Post Mortem Interval = PMI) ให้ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด Forensic Entomology minimum Post Mortem Interval (min PMI)

ผลและวิจารณ์

จากการตรวจพบว่าเป็นหนอนแมลงวัน (maggots) หัวเขียว (blow flies) ซึ่งเป็นหนอนวัยที่ 1 และ 2 อยู่ใน Family Calliphoridae , Order Diptera มีวงจรชีวิตแบบสมบูรณ์ (Complete metamorphosis) (Davies L. and Ratcliffe GG, 1994) โดยมีทั้งหมด 4 ระยะได้แก่ ระยะไข่ ระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ ระยะตัวเต็มวัย ซึ่งแมลงวันหัวเขียวจะมีวงจรชีวิตโดยเฉลี่ย 6 - 8 สัปดาห์ (Davies,1994) ส่วนการที่วงจรชีวิตของแมลงวันหัวเขียวจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ ความชื้น แสงแดดและอาหารของแมลงวันด้วย (Deonier,1940) แมลงวันหัวเขียว (blow flies) ชอบวางไข่บนซากสัตว์ หรือบนบาดแผลโดยเฉพาะบาดแผลที่เน่าหรือ บนซากสัตว์ ตัวหนอนจัดเป็นพวก saprophyte บางชนิดอาศัยอยู่ในมูลสัตว์ บางชนิดเป็น parasite ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง บางชนิดดูดกินเลือดจากสัตว์ปีก (avian) หรือบางชนิดอาจอาศัยหรือทำให้เกิดแผลในคนหรือสัตว์เลี้ยง (myiasis) (Zumpt, 1965) แมลงวันหัวเขียวจะถูกดึงดูดได้ดีกับกลิ่นเหม็น เช่น กลิ่นศพคนหรือสัตว์ หรือกลิ่นเลือด น้ำเหลือง เป็นต้น

การพบหนอนแมลงวัน (maggots) หัวเขียว (blow flies) วัยที่ 1 และวัยที่ 2 บนศพนั้นแสดงให้เห็นว่าศพนี้ตายมาแล้วไม่น้อยกว่า 4 - 5 วัน ซึ่งเป็นการประมาณการเสียชีวิตทาง Forensic Entomology โดยอาศัยการศึกษาทางวงจรชีวิตของแมลง ซึ่งค่อนข้างแน่นอนและแม่นยำ minimum Post Mortem Interval (min PMI) ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการประมาณการเสียชีวิต (Post Mortem Interval = PMI) ภายหลังการตาย (Davis JB and Goff ML, 2000)

ปัญหา/อุปสรรค

(1) ขาดเครื่องมือ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ สารเคมี และห้องปฏิบัติการที่จะใช้ในการ identify ชนิดของแมลง

(2) ขาดเจ้าหน้าที่ ที่มีความรู้ในการเก็บ specimen ประเภทแมลงจากศพอย่างถูกวิธี และนำมายังห้องปฏิบัติการเพื่อที่จะได้แยกชนิดของแมลงต่อไป

(3) ขาดนักกีฏวิทยาที่มีความรู้ความสามารถทางด้าน Forensic Entomology และ Medical Entomology

เอกสารอ้างอิง

พระราชบัญญัติการให้บริการด้านนิติวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2558 ภูมิพลอดุลยเดช ป.ร. (2558, 3 สิงหาคม).*ราชกิจจานุเบกษา* (เล่มที่ 133 ตอนที่ 67ก, น. 45-50).

Aballay, F. H., Domínguez, M. C., & Fernández Campón, F. (2012). Adult fanniidae associated to pig carcasses during the winter season in a semiarid environment: Initial examination of their potential as complementary PMI indicators. *Forensic Science International, 219*(1), 284.e1-284.e4. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.11.019

Adams Z. J. O. and Hall M. J. R. 2003. Methods used for the killing and preservation of blowfly larvae and their effect on post-mortem length. *Forensic Science International*. *138*(1-3), 50-61. doi: 10.1016/j.forsciint.2003.08.010.

The American Board of Forensic Entomology.(1996) *The ABFE is the certifying Board for Forensic Entomologists in North America*. Retrieved August, 30 2022, from https://forensicentomologist.org/.

Davies L. and Ratcliffe GG. (1994). Development rates of some pre-adult stages in blowflies with reference to low temperatures. *Medical and Veterinary Entomology*, *8*(3), 245–254. doi: 10.1111/j.1365-2915.1994. tb00506.x.

Davis JB and Goff ML. (2000) Decomposition patterns in terrestrial and intertidal habitats on Oahu Island and Coconut Island, Hawaii. *Journal of Forensic Sciences, 45*(4), 836–842.

Deonier CC. (1940). Carcass temperatures and their relation to winter blowfly populations and activity in the Southwest. *Journal of Economic Entomology, 33*(1), 166–170. doi: 10.1093/jee/33.1.166

Dorothy, E. Gennard. (2007). *Forensic Entomology: An Introduction* (pp.248). United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.

Jason H. Byrd and Jeffery K. Tomberlin. *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations 3rd Edition* (pp.575). Australia: Taylor & Francis Group, LLC.

Lee, H.L. (1989). Recovery of Forensically Important Entomological Specimens from Human Cadavers in Malaysia – An Update. *Malaysia Journal of Pathology*, *11*, 33-36.

Lee, G.M. and W.D. Lord. (1994). Entomotoxicology: A new area for forensic investigation. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, *15*(1), 51-57.

M. Lee Goff. (2000). *A Fly for the Prosecution: How Insect Evidence Helps Solve Crimes (pp.240*). United States: Harvard University Press

Matuszewski S. (2021). Post-mortem interval estimation based on insect evidence Current Challanges. *Science & Justice*. *12*(4), 314. doi: 10.3390/insects1204 0314

Nelson Riley C and Karin Gastreich . (2001). *Permanently mounting Insects and other small Arthropods on microscope slides*. Retrieved August, 30 2022, from https://biology.byu.edu.

Payne JA. (1965). A summer carrion study of the baby pig Sus scrofa Linnaeus. *Ecology*, *46*(5), 592–602.

STEMpedia. (Year). Prepared Microscope Slides: Insects Specimen. Retrieved Retrieved August, 30 2022, from https://thestempedia.com/tutorials/prepared-microscope-slides-insects-specimen/

Rowe, Aaron. (2007). Bugs as Evidence. *Law and Order*, March, 55(3), 55-56.

Russell, W.C. (1947). Biology of the Dermestid Beetle with Reference to Skull Cleaning. *Journal of Mammalogy*, *28*(3), 284-287.

Saigusa, Kiyoshi, Masataka Takamiya, Masatoshi Matsumasa, and Yasuhiro Aoki. (2006) The Forensic Availability of a Simple and Time Saving Method for the Identification of Dipteran Species to Estimate Postmortem Interval Using Entomological Evidence, (Letter to the Editor). *Legal Medicine*, *8*(4), 203-254. doi: 10.1016/j.legalmed.2006.04.004.

Sharma Ruchi, Rakesh Kumar Garg and J.R.Gaur. (2015) Various methods for the estimation of the post mortem interval from Calliphoridae: A review. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*. *5*(1), 1-12. doi:10.1016/j.ejfs.2013.04.002.

Thomas, D.B., and A.C. Chen. (1989). Age Determination in Adult Screw-Worms (Diptera: Calliphoridae) by Pteridine Levels. *Journal of Economic Entomology*. *82*(4), 1140-1144. doi: 10.1093/jee/82.4.1140

Universiti Teknologi MARA (UiTM). (2014). *"Blowfly maggots provide physical evidence for forensic cases." ScienceDaily*. Retrieved August, 30 2022, from www.sciencedaily.com/releases/2014/09/140903133125.htm.

Zumpt, F. (1965). Myiasis in Man and Animals in the Old World. United Kingdom: Butterworths