

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

- 
1. แผนงานวิจัย : การจัดทำฐานข้อมูลศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติเพื่อ การวิจัยพัฒนาด้านการอารักขาพืช  
The Establishment of Pests and Natural Enemies Database for Plant Protection Research and Development in Thailand
2. โครงการวิจัย : การจัดจำแนกชนิดและศึกษาอนุกรมวิธาน ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติ  
Taxonomy, Biology and Species Identification by DNA Barcoding of Pests and Natural Enemies for The Plant Protection Research in Thailand
- กิจกรรม : การจำแนกชนิดศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติโดย ดีเอ็นเอ บาร์โค้ด
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การศึกษาอนุกรมวิธานตัวอ่อนแมลงวันผลไม้เผ่า Dacini (Diptera: Tephritidae) ร่วมกับการใช้เทคนิค Morphometric ในตัวเต็มวัย  
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Taxonomy of fruit fly larvae in Tribe Dacini (Diptera: Tephritidae) and using Morphometric Technique in adults
4. คณะผู้ดำเนินงาน
- |                 |                         |                              |
|-----------------|-------------------------|------------------------------|
| หัวหน้าการทดลอง | : ยูวรินทร์ บุญทพ       | สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช |
| ผู้ร่วมงาน      | : ชมัยพร บัวมาศ         | สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช |
|                 | เกษสุดา สนศิริ          | สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช |
|                 | จอมสุรางค์ ดวงธิดาร     | สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช |
|                 | สิทธิสิโรดม แก้วสวัสดิ์ | สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช |

### 5. บทคัดย่อ

แมลงวันผลไม้เผ่า Dacini ซึ่งเป็นศัตรูพืชมีความสำคัญทางเศรษฐกิจและด้านกักกันพืชที่สำคัญ ตัวอ่อนแมลงวันผลไม้สร้างความเสียหายให้กับการนำเข้าและส่งออกผัก ผลไม้ทั่วโลก และยากในการจำแนกชนิดด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอก การศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาอนุกรมวิธานตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ร่วมกับเทคนิคมอร์โฟเมตริกเพื่อช่วยจำแนกชนิดแมลงวันผลไม้เผ่า Dacini ให้ถูกต้องแม่นยำและรวดเร็วมากขึ้น โดยรวบรวมตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจากทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย พร้อมทั้งจัดทำแนวทางวินิจฉัยตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ในเผ่า Dacini จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ *B. correcta*, *B. latifrons*, *B. dorsalis*, *B. umbrosa*, *Z. cucurbitae* และ

*Z. tau* และจากการศึกษา morphometric ปีกแมลงวันผลไม้ 10 ชนิด ได้แก่ *B. carambolae*, *B. cilifera*, *B. correcta*, *B. dorsalis*, *B. latifrons*, *B. umbrosa*, *B. tuberculata*, *B. zonata*, *Z. cucurbitae* และ *Z. tau* พบว่าขนาดเซนทรอยด์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) โดยพบว่า *B. latifrons* มีขนาดเซนทรอยด์เล็กสุด ( $5.533 \pm 0.401$ ) และ *B. tuberculata* มีขนาดใหญ่ที่สุด ( $6.377 \pm 0.306$ ) และจากการศึกษารูปร่างของปีกด้วย Canonical variate analysis พบความแตกต่างระหว่างสกุล โดยรูปร่างปีกแมลงวันผลไม้ในสกุล *Zeugodacus* นั้นแยกออกมาจากสกุล *Bactrocera* อย่างชัดเจน และแมลงวันผลไม้ในสกุลเดียวกันจะมีรูปร่างของปีกคล้ายกันมากกว่าต่างสกุล การศึกษาดังนี้ เป็นครั้งแรกในประเทศไทยที่ได้ทำแนวทาง การจำแนกชนิดที่ใช้ง่าย สะดวก ประหยัดเวลาในการจำแนกตัวอ่อนแมลงวันผลไม้เผ่า Dacini อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาด้านชีวโมเลกุลเพื่อจำแนกความแตกต่างระหว่างชนิดของตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ชนิดอื่น ๆ เพิ่มเติมในอนาคต

**คำหลัก :** ตัวอ่อน แมลงวันผลไม้ เซนทรอยด์ รูปร่างปีก

### Abstract

Dacini fruit fly which are of prime economic and quarantine importance in the world. Larvae infested into fruit and cause serious problem about importing and exporting around the world. Species identification at larvae stages is difficult by morphological characteristics. Traditional taxonomy and morphometric technique for species identification is carried out for the precision and efficiency. The goal of this research to obtain the taxonomic character of dacine fruit flies larvae and information about wing morphometric. Collecting survey were done on many kind of fruit orchards and lure trapping all regions in Thailand. Six of dacine fruit flies larvae were re-described: *Bactrocera correcta*, *B. dorsalis*, *B. latifrons*, *B. umbrosa*, *Zeugodacus cucurbitae* and *Z. tau*. A dichotomous key was prepared to enable rapid identification of larvae by using a combination of morphological features. Additionally, wing morphometrics were studied from 10 species: of *B. carambolae*, *B. cilifera*, *B. correcta*, *B. dorsalis*, *B. latifrons*, *B. umbrosa*, *B. tuberculata*, *B. zonata*, *Z. cucurbitae* and *Z. tau*. Centroid sizes differed significantly among sampled species ( $P > 0.05$ ). Centroid size of *B. latifrons* were smallest ( $5.533 \pm 0.401$  mm) and *B. tuberculata* were largest ( $6.377 \pm 0.306$  mm). Canonical variate analysis of the dataset based on the 10 species. Analysis revealed a clear pattern in which species of *Zeugodacus* clustered together and were clearly separated from the cluster comprising species of *Bactrocera*. This study has provided a simplified identification guide for initial morphological diagnosis of third larval stages. However, further molecular analysis is needed to clarify the distinction among other species.

**Keyword:** larvae, fruit fly, centroid, wing shape

## 6. คำนำ

แมลงวันผลไม้หรือแมลงวันทอง (fruit fly) เป็นแมลงศัตรูพืชที่สร้างความเสียหายกับผลไม้และผักในพื้นที่เขตร้อน (tropical) และเขตร้อนชื้น (sub-tropical) เป็นอย่างมาก ทั่วโลกพบแมลงวันผลไม้ในเผ่า Dacini มากกว่า 700 ชนิด (Krosch *et al.*, 2012) สำหรับทวีปเอเชียพบว่ามีแมลงวันผลไม้ในเผ่า Dacini เป็นแมลงวันผลไม้ที่มีสร้างความเสียหายจนเกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสกุล *Zeugodacus*, *Bactrocera* และ *Dacus* ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตทางการเกษตรอย่างสูง (Aluja and Norrbom, 2001)

แมลงวันผลไม้ในเผ่า Dacini บางชนิดมีรูปร่างทางสัณฐานวิทยาใกล้เคียงกันมาก (Cameron *et al.*, 2010; Kitthawee and Rungsri, 2011; Hernández-Ortiz *et al.*, 2012; Schutze *et al.*, 2012; Krosch *et al.*, 2013) ตัวเต็มวัยเข้าทำลายผักผลไม้โดยการวางไข่กับผลที่มีเปลือกบางหรืออ่อนนุ่ม จากนั้นตัวอ่อนจะเจริญเติบโตกัดกินอยู่ภายในผลทำให้ผลไม้เน่าเสียก่อนการเก็บเกี่ยว และบ่อยครั้งพบว่าตัวอ่อนของแมลงวันผลไม้ติดไปภายในผลพร้อมกับการส่งออกผักผลไม้

ดังนั้นการศึกษานี้จะเป็นการศึกษาชนิดของแมลงวันผลไม้ในเผ่า Dacini ในระยะตัวอ่อนด้วยการศึกษาอนุกรมวิธานแบบดั้งเดิม (traditional taxonomy) และการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ห่อรีโฟเมตริกแบบจีโอเมตริก (morphometric geometrics) กับแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัย โดยข้อมูลที่ได้จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการอ้างอิงและเป็นข้อมูลสนับสนุนในการจัดจำแนกชนิดแมลงวันผลไม้ในเผ่า Dacini รวมทั้งสามารถนำไปใช้ประยุกต์เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการป้องกันกำจัด รวมทั้งการนำเข้าส่งออกผักผลไม้ไปยังต่างประเทศต่อไป

## 7. วิธีดำเนินการ

### - อุปกรณ์

- อุปกรณ์และสารเคมีในการเก็บตัวอย่างแมลง (ขวดตอง เอทิลอะซิเตท กล่องพลาสติก ถุงพลาสติก)
- อุปกรณ์สำหรับเลี้ยงตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ เช่น ตะแกรง ขี้เลื่อย พลาสติกใสในกรงผ้า น้ำตาลผสมบรีเวอรี่สตีในอัตรา 1:4
- กักตักแมลงวันผลไม้ชนิด กักตักถังเปียก (wet bucket trap)
- สารฟีโรโมนที่ใช้ล่อแมลงวันผลไม้ ได้แก่ Cue lure และ Methyl Eugenol
- กล้องจุลทรรศน์ชนิด stereo microscope และ compound microscope
- กล้องถ่ายรูปจากกล้องจุลทรรศน์
- อุปกรณ์ใช้ในการวาดภาพ
- สารเคมีในการทำสไลด์ถาวร ได้แก่ Canada balsam
- ตู้อบ / เครื่องอุ่นสไลด์
- แผ่นสไลด์แก้ว cover glass และกล่องเก็บสไลด์ถาวร
- เอกสารประกอบการจำแนกแมลงวันผลไม้

## - วิธีการ

### 1. วิธีดำเนินการวิจัยเก็บตัวอย่างตัวอ่อนและตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้

- เก็บรวบรวมผลไม้ที่มีร่องรอยการทำลายของแมลงวันผลไม้ พร้อมพืชใส่ถุงพลาสติกหรือ กล่องพลาสติก เพื่อให้ระบายอากาศได้ดี บันทึกวันที่ เดือน ปี สถานที่เก็บ นำกลับมาเลี้ยงยังห้องปฏิบัติการ จนเป็นตัวเต็มวัย นำตัวอย่างแมลงวันผลไม้เก็บรักษาในแอลกอฮอล์ 95% และเก็บตัวอย่างในตู้เก็บรักษาอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส รวมทั้งเก็บรวบรวมตัวอย่างแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยในแปลงเพาะปลูก และในสภาพธรรมชาติโดยใช้กับดักล่อแมลงวันผลไม้แบบ wet bucket trap ซึ่งประกอบด้วยสารล่อแมลงวันผลไม้ 2 ประเภท ได้แก่ CUE lure และ Methyl Eugenol

- การศึกษารั้วนี้มีแผนการปฏิบัติการเก็บตัวอย่างแมลงวันผลไม้จากพื้นที่การเกษตร และพื้นที่ป่าธรรมชาติ แต่เนื่องจากแมลงวันผลไม้แต่ละชนิดในเผ่า Dacini เข้าทำลายพืชอาหารแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องเก็บรวบรวมตัวอ่อนแมลงวันผลไม้จากพืชให้มีความหลากหลายมากที่สุด โดยจะเก็บรวบรวมตัวอย่างจากพื้นที่ต่างๆ ทั่วทุกภาคของประเทศไทย (ในแต่ละปีจะออกเก็บตัวอย่าง ในทุกๆ เดือน หมุนเปลี่ยนไปในภาคต่างๆ ดังนี้ ภาคกลาง ภาคตะวันตก ภาคเหนือ ภาคตะวันออก ภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) ซึ่งภายในหนึ่งปีจะสามารถเก็บตัวอย่างได้ภาคละ 3 - 5 จังหวัด และในแต่ละจังหวัดเก็บสามจุดสำรวจ และใช้กับดักฟีโรโมน 2 ประเภท ได้แก่ CUE lure และ Methyl Eugenol โดยติดตั้งในพื้นที่เก็บตัวอย่างละ 5 อัน/ต่อจุดสำรวจ บันทึกพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Global Positioning System: GPS) โดยแบ่งเป็น พื้นที่ต่างๆ ดังนี้

- (1) แปลงพืชผักสวนครัว เช่น แตงกวา พักทอง และถั่วฝักยาว
- (2) แปลงผลไม้ (ขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่เข้าสำรวจในแต่ละจังหวัด)
- (3) พื้นที่ป่าธรรมชาติ เช่น สวนพฤกษศาสตร์ และอุทยานแห่งชาติ

รายละเอียดจังหวัดที่เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกพืชที่ต้องการไปเก็บตัวอย่างแมลงวันผลไม้

ปี 2560 สำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างจาก 3 ภาคดังนี้

- (1) ภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดนครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี และนครนายก
- (2) ภาคตะวันตก ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี ตาก ราชบุรี และเพชรบุรี
- (3) ภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงราย น่าน เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน แพร่ ลำปาง และลำพูน

ปี 2561 สำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างจาก 3 ภาคดังนี้

- (1) ภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดสระแก้ว ปราจีนบุรี ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด
- (2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัด ขอนแก่น เลย หนองคาย หนองบัวลำภู สุรินทร์ บุรีรัมย์ และอุดรธานี
- (3) ภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง ตรัง สงขลา พังงา ภูเก็ต และสตูล

สตูล

- นำส่วนของพืชมายังห้องปฏิบัติการ และแยกตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ระยะ 3 ออกจากพืชอาศัย มาต้มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เพื่อให้ตัวหนอนคงสภาพที่สมบูรณ์และสีไม่เปลี่ยนแปลง จากนั้นต้อง

ตัวอย่างด้วยแอลกอฮอล์ 95-100% (เพื่อให้นำไปศึกษาอนุกรมวิธานของตัวอ่อน) นำตัวอ่อนที่เหลือใส่กล่องพลาสติกที่มีตะแกรงรองกันซึ่งด้านล่างใส่ขี้เลื่อย นำกล่องพลาสติกใส่ในกรงผ้าเพื่อให้ตัวเต็มวัยเจริญออกมาให้อาหาร คือ น้ำตาลผสม บริเวอร์ยีสต์ในอัตรา 1:4 เพื่อให้สืบพันธุ์ตัวพัฒนาได้ดี

- เตรียมตัวอย่างตัวเต็มวัยเพื่อใช้ในการจำแนกชนิดแมลงวันผลไม้ โดยใช้ตัวอย่างตัวเต็มวัยที่อบแห้งหรือฆ่าด้วยเอทิลอะซิเตท หรือเก็บแมลงใส่หลอดแก้ว แขนงในช่องน้ำแข็ง 4 - 5 ชั่วโมง วิธีนี้จะทำให้สีไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อได้ตัวอย่างแล้วใช้เข็มขนาดเล็ก (micropin) แขนงบริเวณด้านข้างของส่วนอกใต้ปีก ให้ไปทางด้านหน้าของลำตัว แล้วจึงเสียบ micropin กับโฟมหรือ ค็อกขนาดเล็กที่มีเข็มปักแมลงเสียบอยู่ โดยมีป้ายเล็ก ๆ บันทึก สถานที่ วัน เดือน ปี และชื่อผู้เก็บ และมีป้ายบันทึก แยกบันทึกชื่อพืชที่เก็บมา และชื่อแมลงที่จำแนกได้อีก 1 ป้าย

## 2. การศึกษาอนุกรมวิธานตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา (ดำเนินการปี 2560-2561)

- นำตัวอย่างตัวอ่อนแมลงวันผลไม้มาศึกษาลักษณะต่างๆ โดยละเอียด ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ตรวจสอบลักษณะที่แตกต่างกันซึ่งเป็นลักษณะสำคัญในการจำแนกชนิด

- ทำสไลด์ถาวรลักษณะบางอย่างที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกชนิด เช่น รยางค์ปาก หรือบริเวณด้านท้ายของลำตัว เพื่อใช้ในการทำการตรวจวิเคราะห์ชนิดตัวอ่อนแมลงวันผลไม้

- บันทึกรายละเอียดต่างๆ เช่น รูปร่าง ลักษณะ ขนาด และสีเป็นต้น ตรวจสอบ ลักษณะสำคัญทางอนุกรมวิธานด้วยการใช้เอกสารแนวทางการวินิจฉัยชนิดของตัวอ่อนแมลงวันผลไม้

- บันทึกลักษณะสัณฐานวิทยา โดยการถ่ายภาพใต้กล้องจุลทรรศน์ รวมถึงให้รายละเอียดบนแผ่นป้ายบันทึกของขวดดองตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ทุกขวด ได้แก่ ชื่อวิทยาศาสตร์ที่จำแนกได้ วัน เดือน ปี สถานที่เก็บตัวอย่าง และชื่อผู้เก็บตัวอย่าง

- จัดทำแนวทางวินิจฉัย (dichotomous key) ชนิดของตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ในเผ่า Dacini ที่รวบรวมได้ พร้อมภาพประกอบ

- จัดเก็บตัวอย่างที่ได้ศึกษาไว้ในพิพิธภัณฑ์ โดยแบ่งเป็นหมวดหมู่ตามระบบสากลของการเก็บรักษาตัวอย่างแมลง

## 3. การศึกษาอนุกรมวิธานแมลงด้วยเทคนิค morphometric (ดำเนินการปี 2561)

- ทำสไลด์ปีกถาวรเพื่อใช้ในการศึกษา morphometric ของปีกโดยใช้แมลงวันผลไม้ จำนวน 20 ตัวอย่าง/ชนิด

- ตัดส่วนปีกด้านขวาของแมลงวันผลไม้ มาวางบนสไลด์ ที่หยดน้ำยา canada balsam แล้วปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์ นำไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 40 - 45 องศาเซลเซียส ให้แห้งรวม 2 - 6 สัปดาห์ จึงนำออกมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ที่มีกำลังขยายสูง

- ถ่ายภาพปีกและกำหนดจุดสังเกต (landmark) ของปีกแมลงวันผลไม้ โดยใช้โปรแกรม TPS Dig2 เป็นตัวกำหนดและสร้างไฟล์ในรูปแบบ ของ TPS.file

- ศึกษาความแตกต่างของสัณฐานวิทยา โดยใช้ โปรแกรม Morpho J เป็นตัววิเคราะห์ความแตกต่างของรูปร่างของปีกแมลงวันผลไม้ชนิดต่างๆ
- ศึกษาการเปลี่ยนแปลงขนาดของร่างกายที่มีผลต่อรูปร่างของปีก (allometry) โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ด้วยการทำการทดสอบแบบถดถอย (regression analysis) พร้อมทั้งศึกษาขนาดของเซนทรอยด์ (centroids size) และรูปร่างของปีก (wing shape) แมลงวันผลไม้ชนิดต่าง ๆ
- จัดเก็บตัวอย่างที่ได้ศึกษาไว้ในพิพิธภัณฑ์โดยแบ่ง เป็น หมวดย่อยตามระบบสากล ของการเก็บรักษาตัวอย่างแมลง (แมลงวันผลไม้ ทุกชนิดที่รายงาน ไว้ต้องเก็บรักษาตัวอย่างจริงไว้ เพื่อการตรวจสอบ สืบค้น และอ้างอิงในภายหลัง)

### เวลาและสถานที่

- 1) แหล่งปลูกพืชจังหวัดต่างๆ ของภาคกลาง ภาคตะวันตก ภาคเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้
- 2) ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานอนุกรมวิธานแมลง กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

### 8. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการเก็บรวบรวมตัวอย่างแมลงวันผลไม้ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย โดยการเก็บตัวหนอนจากพืชอาหารชนิดต่างๆ เช่น บวบ เมล่อน พริก ฝรั่ง และมะม่วง รวมทั้งติดตั้งกับดักแมลงวันผลไม้ด้วยสารล่อ ประเภท CUE lure และ Methyl eugenol เพื่อนำตัวอย่างแมลงวันผลไม้จากทั่วทุกภาคของประเทศไทย (Table 1) ไปใช้ในการศึกษา morphometrics

#### ลักษณะทางอนุกรมวิธานของตัวอ่อนแมลงวันผลไม้

จากการศึกษาลักษณะอนุกรมวิธานของตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ที่ได้จากพืชอาหารชนิดต่าง ๆ โดยใช้ตัวอ่อนระยะที่ 3 (third instar) ซึ่งเป็นระยะที่ตัวอ่อนเจริญเติบโตเต็มที่ก่อนจะเข้าดักแด้ จัดเป็นระยะที่ตัวอ่อนมีความสมบูรณ์และเหมาะสมที่สุดในการนำมาศึกษาอนุกรมวิธาน (Figure 1) และจากการเลี้ยงตัวอ่อนเพื่อศึกษาอนุกรมวิธานนั้น พบว่าวงจรชีวิตแมลงวันผลไม้แต่ละชนิดมีระยะเวลาแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงวันผลไม้และชนิดของพืชอาหาร รวมทั้งอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมนั้น ๆ โดยวงจรชีวิตแมลงวันผลไม้เริ่มจากแมลงวันผลไม้เพศเมียวางไข่โดยแทงอวัยวะวางไข่ที่ตั้งอยู่บริเวณปลายสุดของส่วนท้อง ลงในเนื้อเยื่อผักหรือผลไม้ลึกลับประมาณ 3 มิลลิเมตร ไข่ของแมลงวันผลไม้มีสีขาว ลักษณะยาวรีประมาณ 1 มิลลิเมตร ระยะไข่ใช้เวลา 2 - 4 วัน จากนั้นจะฟักเป็นตัวอ่อนมีลักษณะเป็นตัวหนอน (maggot หรือ larvae) และกักกินอยู่ภายในผล ตัวหนอนมีสีครีม เรียวยาวและบริเวณส่วนปลายตัดทู่ โดยพบว่าบริเวณส่วนหัวมีลักษณะเรียวยาวแหลมและบริเวณด้านหน้าของส่วนปากจะมีลักษณะโครงกระดูกที่มีลักษณะคล้ายตะขอ (mouth hook: cephalopharyngeal) ก่อให้เกิดประโยชน์ในการฉีกกินเนื้อผักและผลไม้ ตัวหนอนมีการเจริญเติบโต 3 ระยะ (9 - 12 วัน) เมื่อเติบโตเต็มที่สีเหลืองอ่อน ความยาวประมาณ 9 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงวันผลไม้ และอาหาร (Table 2) จากนั้นจะ

พัฒนาเป็นดักแด้ ที่มีลักษณะคล้ายถังเบียร์สีน้ำตาล (obtect) และดักแด้จะแตกออกเจริญเติบโตกลายเป็นตัวเต็มวัย (8 - 10 วัน) ตัวเต็มวัยมีระยะการเจริญเติบโตของแมลงวันผลไม้ประมาณ 85 - 115 วัน

การศึกษาลักษณะอนุกรมวิธานของตัวอ่อนแมลงวันผลไม้พบว่าลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจำแนกชนิดนั้น ได้แก่

1. ปาก (mouth hook) คือ ส่วนของปากที่มีลักษณะเป็นโครงสร้างแข็ง (cephalopharygeal) ซึ่งประกอบด้วย (Figure 2)
  - apical tooth : ส่วนปลายสุดของฟัน
  - pre - apical tooth : ส่วนที่เป็นโครงสร้างแข็ง พบก่อนบริเวณล่างสุดของฟัน
  - neck : พื้นที่ด้านหลัง ventral apodeme
  - dorsal apodeme : ส่วนที่เป็นโครงสร้างแข็ง พบก่อนบริเวณด้านบนของกราม
2. รูหายใจด้านหน้า (anterior spiracle) (Figure 3) เป็นรูหายใจที่พบบริเวณด้านข้างของลำตัว โดยรูหายใจนี้จะติดอยู่ส่วนหน้าของลำตัว มีลักษณะเป็นเนื้อยื่นออกมาคล้ายนิ้วมือ (tubules) มีรูปร่างและจำนวนแตกต่างกันในแต่ละชนิดของแมลงวันผลไม้
3. บริเวณส่วนท้ายของลำตัว (caudal segment) และรูหายใจบริเวณท้าย (posterior spiracle) (Figure 4) เป็นส่วนปลายสุดของตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญต่างๆ ที่ใช้ในการจำแนกชนิดตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ ได้แก่
  - ส่วนของรูหายใจด้านหลังมีลักษณะและจำนวนแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดแมลงวันผลไม้
  - Tubercles เป็นเนื้อเยื่อที่พบบริเวณส่วนปลายท้องของตัวอ่อน ซึ่งระยะห่างระหว่าง tubercle และพื้นที่ระหว่าง tubercle นั้นจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน

#### แนวทางวินิจฉัยตัวอ่อนแมลงวันแมลงวันผลไม้ เผ่า Dacini

1. Posterior end with a short transverse line at the apex (between the tubercles) (Figure 4); posteriors spiracular slits nearly equidistant from each other and nearly parallel ..... 2 (Genus *Zeugodacus*)
  - Posterior end without a transverse line at the apex (between the tubercles); posteriors spiracular slits variable..... 3 (Genus *Bactrocera*)
2. Preapical tooth present. Anterior spiracle with 16 - 23 tubules.....*Z. cucurbitae*
  - Preapical tooth absent. Anterior spiracle with 14 -16 tubules.....*Z. tau*
3. Anterior spiracle with less than 14 tubules .....4

- Anterior spiracle with more than 14 tubules.....5
- 4. Anterior spiracles with 9-11 tubules.....*B. correcta*
  - Anterior spiracles with 10-12 tubules.....*B. dorsalis* complex
- 5. Anterior spiracle with 13-18.....*B. latifrons*
  - Anterior spiracle with 18 -21 tubules; each tubercle below posterior spiracle bearing two papillae.....*B. umbrosa*

### *Bactrocera (Bactrocera) correcta* (Bezzi)

(Figure 5A, 6A and 7A)

*Chaetodacus correctus* Bezzi, 1916: 107. Syntypes in ZSI.

*Bactrocera Zonata* - Bezzi, 1913: 94, [Misidentification] see Bezzi, 1916: 106.

*Dacus dutti* Kapoor, 1971: 480; Kapoor 1993: 74 (Synonym)

*Strumeta paratuberculatus* Philip, 1950: 31; Norrbom *et al.*, 1998: 89 (Synonym)

*Dacus bangaloriensis* Agarwal & Kapoor, 1983: 169; Norrbom *et al.*, 1998: 89 (Synonym)

*Dacus (Strumeta) correctus* - Hardy, 1973: 38.

*Bactrocera (Bactrocera) correcta* - Norrbom *et al.*, 1998: 89; Drew & Raghu, 2002: 335; Drew *et al.*, 207: 2.

**ชื่อสามัญ :** แมลงวันฝรั่ง (guava fruit fly)

**ความยาวของลำตัว :** 7.5 - 9 มิลลิเมตร      **ความกว้างของลำตัว :** 1.4 – 1.5 มิลลิเมตร

ตัวอ่อนรูปร่างยาวรี หัวเรียวเล็ก ส่วนท้ายจะมีขนาดใหญ่กว่าส่วนหัว (tapering anteriorly) มีสีขาอ่อนข้างเหลือง บางส่วนของตัวอ่อนจะมีเส้นแข็งพาดขวางด้านใต้ของรูหายใจและตัวอ่อนระยะสุดท้ายสามารถติดตัวได้

**ส่วนหัว :** cephalic lobes

**ปาก :** บริเวณส่วนปลายของฟัน (apical tooth) มีลักษณะเรียว ยาว แหลม รูปร่างคล้ายเคียว ไม่มี pre-apical tooth ส่วนของคอ (neck) มีขนาดสั้นเมื่อเทียบกับความยาวของฟัน dorsal apodeme ยื่นออกไปจากส่วนของกรามอย่างเห็นได้ชัด (Figure 5A)

**รูหายใจด้านหน้า :** รูหายใจมีลักษณะโค้งนูนบริเวณขอบ มีจำนวนตั้งแต่ 9 -11 อัน (Figure 6A)

**รูหายใจด้านหลัง :** อยู่บริเวณส่วนท้ายสุดของหนอน แต่ละข้างจะประกอบด้วยแท่งข้างละ 3 แท่ง รูหายใจที่ส่วนท้องไม่สามารถแยกอย่างเห็นได้ชัดจากส่วนปล้องท้องสุดท้าย รูหายใจที่ส่วนปลายท้อง (spiracular slit) มีจำนวน 3 อัน ยาวเรียวเป็น 2- 3 เท่าของความกว้าง และมีลักษณะคล้ายกันเกือบจะเท่ากัน และพื้นที่บริเวณรูหายใจแต่ละอันมีลักษณะเรียบ (Figure 7A)



ลักษณะการทำลาย : ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ ตัวหนอนกัดกิน และเจริญเติบโตในผลไม้หลากหลายชนิด

ส่วนของพืชที่พบตัวอ่อนแมลงวันผลไม้เข้าทำลาย : ผล

พืชอาหาร : ชมพู ฝรั่ง กระท้อน มะละกอ กลั้ว กระท้อน พุทรา ละมุด น้อยหน่า และมะม่วง

เขตการแพร่กระจาย : จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน น่าน นครราชสีมา ชัยภูมิ ขอนแก่น อุตรธานี  
อุบลราชธานี หนองคาย มหาสารคาม กาญจนบุรี ตาก จันทบุรี ระยอง สุราษฎร์ธานี ชุมพร ระนอง ตรัง พัทลุง  
สงขลา นครศรีธรรมราช กระบี่ พังงา ภูเก็ต กรุงเทพมหานคร นครปฐม สมุทรสงคราม สมุทรสาคร ราชบุรี  
เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์

ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา : EMBT.L 0601 – EMBT.L 0620 (20 ตัวอย่าง)

### *Bactrocera (Bactrocera) dorsalis* Hendel

(Figure 5B, 6B and 7B)

*Musca ferruginea* Fabricius, 1794: 342. Peroccupied by *Musca ferruginea* - Scopoli, 1763 (see Hardy, 1969: 396).

*Dacus ferruginea* Fabricius, 1805: 274.

*Dacus dorsalis* Hendel, 1912: 18. Lectotype female in BMNH.

*Bactrocera ferruginea* - Bezzi, 1913: 95.

*Chetodacus ferrugineus* var. *dorsalis* - Hendel, 1915: 426.

*Chetodacus ferrugineus* - Bezzi, 1916: 104.

*Chetodacus ferrugineus dorsalis* - Bezzi, 1916: 104.

*Chetodacus ferrugineus* var. *okinawanus* Shiraki, 1933: 62; Hardy 7 Adachi, 1956: 8; Hardy, 1969: 402 (Synonym).

*Dacus (Strumeta) dorsalis* - Hardy 7 Adachi, 1956: 7; Hardy, 1969: 395; 1973: 41; 1974: 29.

*Strumeta dorsalis* - Hering, 1956: 63.

*Strumeta ferruginea* - Hering, 1956: 63.

*Strumeta dorsalis okinawana* - Shiraki, 1968: 23.

*Dacus (Bactrocera) dorsalis* - Hardy, 1997: 49; Drew, 1982: 60; Drew, 1989: 63.

*Dacus (Bactrocera) semifemoralis* Tseng, Chen & Chu, 1992: 46. New Synonym.

*Dacus (Bactrocera) yilanensis* Tseng, Chen & Chu, 1992: 52. New Synonym.

*Bactrocera (Bactrocera) dorsalis* - Drew & Hancock, 1994a: 17, Lectotype designation; Norrbom *et al.*, 1998: 90; Drew *et al.*, 2007: 3.

*Bactrocera (Bactrocera) variabilis* Lin & Wang, in Lin *et al.*, 2011b: 896. Holotype in HEIQ. New Synonym.

*Bactrocera (Bactrocera) dorsalis* - Schutze *et al.*, 2015

**ชื่อสามัญ** แมลงวันผลไม้ (oriental fruit fly)

**ความยาวของลำตัว :** 8 - 11 มิลลิเมตร **ความกว้างของลำตัว :** 1.7 -1.8 มิลลิเมตร

ตัวหนอนมีรูปร่างยาวรี หัวเรียวเล็ก ส่วนท้ายจะมีขนาดใหญ่กว่าส่วนหัว มีสีขาวยาวค่อนข้างเหลือง บางส่วนของตัวอ่อนจะมีเส้นแข็ง พาดขวางด้านใต้ของรูหายใจและตัวอ่อนระยะสุดท้ายสามารถติดตัวได้

**ส่วนหัว :** cephalic lobes พัฒนาได้ดี

**ปาก :** บริเวณส่วนปลายของฟันมีลักษณะ ผอม แหลม ไม่มี pre-apical tooth ส่วนของคอ มีขนาดสั้นเมื่อเทียบกับความยาวของฟัน dorsal apodeme ยื่นออกไปจากส่วนของกรามอย่างเห็นได้ชัด (Figure 5B)

**รูหายใจด้านหน้า :** รูหายใจมีลักษณะโค้งนูนบริเวณขอบ มีจำนวนตั้งแต่ 10 - 12 อัน (Figure 6B)

**รูหายใจด้านหลัง :** รูหายใจที่ส่วนท้องไม่สามารถแยกอย่างเห็นได้ชัดจากส่วนปล้องท้องสุดท้าย รูหายใจที่ส่วนปลายท้องมีจำนวน 3 อัน ยาวเป็น 2- 3 เท่าของความกว้าง และมีลักษณะคล้ายกันเกือบจะเท่ากัน และพื้นที่บริเวณรูหายใจแต่ละอันมีลักษณะเรียบ (Figure 7B)

**พืชอาหาร :** ชมพู ลำไย กระท้อน น้อยหน่า ขนุน มะละกอ ลิ้นจี่ กัลยง เาะะ ฝรั่ง พุทรา และมะม่วง

**ส่วนของพืชที่พบตัวอ่อนแมลงวันผลไม้เข้าทำลาย :** ผล

**ลักษณะการทำลาย :** ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ และตัวหนอนกัดกิน และเจริญเติบโตผล

**การแพร่กระจาย :** จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน น่าน นครราชสีมา ชัยภูมิ ขอนแก่น อุดรธานี อุบลราชธานี หนองคาย มหาสารคาม กาญจนบุรี ตาก จันทบุรี ระยอง สุราษฎร์ธานี ชุมพร ระนอง ตรัง พัทลุง สงขลา นครศรีธรรมราช กระบี่ พังงา ภูเก็ต กรุงเทพมหานคร นครปฐม สมุทรสงคราม สมุทรสาคร ราชบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์

**ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา :** EMBT.L 0701 – EMBT.L 0720 (20 ตัวอย่าง)

### *Bactrocera (Bactrocera) latifrons* (Hendel)

(Figure 5C, 6C and 7C)

*Chaetodacus latifrons* Hendel, 1915: 425. Lectotype male in BMNH.

*Dacus amoyensis* Froggatt, 1909: 36, nomen nudum.

*Dacus parvulus* Hendel, 1912: 12: 21; White & Liquido, 1995: 250 - 252 (Synonym).

*Chaetodacus antennalis* Shiraki, 1933: 56; Hardy, 1973: 49 as synonym of *D. parvulus* Hendel; White & Liquido, 1995: 250 - 252.

*Bactrocera (Bactrocera) latifrons* - White & Liquido, 1995: 251, Lectotype designation; Norrbom *et al.*, 1998: 91

**ชื่อสามัญ :** แมลงวันทองมะเขือ หรือ แมลงวันทองพริก (solanum fruit fly)

**ความยาวของลำตัว :** 7.5 – 8.5 มิลลิเมตร **ความกว้างของลำตัว :** 1.1 - 1.2 มิลลิเมตร

ตัวหนอนมีรูปร่างยาวรี หัวเรียวเล็ก ส่วนท้ายจะมีขนาดใหญ่กว่าส่วนหัวมีสีขาวยาวค่อนข้างเหลือง บางส่วนของตัวอ่อนจะมีเส้นแข็งพาดขวางด้านใต้ของรูหายใจและตัวอ่อนระยะสุดท้ายสามารถติดตัวได้

**ส่วนหัว** : cephalic lobes พัฒนาได้ดี

**ปาก** : บริเวณส่วนปลายของฟันมีลักษณะแหลม ไม่มี pre-apical tooth ส่วนของคอมีขนาดสั้นเมื่อเทียบกับความยาวของฟัน ไม่มี Dorsal apodeme (Figure 5C)

**รูหายใจด้านหน้า** : รูหายใจมีลักษณะโค้งนูนบริเวณขอบ มีจำนวนตั้งแต่ 13 -18 อัน ในบางตัวอย่างที่นำมาศึกษาพบว่า ทิศทางของ tubule นั้น ไม่ได้ตั้งอยู่ในทางเดียวกัน (Figure 6C)

**รูหายใจด้านหลัง** : รูหายใจที่ส่วนท้องไม่สามารถแยกอย่างเห็นได้ชัดจากส่วนปล้องท้องสุดท้าย รูหายใจที่ส่วนปลายท้องมีจำนวน 3 อัน ยาวเป็น 2- 3 เท่าของความกว้าง และมีลักษณะคล้ายกันเกือบจะเท่ากัน และพื้นที่บริเวณรูหายใจแต่ละอันมีลักษณะเรียบ (Figure 7C)

**พืชอาหาร** : พืชตระกูลพริก มะเขือเปราะ และมะเขือยาว

**ส่วนของพืชที่พบตัวอ่อนแมลงวันผลไม้เข้าทำลาย** : ผล

**ลักษณะการทำลาย** : ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ ตัวหนอนกัดกิน และเจริญเติบโตในผล

**การแพร่กระจาย** : จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน น่าน นครราชสีมา ชัยภูมิ ขอนแก่น อุดรธานี อุบลราชธานี หนองคาย มหาสารคาม กาญจนบุรี ตาก จันทบุรี ระยอง สุราษฎร์ธานี ชุมพร ระนอง ตรัง พัทลุง สงขลา นครศรีธรรมราช กระบี่ พังงา ภูเก็ต กรุงเทพมหานคร นครปฐม สมุทรสงคราม สมุทรสาคร ราชบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์

**ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา** : EMBT.L 0901 – EMBT.L 0920 (20 ตัวอย่าง)

### *Bactrocera (Bactrocera) umbrosa* (Fabricius)

(Figure 5D, 6D and 7D)

*Dacus umbrosa* Fabricius, 1805: 274. Lectotype in UZMC.

*Dacus fascipennis* Wiedemann, 1819: 28; Bezzi, 1913: 72 (Synonym); Hardy, 1968: 146.

*Bactrocera fasciatipennis* Doleschall, 1856: 412; Osten - Sacken, 1881 (fide Bezzi, 1913: 71) (Synonym).

*Dacus conformis* Walker, 1856a: 34; Osten - Sacken, 1881 (fide Bezzi, 1913: 69) (Synonym)

*Dacus diffsus* Walker, 1860: 153; Hardy, 1959: 169-70 (Synonym).

*Dacus frenchi* Froggatt, 1909: 92 - 3; Bezz, 1913: 72; Bezzi, 1919: 417 (Synonym).

*Dacus (Bactrocera) umbrosus* - Malloch, 1939b: 412; Drew, 1982: 75-8; Hardy, 1982: 25.

*Strumeta umbrosa* - Perkins, 1939: 12.

*Strumeta frenchi* - Perkins, 1939: 13.

*Dacus (Strumeta) umbrosus* - Hardy and Adachi, 1954: 184; Hardy, 1973: 52, Lectotype designation by inference of holotype; Drew, 1974a: 88 - 92.

*Bactrocera (Bactrocera) umbrosa* - Drew, 1989: 165; Norrbom *et al.*, 1998: 96.

*Bactrocera (Bactrocera) lacerate* White & Evenhuis, 1999: 497. New Synonym.

**ชื่อสามัญ :** แผลงวันทองขนุน (bread fruit fly)

**ความยาวของลำตัว :** 7.5 – 10.5 มิลลิเมตร      **ความกว้างของลำตัว :** 1.1 - 1.3 มิลลิเมตร

ตัวหนอนมีรูปร่างยาวรี หัวเรียวเล็ก ส่วนท้ายจะมีขนาดใหญ่กว่าส่วนหัวมีสีขาวยาวค่อนข้างเหลือง บางส่วนของตัวอ่อน จะมีเส้นแข็ง พาดขวางด้านใต้ของรูหายใจและตัวอ่อนระยะสุดท้ายสามารถติดตัวได้

**ส่วนหัว :** cephalic lobes พัฒนาได้ดี

**ปาก :** บริเวณส่วนปลายของฟันมีลักษณะแหลม ไม่มี pre-apical tooth ส่วนของคอกมีขนาดสั้นเมื่อเทียบกับความยาวของฟัน ไม่มี dorsal apodeme (Figure 5D)

**รูหายใจด้านหน้า :** รูหายใจมีลักษณะโค้งนูนบริเวณขอบ มีจำนวนตั้งแต่ 18 -21 อัน (Figure 6D)

**รูหายใจด้านหลัง :** รูหายใจที่ส่วนท้องไม่สามารถแยกอย่างเห็นได้ชัดจากส่วนปล้องท้องสุดท้าย รูหายใจที่ส่วนปลายท้องมีจำนวน 3 อัน ยาวเป็น 2- 3 เท่าของความกว้าง และมีลักษณะคล้ายกันเกือบจะเท่ากัน และพื้นที่บริเวณรูหายใจแต่ละอันมีลักษณะเรียบ (Figure 7D)

**พืชอาหาร :** ขนุนและจำปาตะ

**ส่วนของพืชที่พบตัวอ่อนแมลงวันผลไม้เข้าทำลาย :** ผล

**ลักษณะการทำลาย :** ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ ตัวหนอนกัดกิน และเจริญเติบโตในผล

**การแพร่กระจาย :** จังหวัดชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และตรัง

**ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา :** EMBT.L 1301 – EMBT.L 1320 (20 ตัวอย่าง)

### *Zeugodacus (Zeugodacus) cucurbitae* (Coquillett)

(Figure 5E, 6E and 7E)

*Dacus cucurbitae* Coquillett, 1899: 129; Froggatt, 1909: 84. Lectotype female and Paralectotypes (1 male and 1 female) in USNM.

*Bactrocera cucurbitae* - Bezzi, 1913: 96.

*Chaetodacus cucurbitae* - Bezzi, 1916: 109; Hendel, 1915: 426, 1927a: 28; Shiraki, 1933:73.

*Strumeta cucurbitae* - Perkins, 1938a: 127.

*Dacus (Strumeta) cucurbitae* - Hardy & Adachi, 1954: 164; Hardy. 1973: 38, 1974: 27.

*Dacus (Zeugodacus) cucurbitae* - Drew, 1973: 23; Hardy, 1977: 57, 1982: 203, 1983: 36.

*Dacus aureus* Tseng & Chu, 1982: 85.

*Bactrocera (Zeugodacus) cucurbitae* - Drew, 1989: 212, Lectotype designation.

*Dacus yuiliensis* Tseng & Chu, 1992: 84 (New name by May, 1951: 10). Record of original synonymy unknown, see Norrbom *et al.*, 1998: 102.

*Zeugodacus (Zeugodacus) cucurbitae* - Virgilio *et al.*, 2015: 171

**ชื่อสามัญ :** แผลงวันแตง (melon Fly)

**ความยาวของลำตัว :** 9 -11 มิลลิเมตร      **ความกว้างของลำตัว :** 1.2 -1.3 มิลลิเมตร

ตัวหนอนมีรูปร่างยาวรี หัวเรียวยาวเล็ก ส่วนท้ายจะมีขนาดใหญ่กว่าส่วนหัวมีสีขาวยาวค่อนข้างเหลือง บางส่วนของตัวอ่อน จะมีเส้นแข็ง พาดขวางด้านใต้ของรูหายใจและตัวอ่อนระยะสุดท้ายสามารถติดตัวได้

**ส่วนหัว :** cephalic lobes พัฒนาได้ดี

**ปาก :** บริเวณส่วนปลายของฟันมีลักษณะแหลม และมี pre-apical tooth ขนาดเล็กยื่นออกมา ส่วนของคอมีขนาดสั้นเมื่อเทียบกับความยาวของฟัน ส่วนของ dorsal apodeme ทุ่แบนยื่นออกไปเล็กน้อย (Figure 5E)

**รูหายใจด้านหน้า :** มีจำนวนตั้งแต่ 16 -23 อัน (Figure 6E)

**รูหายใจด้านหลัง :** รูหายใจที่ส่วนท้องไม่สามารถแยกอย่างเห็นได้ชัดจากส่วนปล้องท้องสุดท้าย รูหายใจที่ส่วนปลายท้องมีจำนวน 3 อัน ยาวเป็น 2- 3 เท่าของความกว้าง และมีลักษณะคล้ายกันเกือบจะเท่ากัน และพื้นที่บริเวณรูหายใจแต่ละอันมีลักษณะเรียบ (Figure 7E)

**พืชอาหาร :** พืชตระกูลแตง เช่น แตงโม พักเขี้ยว แตงไทย แตงกวา มะระจีน มะระขี้นก บวบ เหลี่ยม บวบงู เมล่อน และตำลึง

**ส่วนของพืชที่พบตัวอ่อนแมลงวันผลไม้เข้าทำลาย :** ผล

**ลักษณะการทำลาย :** ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ ตัวหนอนกัดกิน และเจริญเติบโตในพืชผักผลไม้หลายชนิด

**การแพร่กระจาย :** จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน น่าน นครราชสีมา ชัยภูมิ ขอนแก่น อุดรธานี อุบลราชธานี หนองคาย มหาสารคาม กาญจนบุรี ตาก จันทบุรี ระยอง สุราษฎร์ธานี ชุมพร ระนอง ตรัง พัทลุง สงขลา นครศรีธรรมราช กระบี่ พังงา ภูเก็ต กรุงเทพมหานคร นครปฐม สมุทรสงคราม สมุทรสาคร ราชบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์

**ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา :** EMBT.L1601 – EMBT.L1620 (20 ตัวอย่าง)

### *Zeugodacus (Zeugodacus) tau* (Walker)

(Figure 5F, 6F and 7F)

*Dasyneura tau* Walker, 1849: 1074. Syntype male in BMNH.

*Dacus hagoni* de Meijere, 1911: 375, type locality, Sumatra.

*Dacus caudatus* Var. *nubilus* Hendel, 1912: 16, type locality Taiwan; White & Wang, 1992: 278 (Synonym).

*Dacus nubilus* spp. *femoralis* Hendel, 1934: 11, type locality China.

*Dacus (Zeugodacus) tau* - Hardy, 1977: 60

*Bactrocera (Zeugodacus) tau* Wang, 1996: 72.

*Bactrocera (Zeugodacus) tau* - Norrbom *et al.*, 1998: 104.

*Dacus (Zeugodacus) elegantis* Tseng, Chen & Chu, 1992: 61. New Synonym.

*Dacus (Zeugodacus) flavus* Tseng, Chen & Chu, 1992: 63. New Synonym

*Zeugodacus (Zeugodacus) tau* - Virgilio *et al.*, 2015: 171

**ชื่อสามัญ :**

**ความยาวของลำตัว :** 7.5 - 9 มิลลิเมตร      **ความกว้างของลำตัว :** 1.1 - 1.2 มิลลิเมตร

ตัวหนอนมีรูปร่างยาวรี หัวเรียวเล็ก ส่วนท้ายจะมีขนาดใหญ่กว่าส่วนหัว มีสีขาวค่อนข้างเหลือง บางส่วนของตัวอ่อน จะมีเส้นแข็ง พาดขวางด้านใต้ของรูหายใจและตัวอ่อนระยะสุดท้ายสามารถติดตัวได้

**ส่วนหัว :** cephalic lobes พัฒนาได้ดี

**ปาก :** บริเวณส่วนปลายของฟันมีลักษณะแหลม ไม่มี pre-apical tooth ขนาดเล็กยื่นออกมา ส่วนของคอกมีขนาดยาวเมื่อเทียบกับความยาวของฟัน ส่วนของ dorsal apodeme แหลมผอม ยื่นออกไปมาก (Figure 5F)

**รูหายใจด้านหน้า :** รูหายใจมีลักษณะโค้งนูนบริเวณขอบ มีจำนวนตั้งแต่ 14 -16 อัน (Figure 6F)

**รูหายใจด้านหลัง :** รูหายใจที่ส่วนท้องไม่สามารถแยกอย่างเห็นได้ชัดจากส่วนปล้องท้องสุดท้าย รูหายใจที่ส่วนปลายท้องมีจำนวน 3 อัน ยาวเป็น 2- 3 เท่าของความกว้าง และมีลักษณะคล้ายกันเกือบจะเท่ากัน และพื้นที่บริเวณรูหายใจแต่ละอันมีลักษณะเรียบ (Figure 7F)

**พืชอาหาร :** พืชตระกูลแตง เช่น แตงกวา แตงโม ฟัก มะระ และ เมล่อน

**ส่วนของพืชที่พบตัวอ่อนแมลงวันผลไม้เข้าทำลาย :** ผล

**ลักษณะการทำลาย :** ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ ตัวหนอนกัดกิน และเจริญเติบโตในผล

**ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา :** EMBT.L 1901 – EMBT.L 1920 (20 ตัวอย่าง)

**การแพร่กระจาย :** จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน น่าน นครราชสีมา ชัยภูมิ ขอนแก่น อุดรธานี อุบลราชธานี หนองคาย มหาสารคาม กาญจนบุรี ตาก จันทบุรี ระยอง สุราษฎร์ธานี ชุมพร ระนอง ตรัง พัทลุง สงขลา นครศรีธรรมราช กระบี่ พังงา ภูเก็ต กรุงเทพมหานคร นครปฐม สมุทรสงคราม สมุทรสาคร ราชบุรี เพชรบุรี และ ประจวบคีรีขันธ์

## 2. การศึกษาอนุกรมวิธานแมลงด้วยเทคนิค Morphometric

### 2.1 กำหนดจุดสังเกต (Landmark based data)

การกำหนดจุดสังเกตลงบนปีกซึ่งเป็นอวัยวะที่เราต้องการศึกษา โดยข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลพิกัดคาร์ทีเซียน (cartesian coordinate) ซึ่งเป็นข้อมูลที่อยู่ในระนาบสองมิติ (x,y) หรือระนาบสามมิติ (x,y,z) โดยจุดสังเกตนั้นเป็นจุดที่แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงหน้าที่ของโครงสร้างหรืออวัยวะที่เรียกว่า “โฮโมโลยี” (homology) โดยมีความเป็นจุดคู่เหมือน (homologous point) คือเป็นจุดที่มีตำแหน่งตรงกันทั้งในระดับภายในประชากร (interspecies) และระหว่างประชากร (interspecies) (Figure 8 - 9 และ Table 3) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างและความแปรผันทางสัณฐานวิทยาของตัวอย่างปีกแมลงวันผลไม้

### 2.2 ขนาดเซนทรอยด์ (centroids size) จากปีกของแมลงวันผลไม้เผ่า Dacini

จากการศึกษาขนาดของเซนทรอยด์ด้วยวิธีการทาง morphometrics จากปีกของแมลงวันผลไม้เผ่า Dacini จำนวน 10 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) โดยขนาดเซนทรอยด์จากแมลงวันทองฝรั่ง *B. latifrons* มีขนาดเล็กที่สุด ( $5.533 \pm 0.401$ ) และ *B. tuberculata* มีขนาดใหญ่ที่สุด ( $6.377 \pm 0.306$ ) (Figure 10 และ Table 4)

### 2.3 Procrustes Superimposition

การศึกษา Procrustes superimposition เป็นการกำหนดค่า co-ordinate data ขึ้นมาใหม่สำหรับแมลงวันผลไม้แต่ละตัว ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดจุดสังเกตขึ้นมา 15 จุดสังเกต ในรูปแบบ 2 มิติ จะเป็นข้อมูลพิกัดคาร์ทีเซียน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันออกไปใน 2 แกน (Table 5) และจากค่า Procrustes superimposition ชี้ให้เห็นว่าจุดสังเกตที่ 4 นั้น มีความแปรผันมากกว่าจุดสังเกตตำแหน่งอื่น ๆ และในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบว่ามี outliers จึงสามารถนำข้อมูลนี้ไปศึกษาความแปรผันของปีกแมลงวันผลไม้เผ่า Dacini ต่อไปได้ (Figure 11)

### 2.4 การศึกษา allometric effect ด้วยกระบวนการ multiple regression

การกำหนดค่า allometric effect ของการทำ multiple regression จากรูปร่างของปีกแมลงวันผลไม้ ต่อขนาดของเซนทรอยด์พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแสดงให้เห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของ allometric effect ( $P < 0.0001$ ) และมีค่าของการแปรผันของรูปร่างปีก (shape variation) เท่ากับ 1.51 % ดังนั้น จึงสามารถยืนยันได้ว่า ผลกระทบจาก allometric นั้น ไม่ได้มีผลต่อรูปร่างของปีกแมลงวันผลไม้ เผ่า Dacini (Figure 12) ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปศึกษารูปร่างของปีก (wing shape) ต่อไปได้

### 2.5 การวิเคราะห์รูปร่างของปีกแมลงวันผลไม้ตามหลักการ Canonical variate analysis (CVA)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของรูปร่างปีกจากแมลงวันผลไม้เผ่า Dacini ทั้ง 10 ชนิดตามหลักการ Canonical variate analysis (CVA) พบความแตกต่างระหว่างระหว่างสกุลของแมลงวันผลไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณแกนหลักเกิดรูปแบบความแตกต่างที่ชัดเจน โดยพบว่าแมลงวันผลไม้ในสกุล *Zeugodacus* นั้นแยกออกจากแมลงวันผลไม้สกุล *Bactrocera* ซึ่งเกาะกลุ่มกันอย่างชัดเจน แสดงถึงรูปร่างปีกของแมลงวันผลไม้ในสกุล *Zeugodacus* นั้นมีความแตกต่างจากแมลงวันผลไม้สกุล *Bactrocera* อย่างชัดเจน และพบว่าแมลงวันผลไม้ชนิดต่างๆ ในสกุล *Bactrocera* นั้นเกาะกลุ่มกันตามแนวแกน CVA ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแสดงให้เห็นว่า แมลงวันผลไม้ทั้งหมดในสกุล *Bactrocera* นั้นมีรูปร่างของปีกคล้ายคลึงกัน และในแมลงวันผลไม้ในสกุล *Bactrocera* นั้น พบว่า *B. zonata* นั้น มีลักษณะรูปร่างปีกแตกต่างจากแมลงวันผลไม้ชนิดอื่น ๆ ในสกุลนี้ (Figure 13)

## 9. สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการเก็บรวบรวมตัวอย่างแมลงวันผลไม้ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจากพื้นที่ภาคใต้ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก และภาคเหนือ รวมทั้งเก็บตัวหนอนจากพืชอาหารชนิดต่าง ๆ เช่น บวบ เมล่อน พริก ฝรั่ง และมะม่วง และนำตัวอ่อนแมลงวันผลไม้จากพืชอาหารชนิดต่าง ๆ มาเลี้ยงจนได้ตัวหนอนในระยะที่ 3 พร้อมทั้งถ่ายภาพ วัดขนาด และทำสไลด์ถาวรส่วนที่มีลักษณะสำคัญในการศึกษาอนุกรมวิธาน เช่น ปาก รูหายใจด้านข้าง และด้านท้าย จากตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ 6 ชนิด จำนวน 120 ตัวอย่าง พร้อมทั้งวาดภาพประกอบลักษณะทางอนุกรมวิธาน และจัดทำแนวทางวินิจฉัยชนิดตัวอ่อนแมลงวันผลไม้เผ่า Dacini นั้นพบว่ายังมีตัวอ่อนแมลงวันผลไม้หลายชนิดที่ไม่สามารถจำแนกได้โดยวิธีการอนุกรมวิธานแบบดั้งเดิม โดยเฉพาะอย่าง

ยั้งแมลงวันผลไม้ในกลุ่ม *Bactrocera dorsalis* complex ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาทางชีวโมเลกุล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ด้านดีเอ็นเอบาร์โค้ด (DNA Barcode) ของตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ร่วมกับลักษณะสัณฐานวิทยาเพิ่มเติม เพื่อยืนยันความถูกต้อง นอกจากนี้การศึกษารังนี้ยังทำการศึกษาด้าน Morphometric จากปีกของแมลงวันผลไม้เผ่า Dacini เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำมาประกอบการแยกชนิดของแมลงในผลไม้เผ่า Dacini ในอนาคต

**10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์** : ให้ระบุผลงานที่สิ้นสุด ได้นำไปใช้ประโยชน์อย่างไร พัฒนาต่อหรือ ถ่ายทอด หรือเผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์กับกลุ่มเป้าหมาย (ระบุเป็นข้อๆ)

เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อไป ซึ่งจากการศึกษารังนี้ได้ชนิดและชื่อวิทยาศาสตร์ ที่ถูกต้อง รวมทั้ง ลักษณะทางอนุกรมวิธานตัวอ่อนของแมลงวันผลไม้ในเผ่า Dacini และได้ข้อมูล Morphometric ของปีกแมลงวันผลไม้ในเผ่า Dacini และสามารถนำมาใช้ เพื่อจัดจำแนกชนิดแมลงวันในเผ่า Dacini ได้อย่างถูกต้อง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการควบคุม ป้องกันกำจัด และข้อมูลในการนำเข้าส่งออก ซึ่งเป็นแหล่ง ข้อมูลทางด้านกีฏวิทยาที่สำคัญของประเทศ ซึ่งหน่วยงานที่สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ หน่วยงานราชการ กระทรวงพาณิชย์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ บริษัทเอกชนผู้ส่งออก และมหาวิทยาลัย

**11. คำขอบคุณ** : ข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ และพนักงานจ้างเหมาบริการ ของกลุ่มงานอนุกรมวิธานแมลงในการช่วยเหลือเก็บตัวอย่างแมลงวันผลไม้ จึงทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จ และลุล่วงไปด้วยดี

## 12. เอกสารอ้างอิง

- Aluja, M., Norrbom, A.L. 2001. *Fruit Flies (Tephritidae): Phylogeny and Evolution of behavior*. Florida, USA, CRC Press.
- Cameron, E.C., Sved, J.A. & Gilchrist, A.S. 2010. Pest fruit fly (Diptera: Tephritidae) in north-western Australia: one species or two? *Bulletin of Entomological Research* 100: 197-206.
- Hernández-Ortiz, V., Bartolucci, A.F., Morales-Valles, P., Frias, D. & Selivon, D. 2012. Cryptic species of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae): a multivariate approach for the recognition of South American morphotypes. *Annals of the Entomological Society of America* 105: 305-318.
- Kitthawee, S., Rungsri, N. 2011. Differentiation in wing shape in the *Bactrocera tau* (Walker) complex on a single fruit species in Thailand. *Science Asia* 37: 308-313.
- Krosch, M.N., Schutze, M., Armstrong, K.F., Graham, G.C., Yeates, D.K. & Clarke, A.R. 2012. A molecular phylogeny for the Dacini (Diptera: Tephritidae): Systematic and biogeographic implications. A molecular phylogeny for the Tribe Dacini (Diptera:

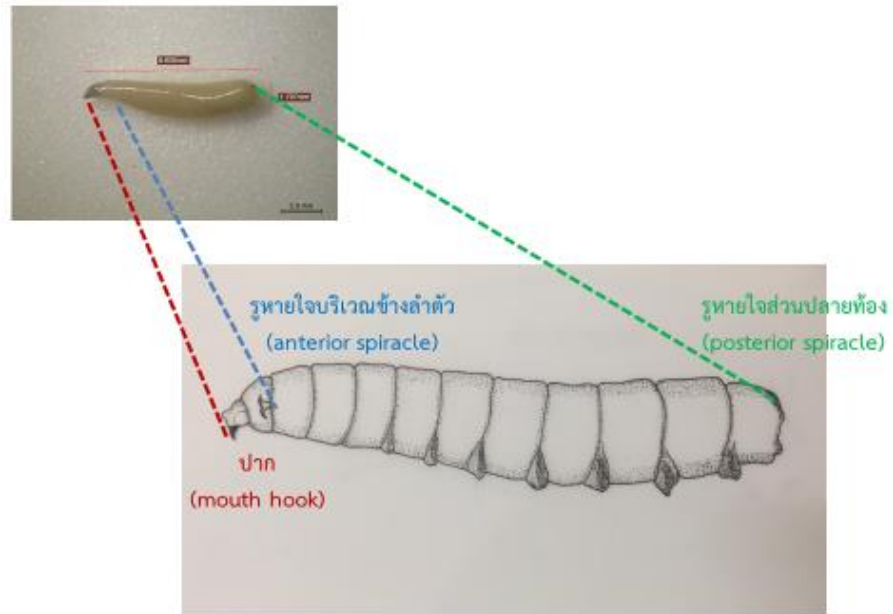


Tephritidae): Systematic and biogeographic implications. *Molecular Phylogenetics and Evolution*.

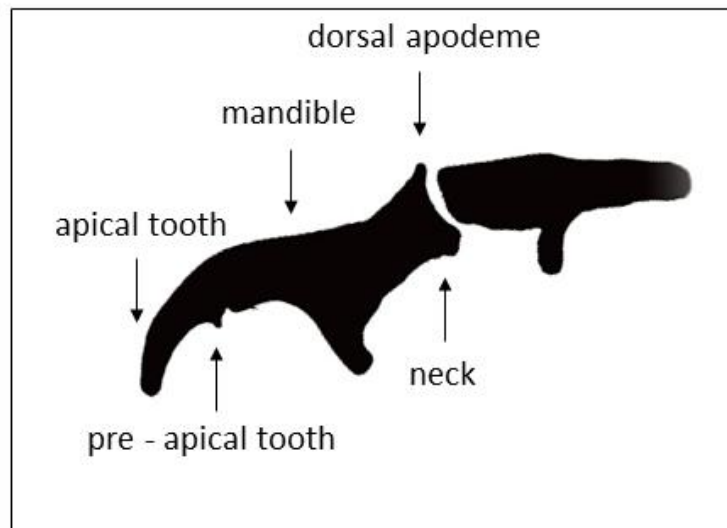
[doi.org/10.1016/j.ympev.2012.05.006](https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.05.006)

Krosch, M.N., Schutze, M.K., Armstrong, K.F., Boontop, Y., Boykin, L.M., Chapman, T.A., Englezou, A., Cameron, S.L. & Clarke, A.R. 2013. Piecing together an integrative taxonomic puzzle: microsatellite, wing shape and aedeagus length analyses of *Bactrocera dorsalis* s.l. (Diptera: Tephritidae) find no evidence of multiple lineages in a proposed contact zone along the Thai/Malay Peninsula. *Systematic Entomology* 38: 2-13.

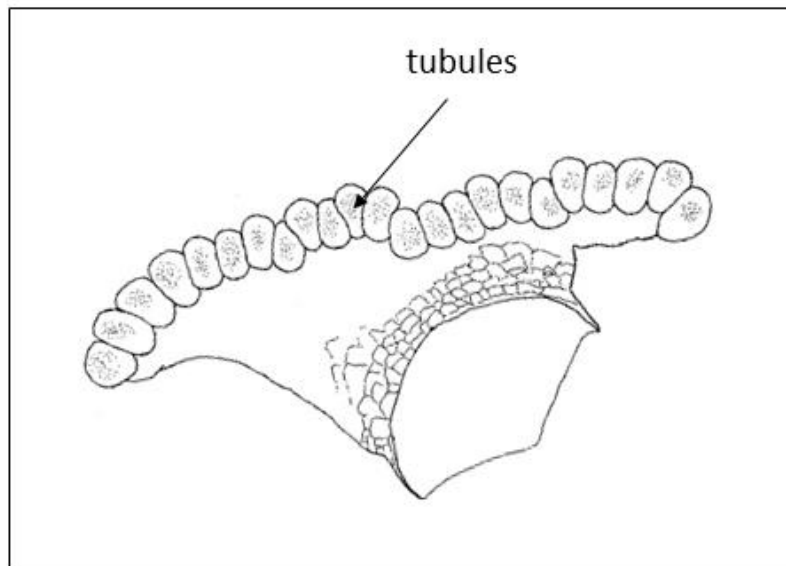
Schutze, M.K., Jessup, A. & Clarke, A.R. 2012. Wing shape as potential discriminator of morphologically similar pest taxa within the *Bactrocera dorsalis* species complex (Diptera: Tephritidae). *Bulletin of Entomological Research* 102: 103-111.



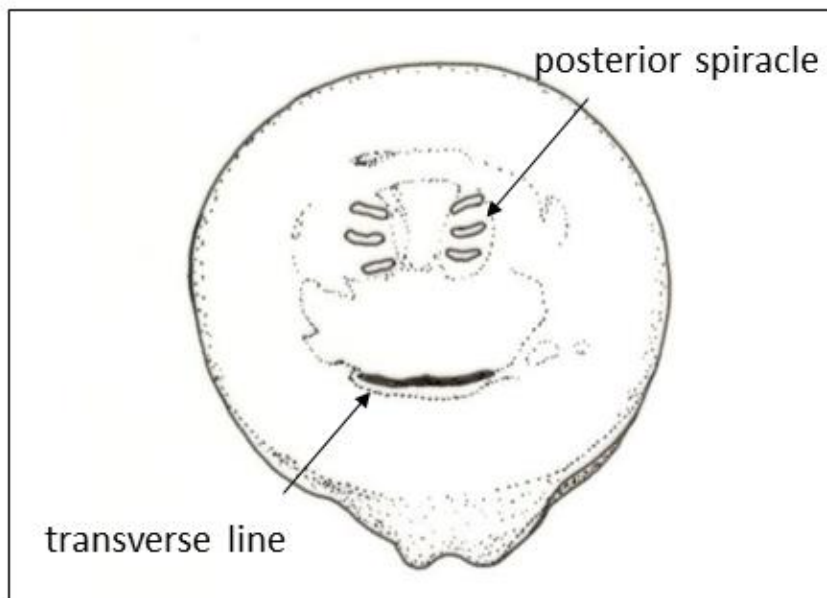
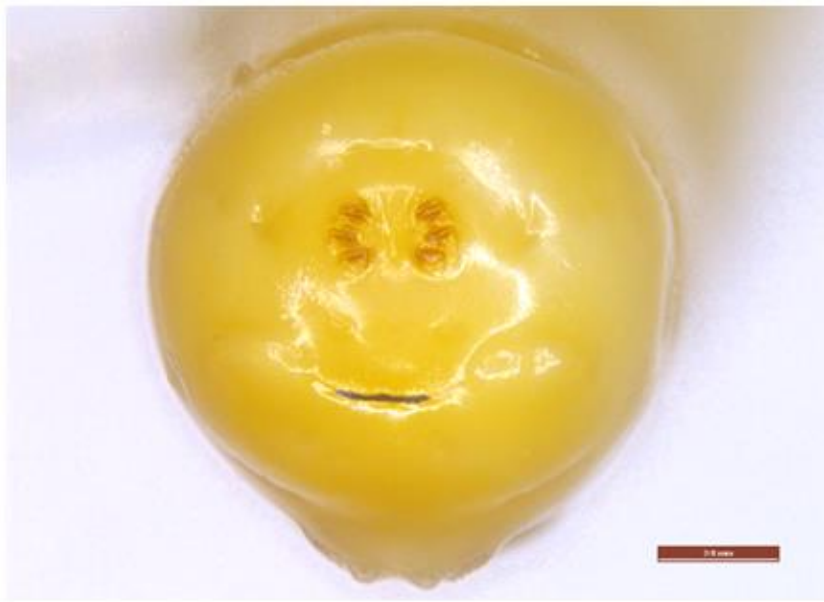
**Figure 1** Morphological character of third instar of fruit fly larva (lateral view). The important characteristics of larvae are mouth hook, anterior spiracle and caudal segment.



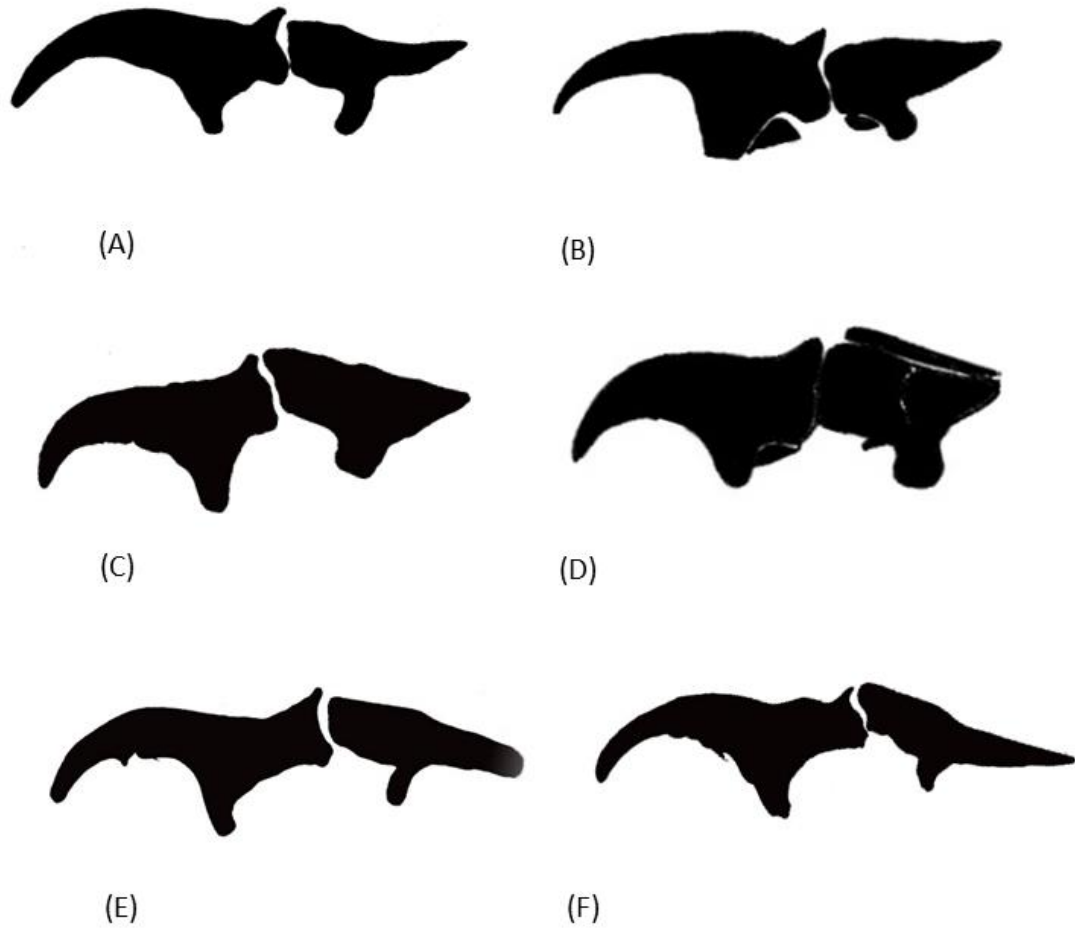
**Figure 2** Cephalopharyngeal skeleton of third instar larva in lateral view.



**Figure 3** Anterior spiracle of third instar larva in lateral view.

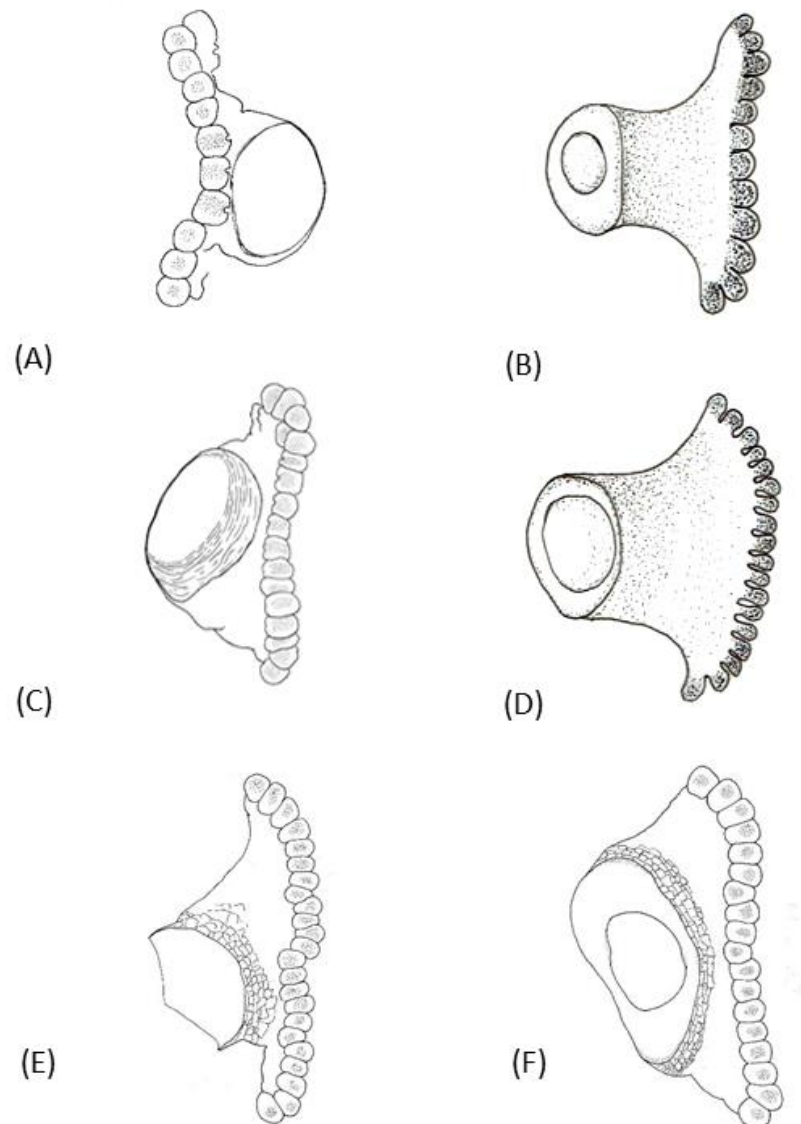


**Figure 4** Caudal segment of third instar larva (posterior view).



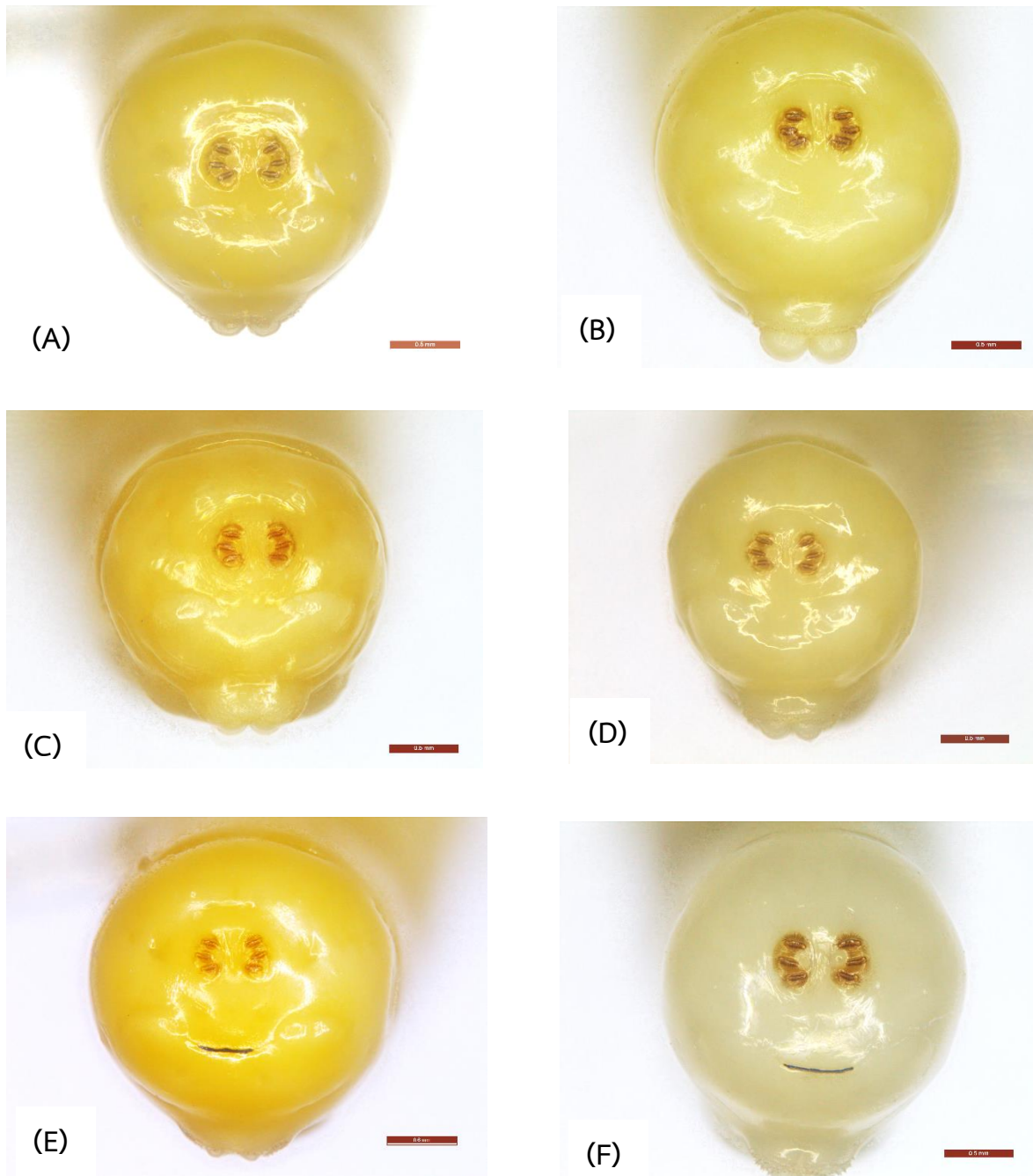
**Figure 5** Cephalopharyngeal skeleton of third instar larva of Dacini fruit fly

- |                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| (A) <i>B. correcta</i>   | (B) <i>B. dorsalis</i> |
| (C) <i>B. latifrons</i>  | (D) <i>B. umbrosa</i>  |
| (E) <i>Z. cucurbitae</i> | (F) <i>Z. tau</i>      |



**Figure 6** Anterior spiracle of third instar of Dacini larvae (lateral view).

- |                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| (A) <i>B. correcta</i>   | (B) <i>B. dorsalis</i> |
| (C) <i>B. latifrons</i>  | (D) <i>B. umbrosa</i>  |
| (E) <i>Z. cucurbitae</i> | (F) <i>Z. tau</i>      |



**Figure 7** Caudal segment of third instar of Dacini larvae (lateral view).

(A) *B. correcta*

(B) *B. dorsalis*

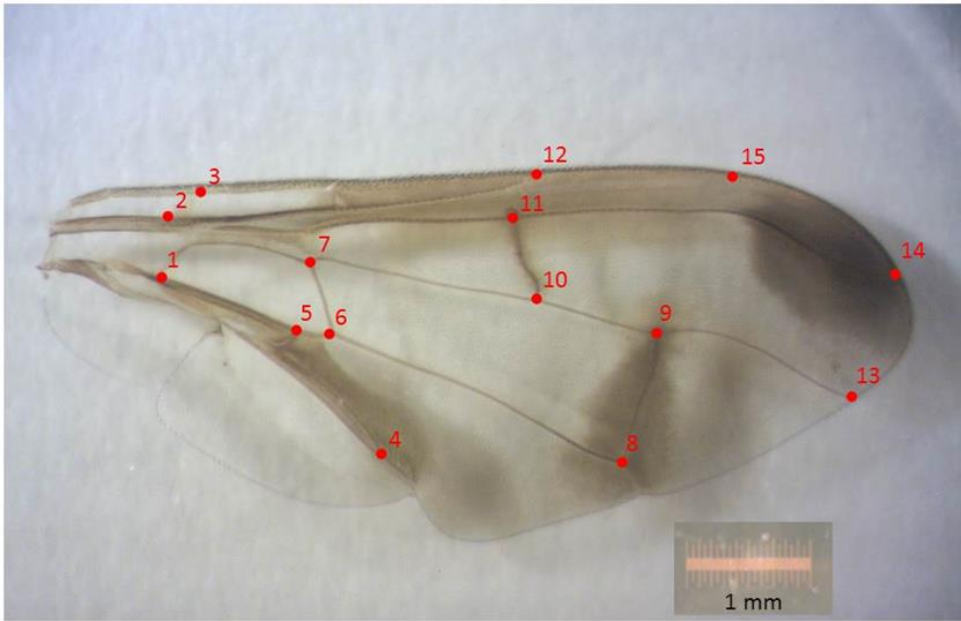
(C) *B. latifrons*

(D) *B. umbrosa*

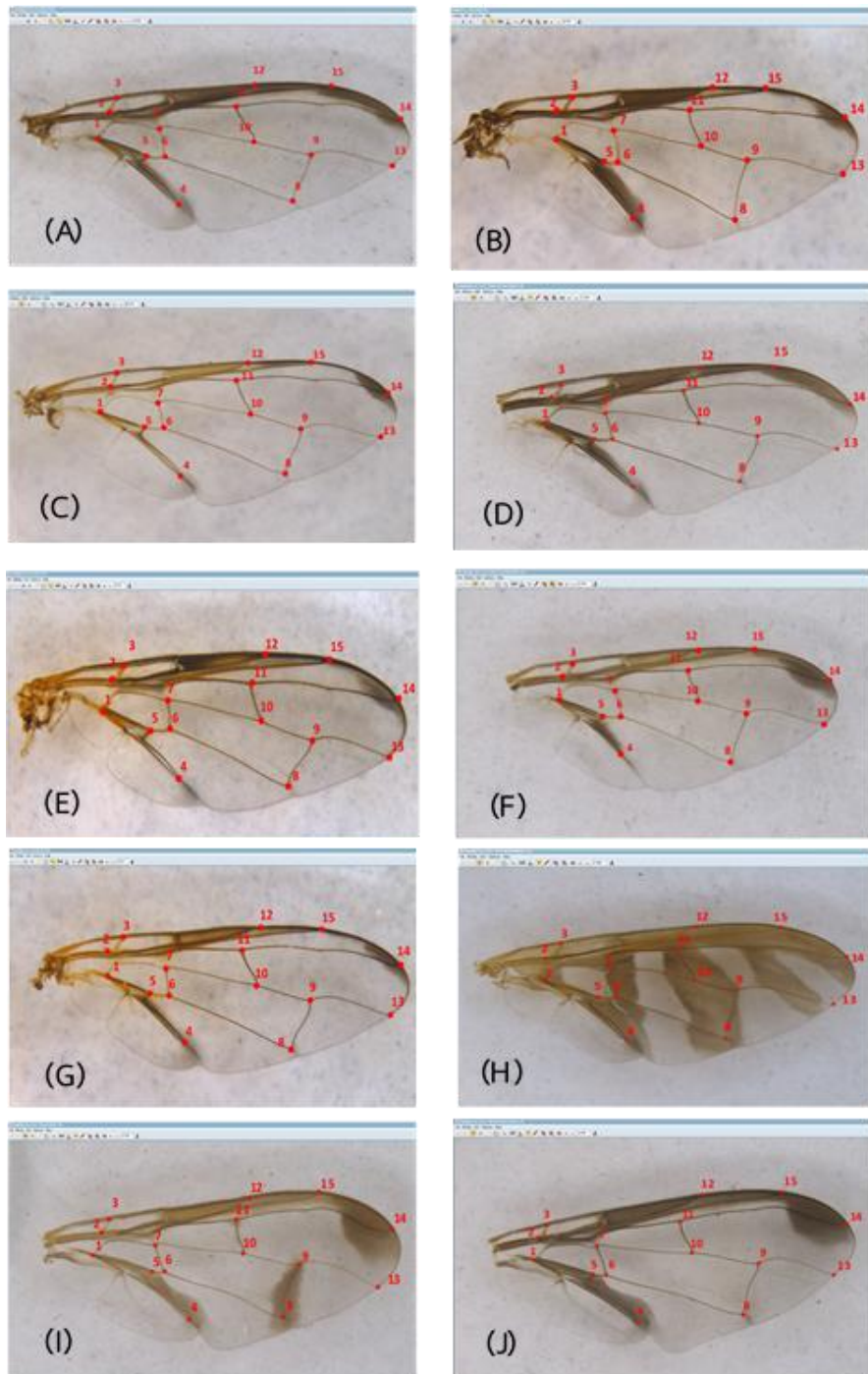
(E) *Z. cucurbitae*

(F) *Z. tau*



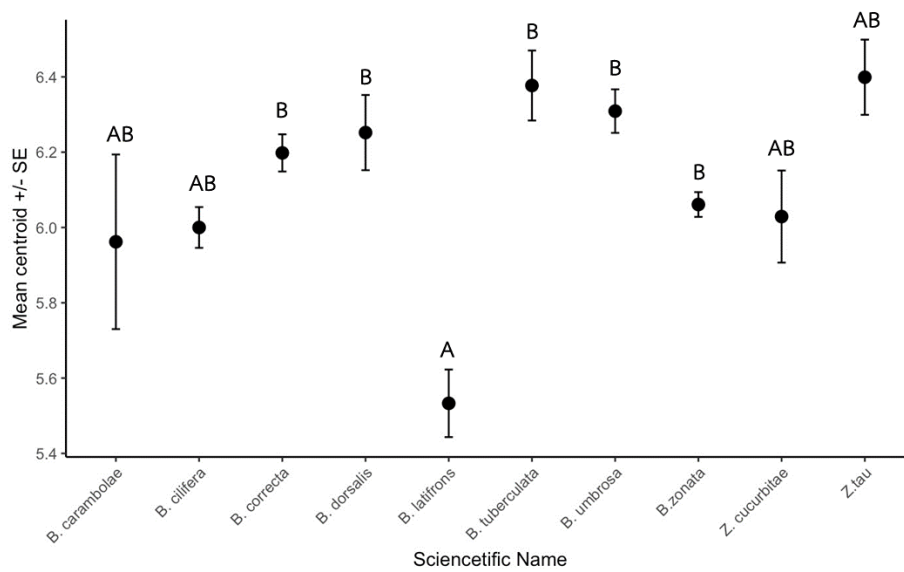


**Figure 8** Right-hand wing of a Dacini fruit flies individual showing each of the 15 landmarks used in the geometric morphometric analysis. Wing with 15 landmarks using TPS Program. Landmark information can be found in Table 3.

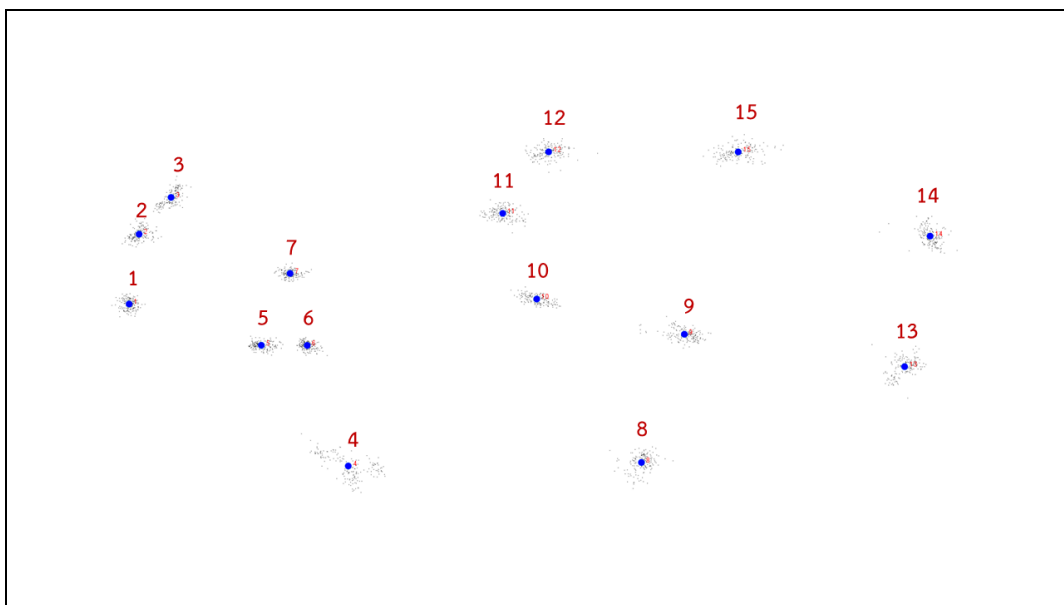


**Figure 9** Right-hand wing of a Dacini fruit flies individual showing each of the 15 land marks used in the geometric morphometric analysis

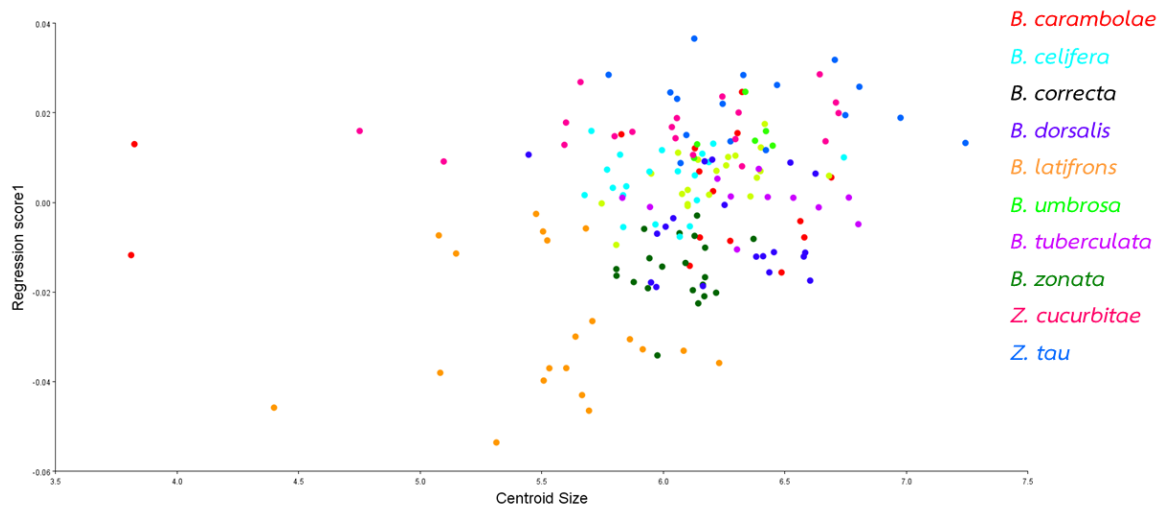
- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| (A) <i>B. carambolae</i> | (B) <i>B. cilifera</i>    |
| (C) <i>B. correcta</i>   | (D) <i>B. dorsalis</i>    |
| (E) <i>B. latifrons</i>  | (F) <i>B. tuberculata</i> |
| (G) <i>B. zonata</i>     | (H) <i>B. umbrosa</i>     |
| (I) <i>Z. cucurbitae</i> | (J) <i>Z. tau</i>         |



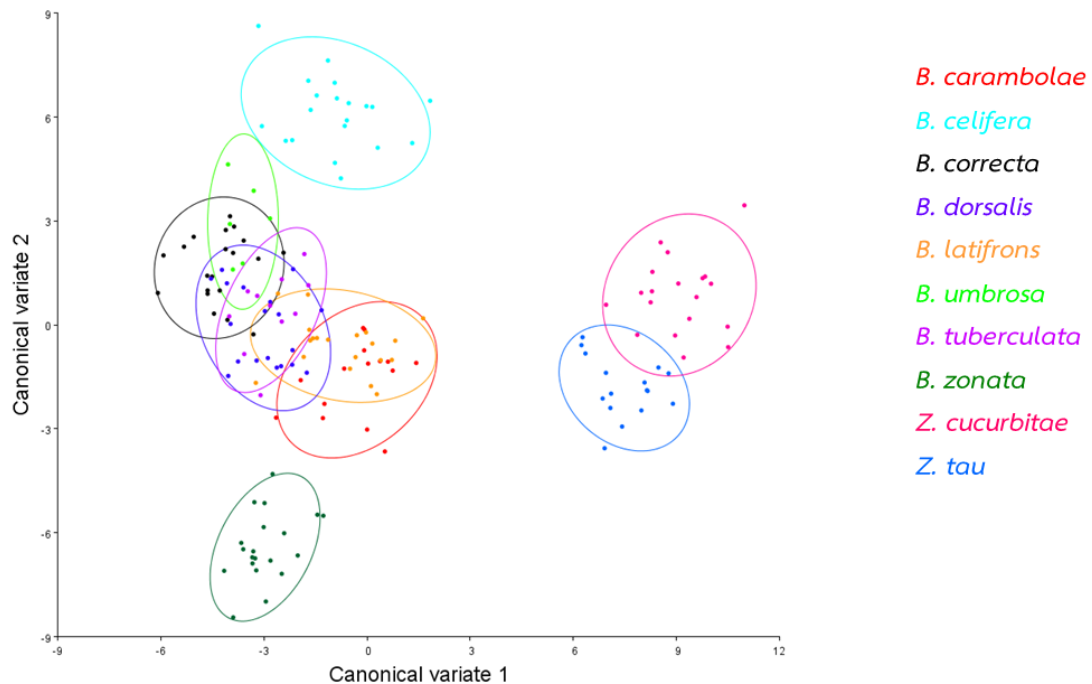
**Figure 10** Mean ( $\pm$ SE) wing centroid size of Dacini fruit flies from ten species. Samples sharing the same letter are not statistically different from each other based on one-way ANOVA with a Tukey *post hoc* test ( $F_{9, 190} = 6.495$ ;  $P > 0.05$ ).



**Figure 11** Procrustes superposition showing the variation of 15 landmarks of Dacini fruit fly wings from ten species. The figure shows the configurations of landmarks for which differences in position, scale and orientation have been removed. The position of the landmarks in relation to a real wing is shown in Figure 9.



**Figure 12** Multiple regression of wing shape (regression score one) on centroid size (a measure of wing size) from Dacini fruit flies. Each coloured dot represents the wing of a fly from one of the listed species.



**Figure 13** First two principal components resulting from CVA of wing shape data of Dacini fruit flies; 95% confidence ellipses are shown for each group. Each coloured dot represents the wing of a fly from one of the listed species.

**Table 1** Locations which collected fruit flies specimens (region and province), type of attractants and host plants.

Regions	Provinces	Attractants	Host plants
1. Central	Bangkok, Nakhon Pathom, Ratchaburi Pathumthani, Suphanburi, Samut Sakhon, Samut Songkhram, Phetchabun, Phetchaburi and Prachuap Khiri Khan	Methyl eugenol CUE lure	Rose apple guava cucumber winter melon bitter Gourd pumpkin
2. West	Tak, Kanchanaburi	Methyl eugenol CUE lure	winter melon bitter Gourd rose apple
3. Northern	Kamphaeng Phet, Lamphun, Chiang Mai, Chiang Rai, Nan	Methyl eugenol CUE lure	winter melon bitter Gourd rose apple
4. East	Chanthaburi, Rayong	Methyl eugenol CUE lure	winter melon bitter Gourd rose apple
5. North-east	Khon Kaen, Loei Udon Thani Nakhon Ratchasima Saraburi, Buri Rum, Surin, Nongkhai, Mahasarakham Chaiyaphum, Ubon Ratchathani	Methyl eugenol CUE lure	pumpkin water melon guava mango
6. Southern	Chumphon, Surat Thani, Nakhon Si Thammarat Ranong, Trang, Phatthalung, Songkhla, Krabi, Phang Nga Phuket	Methyl eugenol CUE lure	santon guava rose apple mango jackfruit

**Table 2** Scientific name, number of samples, length and width of fruit fly larvae.

	Scientific name	number of samples	length	width
1	<i>B. correcta</i>	20	8.619 ± 0.494	1.499 ± 0.116
2	<i>B. dorsalis</i> complex	20	10.084 ± 0.269	1.755 ± 0.068
3	<i>B. latifrons</i>	20	8.219 ± 0.410	1.199 ± 0.096
4	<i>B. umbrosa</i>	20	10.952 ± 0.810	1.795 ± 0.098
5	<i>Z. cucurbitae</i>	20	9.381 ± 0.442	1.200 ± 0.133
6	<i>Z. tau</i>	20	7.962 ± 0.610	1.114 ± 0.955

**Table 3** Fifteen landmarks located at the junctions and terminations of wing veins chosen for this study.

Landmarks	Position on wing
1	Basal junction of veins of cell bm
2	Anterior-most point of the suture located towards the base of vein sc
3	Inner antero-distal corner of cell bc
4	Junction of veins A <sub>1</sub> and CuA <sub>2</sub>
5	Junction of CuA <sub>1</sub> and CuA <sub>2</sub>
6	Junction of vein CuA <sub>1</sub> and dm-bm cross vein
7	Junction of vein M and dm-bm cross-vein
8	Junction of vein CuA <sub>1</sub> and dm-cu
9	Junction of vein M and dm-cu
10	Junction of vein M and r-m cross-vein
11	Junction of vein R <sub>4+5</sub> and r-m cross-vein
12	Junction of vein R <sub>1</sub> and costal vein
13	Termination of vein M
14	Termination of vein R <sub>4+5</sub>
15	Termination of vein R <sub>2+3</sub>

**Table 4** Mean ( $\pm$  SE) wing centroid size of Dacini fruit flies.

	Scientific name	Centroid size	S.E.
1	<i>B. carambolae</i>	5.962	0.8980
2	<i>B. latifrons</i>	5.533	0.4010
3	<i>B. correcta</i>	6.198	0.2209
4	<i>B. umbrosa</i>	6.309	0.1416
5	<i>B. zonata</i>	6.061	0.1472
6	<i>B. cilifera</i>	6.000	0.2421
7	<i>B. dorsalis</i>	6.252	0.3995
8	<i>B. tuberculata</i>	6.377	0.3062
9	<i>Z. cucurbitae</i>	6.029	0.3082
10	<i>Z. tau</i>	6.399	0.5329

**Table 5** Average position on two axis of fifteen landmarks in two dimensions of Dacini fruit flies wings from individuals collected from ten species. The position of the landmarks in relation to a real wing is shown in Figure 8 and 9.

Landmark	Axis 1 (x)	Axis 2 (y)
1	-0.32659	-0.01122
2	-0.31717	0.05461
3	-0.28705	0.08923
4	-0.11999	-0.16387
5	-0.20198	-0.05012
6	-0.15871	-0.05026
7	-0.17483	0.01756
8	0.15642	-0.16050
9	0.19688	-0.03970
10	0.05774	-0.00656
11	0.02562	0.07422
12	0.06890	0.13209
13	0.40457	-0.07027
14	0.42857	0.05275
15	0.24765	0.13204

