

ปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera* spp.)
Factors Influence on the Infestation of Fruit Fly (*Bactrocera* spp.)

อโนทัย ริงสระน้อย^{1/}
Anothai Wingsanoi^{1/}

บทคัดย่อ

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเข้าทำลายพืชของแมลงวันผลไม้คือ ปัจจัยทางกายภาพ (อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แสงและระดับพื้นที่) ปัจจัยทางชีวภาพ (พืชอาหาร ชนิดแมลงวันผลไม้และศัตรูธรรมชาติ ตัวห้ำ ตัวเบียนและจุลินทรีย์) และปัจจัยทางเคมี (สารเคมีพืช) โดยพบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการผลิตไข่ของแมลงวันผลไม้คือ 25-30 °ซ และ 70-80% และความชื้นเพียงพอจะทำให้แมลงวันผลไม้มีจำนวนเพิ่ม และกระจายตัวสูงขึ้น ส่วนช่วงแสงและความเข้มของแสงมีผลต่อการผสมพันธุ์ ระยะเวลาในการวางไข่และจำนวนไข่ของแมลงวันผลไม้ และระดับความสูงของพื้นที่มีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ พบว่าการเข้าทำลายสูงที่ระดับความสูงของพื้นที่ 27- 43 ม. แต่การเข้าทำลายต่ำเมื่อความสูงของพื้นที่มากกว่า 1,010 ม. ปัจจัยทางชีวภาพที่ผลต่อการทำลายพืชของแมลงวันผลไม้พบว่า ชนิดของพืชอาหารและชนิดแมลงวันผลไม้เกี่ยวข้องกับ ความชอบ และความสามารถในการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ ในขณะที่ศัตรูธรรมชาติส่งผลให้ ประชากรของแมลงวันผลไม้ลดลง และปัจจัยทางเคมีที่ดึงดูดแมลงวันผลไม้ให้เข้าทำลายพืชคือ สารเคมีจากพืชในกลุ่ม fatty acid, phenyl-propanoids และ isoprenoids

คำหลัก: แมลงผลไม้ ปัจจัยทางกายภาพ ปัจจัยทางชีวภาพ ปัจจัยทางเคมี การผสมพันธุ์ การผลิตไข่

ABSTRACT

The important factors that influenced fruit fly infestation are physical factors (i.e., temperature, relative humidity, light, elevation), biotic factors (i.e., host plant, fruit fly species and natural enemies; predator, parasitoid and micro-organism) and chemical factor (i.e., plant chemicals). The suitable temperature and relative humidity on development

^{1/} สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร อ.พังโคน จ.สกลนคร 47160

^{1/} Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon campus, Phangkon district, Sakon Nakhon province 47160

and fecundity of fruit fly were 25-30 °C and 70-80%, respectively. In addition, the number of fruit fly was increased and highly distribution when the moisture was sufficient. The photoperiod and light intensity impact on reproduction, oviposition period and the number of eggs of fruit fly. And also the elevation of area causes fruit fly infestation, the highest was found at 27- 43 m. However, at the elevation more over 1,010 m., the infestation was the lowest. The biotic factors influenced infestation of fruit fly as host plant species and fruit fly species were related to infestation efficiency of fruit fly. While the natural enemies reduced the fruit fly population. Moreover, the plant chemicals in fatty acid, phenylpropanoids and isoprenoids group attracted the fruit fly infests plant. This information will be useful for predicting the fruit fly population dynamics and geographical distribution, which would help develop the fly management strategies.

Key-words: fruit fly, physical factor, biotic factor, chemical factor, reproduction, fecundity

คำนำ

พืชผักและไม้ผลเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ผลิตเพื่อการบริโภคภายในและส่งออกต่างประเทศในรูปแบบสดและแช่แข็ง นำเงินเข้าประเทศปีละหลายพันล้านบาท และสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรและผู้ส่งออกเป็นอย่างดี โดยมูลค่าการส่งออกขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 เป็นต้นมา พบอัตราการขยายตัวลดลง (สิรินาฏ, ไ่ม่ระบุปี) เนื่องจากประสบปัญหาการระบาดของศัตรูพืช โดยศัตรูที่สำคัญและก่อให้เกิดความเสียหายที่สุดคือ แมลงวันผลไม้ ทำให้ประสบปัญหามาตรการกีดกันทางการค้าของประเทศคู่ค้าที่มีกฎหมายกักกันพืชเข้มงวด เช่น ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ (นิรนาม, 2555) เนื่องจากประเทศผู้ส่งออกได้ถือเอาเรื่องแมลงวันผลไม้เป็นข้อกีดกันทางการค้า โดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริการะบุว่าประเทศผู้ส่งออกต้องกำจัดแมลงวันผลไม้จำนวน 8 ชนิดประกอบด้วย *Bactrocera dorsalis*, *B. carambolae* (Drew and Hancock), *B. papayae* (Drew and Hancock), *B. cucurbitae*, *B. correcta* (Bezzi), *B. zonata* (Saunders) และ *B. tuberculata* (Bezzi) ก่อนการส่งออก (นิรนาม, 2550) การทำลายของแมลงวันผลไม้สามารถพบได้ทุกส่วนของต้นพืช อาทิ ผล ดอกและลำต้น (Harris and Bautista, 1994) ส่วนใหญ่พบที่ผลเกิดจากเพศเมียที่ผสมพันธุ์แล้วใช้อวัยวะวางไข่แทงลงที่ส่วนของผลพืชเพื่อวางไข่ แต่มีบางชนิดวางไข่ในส่วนของใบ ลำต้น ดอกหรือราก จาก

นั้นไซ้ฟักออกเป็นตัวหนอนชอนไชกัดกินภายใน ส่วนของพืช ดังนั้นระยะหนอนเท่านั้นที่ทำลาย ผลผลิตพืช โดยในระยะเริ่มแรกจะสังเกตได้ยาก อาจพบเพียงอาการช้ำบริเวณใต้เปลือก โดย หนอนวัยหนึ่งกัดกินเนื้อผลพืชบริเวณผิวเป็น อาหาร หนอนวัยสองและหนอนวัยสาม กัดกิน อาหารลึกลงจากจุดวางไข่มากขึ้นตามลำดับ ผลพืช ที่ถูกหนอนวัยสามทำลายสามารถสังเกตได้ง่าย เนื่องจากมักเน่าเสีย มีเชื้อสาเหตุโรคพืชเข้า ทำลายซ้ำทำให้ความเสียหายรุนแรง มากขึ้นและมีน้ำไหลเยิ้มออกทางรูที่หนอนเจาะออกเพื่อเข้า ระยะดักแด้ในดิน (มนตรี, 2529; Stonehouse et al., 2004) (Figure 1) สร้างความเสียหาย และทำให้พืชมีตำหนิ เน่าเสีย ร่วงหล่นก่อนระยะ เก็บเกี่ยว (Figure 2) ก่อให้เกิดผลเสียหายใน ด้านปริมาณและส่งผลให้คุณภาพตกต่ำขายไม่ได้ ราคา เช่น ผลบวบหากถูกแมลงวันผลไม้เข้า ทำลายจะทำให้มีรูปร่างผิดปกติและมีรสขม (มนตรี, 2544) ในประเทศไทยมีรายงานแมลงวัน ผลไม้สามารถทำให้ผลผลิตเสียหายสูงถึง 100 % (จารุวรรณ, 2543) โดยพบมีแมลงวันผลไม้ จำนวน 4 ชนิดเข้าทำลายผลพริกคือ *B. latifrons*, *B. dorsalis*, *B. cucurbitae* และ *Atherigona orientalis* (จิราพร, 2553) ซึ่งทุก ชนิดสามารถเข้าทำลายพริกตั้งแต่ระยะติดผลถึง ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต แต่อโนทัยและคณะ (2553) สสำรวจความเสียหายของพริก 8 สาย พันธุ์พบมีเพียง *B. latifrons* ชนิดเดียวเท่านั้น สอดคล้องกับรายงานของสัญญาณีและคณะ (2551) โดย *B. latifrons* เข้าทำลายผลพริกพันธุ์

อยู่ 43.04% (อโนทัยและคณะ, 2553) ขณะที่ หลายประเทศที่ตั้งอยู่บนหมู่เกาะแปซิฟิกพบ ความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของ แมลงวันผลไม้ในพริกสูงถึง 89-97% (Allwood and Leblance, 1997) และมีรายงานว่า พบ ปริมาณการเข้าทำลายพริกของ *B. latifrons* สูง ถึง 79.6 ตัว/กก (Vargas and Nishida, 1985) ความเสียหายที่เกิดจากแมลงวันผลไม้ต่อ เศรษฐกิจของผลไม้ไทย โดยการคาดคะเนจาก ความเสียหายโดยตรงต่อผลผลิต ค่าใช้จ่ายที่เพิ่ม ขึ้นของเกษตรกรในการป้องกันกำจัด และค่าใช้จ่าย ในการดำเนินการหลังการเก็บเกี่ยวก่อนการ ส่งออกในปีหนึ่งๆ มีมูลค่าไม่ต่ำกว่าปีละประมาณ 1,000 ล้านบาท (นิรนาม, 2555 ก.) การป้องกัน กำจัดแมลงวันผลไม้ทำโดยการทำความสะอาด แปลงปลูก การท่อน้ำ การใช้กับดัก การพ่นเหยื่อ พืช และการใช้สารเคมี แต่เนื่องจากแมลงวันผลไม้ไม่มีพิษอาหารกว้างขวาง (White and Elson-Harris, 1992) มีความสามารถสูงในการเคลื่อน ย้าย ปรับตัวได้ดี วางไข่ครั้งละจำนวนมาก จึง สามารถขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณประชากรได้เกือบ ตลอดทั้งปี ทำให้เกิดแมลงวันผลไม้รุ่นใหม่ตลอด เวลา และพบระบาดทั่วทุกภาคของไทย (ทรงกลด, 2555) โดยปัจจัยหลักที่มีผลต่อของ แมลงวันผลไม้ คือ 1) ปัจจัยทางกายภาพ (physical factor) เช่น สภาพอากาศ (Bateman, 1968) ประกอบด้วย อุณหภูมิ แสง ความชื้น ปริมาณน้ำฝนและลม มีผลต่อการ เจริญเติบโต อายุขัย จำนวนประชากร การ กระจายตัวและการทำลายของแมลงวันผลไม้ทั้ง

ในทางบวกและทางลบในแต่ละฤดูกาลในแต่ละปี (Jiang *et al.*, 2001, Hou and Zhang 2005, Liu and Ye 2005, 2006; Chen and Ye, 2007 2) ปัจจัยทางชีวภาพ (biotic factor) ได้แก่ พืชอาหารและศัตรูธรรมชาติ (วิโรจน์, 2545) ประกอบด้วย ตัวเบียนและตัวห้ำ (Drew and Hooper, 1983) ซึ่งคุณภาพของพืชอาหาร ระดับความสุก พันธุกรรม อายุเพศเมียและสารเคมี โดยสิ่งเร้าทางตา เช่น รูปร่าง ขนาด และสี ของผลไม้เป็นตัวชักนำให้แมลงวันผลไม้เข้า

ทำลายผลไม้ (รัตนา, 2543; Owens and Prokopy, 1986; Aluja and Robert, 2008) และ 3) ปัจจัยทางเคมี (chemical factor) ได้แก่ สารเคมีจากพืช ซึ่งผลของแต่ละปัจจัยหรือผลรวมของหลายปัจจัยส่งผลกระทบต่อจำนวนประชากรของแมลง (ศานิต, 2550) บทความนี้ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ เพื่อให้ เกิดความรู้และความเข้าใจ นำไปสู่แนวทางในการป้องกันกำจัดแมลงวันผลไม้ที่มีประสิทธิภาพต่อไป



Figure 1. Life cycle of solanum fruit fly (*Bactrocera latifrons*)(Anothai, unpublished)



Figure 2. Infestation of fruit fly, *Bactrocera* spp. on tree fruit. (Anothai, 2002) (in Thai)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแมลงวันผลไม้

การกระจายตัวของประชากรแมลงผลไม้มีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง ทั้งในส่วนของปัจจัยทางชีวภาพและสภาพแวดล้อม โดยในระบบชีวิตของแมลง (life system) ประกอบด้วยประชากร (population) และสภาพแวดล้อม (effective environment) ซึ่งลักษณะทางพันธุกรรม (inherited properties) ของแมลงแต่ละตัวและแต่ละชนิดซึ่งเป็นตัวกำหนดการแพร่พันธุ์ และความอยู่รอดของประชากรแมลงชนิดนั้นไปในทางบวกหรือทางลบ ขณะที่สภาพแวดล้อมในส่วนของสภาพอากาศ มีผลโดยตรงต่อชีววิทยาและสรีรวิทยาของแมลง และยังมีผลต่อความสามารถในการแพร่พันธุ์ และอัตราการรอดชีวิตของแมลง ซึ่งผลรวมของทั้งสององค์ประกอบส่งผลต่อจำนวนประชากร ความหลากหลายและความคงอยู่ของแมลงให้เพิ่มหรือลดลงในทุกช่วงเวลาและทุกถิ่นอาศัย (Pedigo and Rice, 2006) (Figure 3) ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น มีผลอัตราการเจริญ

เติบโตในระยะต่างๆและความสามารถในการผลิตลูกหลานของแมลง ทั้งนี้ปัจจัยที่พบว่ามี ความสำคัญมากที่สุดคือ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน แสง ลมและพืชอาหาร นอกจากนี้ยังพบว่า ศัตรูธรรมชาติก็มีผลเช่นกัน (Fletcher, 1987) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นปัจจัยหลัก (primary factors) ประกอบด้วย อัตราการเกิด (birth rate) อัตราการตาย (death rate) การอพยพ และปัจจัยรอง (secondary factors) ประกอบด้วย สภาพภูมิอากาศ อาหาร ศัตรูธรรมชาติ (natural enemies) แหล่งแพร่พันธุ์ (breeding habitat) และสถานที่หลบภัย เป็นต้น ผลกระทบของสิ่งแวดล้อมในปัจจัยรองอาจมีผลต่อเนื่องทำให้ปัจจัยหลักได้รับผลกระทบ ในทางลบมากขึ้น ส่วนผลกระทบที่มีต่อปัจจัยหลักทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในอัตราการเกิด อัตราการตาย และการอพยพ และส่งผลกระทบต่อประชากร (Figure 4) (Pedigo and Rice, 2006) โดยสามารถอธิบายอิทธิพลของแต่ละปัจจัยดังนี้

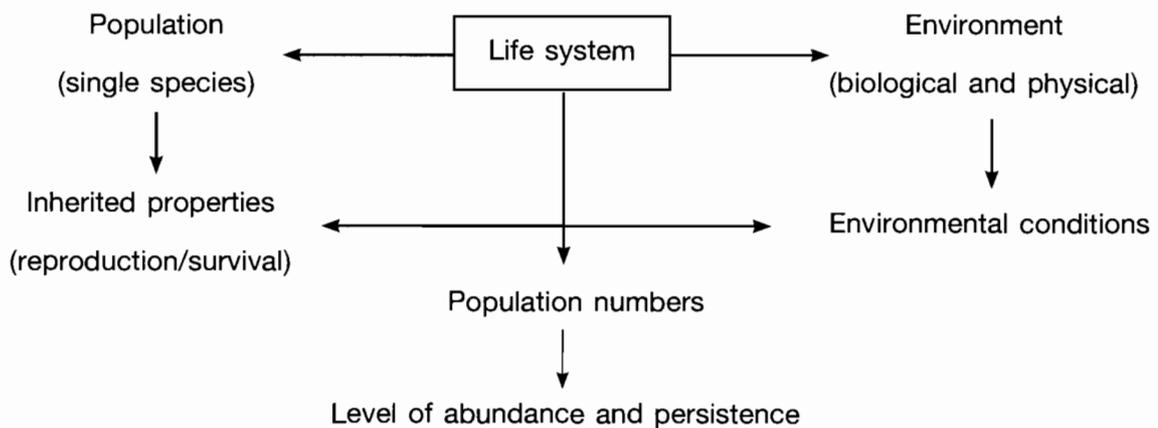


Figure 3. Major factors to control of insect population in life system (Pedigo and Rice, 2006)

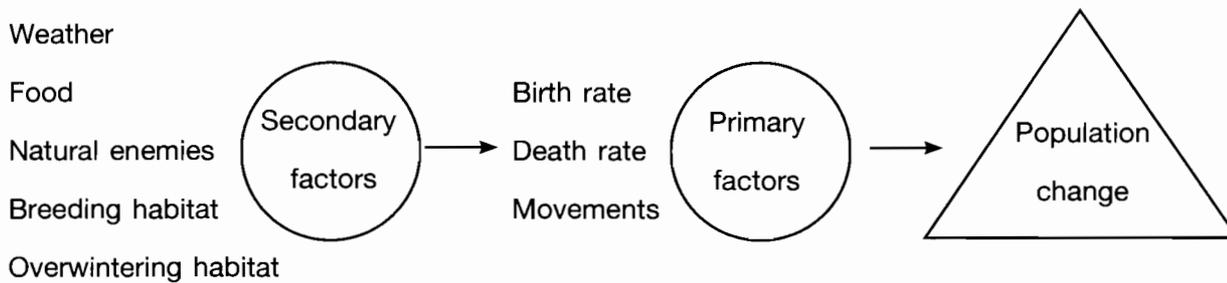


Figure 4. Effect of primary and secondary factors to population change (Pedigo and Rice, 2006)

1. ปัจจัยทางกายภาพ (Physical factor)

ปัจจัยทางกายภาพเช่น สภาพอากาศ ประกอบด้วย อุณหภูมิ แสง ความชื้นและปริมาณน้ำฝน ซึ่งมีความแปรปรวนตลอดเวลา มีผลต่อปริมาณประชากรของแมลงทั้งในทางบวกและทางลบ มีผลต่ออายุขัยและอัตราการเจริญเติบโตของแมลงในแต่ละฤดูกาลในแต่ละปี และยังมีอิทธิพลต่อการกระจายตัวของแมลงวันผลไม้ (Chen and Ye, 2007) โดยพบว่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และน้ำฝนเป็นปัจจัยสภาพแวดล้อมหลัก ที่มีอิทธิพลต่อประชากรของแมลงวันผลไม้ (Vayssieres et al., 2009) ดังนี้

1.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นตัวกำหนดปริมาณของแมลงวันผลไม้วงศ์ Tephritidae โดยแมลงวันผลไม้มีปริมาณสูงในฤดูร้อนและต่ำในฤดูหนาว โดยในเขตร้อนแมลงวัน *B. dorsalis* มีการเจริญเติบโตมากกว่า 5-10 ชั่วรุ่น/ปี แต่มีการเจริญเติบโตน้อยกว่า 4 ชั่วรุ่น/ปีในเขตกึ่งร้อน (Fletcher, 1989; Li and Ye, 2000; Ye, 2001; Shi and Ye, 2004; Shi et al., 2005; Ye and Liu, 2005) และยังมีผลต่อรูปแบบการทำลายพืช

ของแมลงวัน *B. dorsalis* ด้วย(Jiang et al., 2001; Hou and Zhang, 2005; Liu and Ye, 2005; Chen et al., 2006) และการผลิตไข่ของแมลงวันสูงสุดเมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 25-30°C ในขณะที่อุณหภูมิต่ำกว่า 9-16°C แมลงวันหลายชนิดมีอัตราการวางไข่ต่ำ เช่น อุณหภูมิ 29:18 °C แมลงวัน *B. cucurbitae* และ *B. dorsalis* มีระยะเวลาก่อนการวางไข่สั้น มีความสามารถในการผลิตลูก การวางไข่ต่อวัน และความสมบูรณ์พันธุ์สูงกว่าอุณหภูมิคงที่ 24:24°C และอุณหภูมิอื่นๆ (Vargas et al., 2000) ในขณะที่อุณหภูมิ 24°C มีผลทำให้ความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง แสดงว่าภายใต้อุณหภูมิร้อนหรือเย็นเกินไปทำให้ประชากรของแมลงวันทั้งสองชนิดลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ James และคณะ (1994) รายงานว่า แมลงวัน *B. dorsalis* วางไข่ 1,581 ฟองที่อุณหภูมิ 22°C และที่ 36°C วางไข่เพียง 9 ฟองเท่านั้น ส่วนแมลงวัน *B. correcta* มีระยะเวลาการเจริญเติบโตจากไข่ถึงระยะดักแด้ลดลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มจาก 18-33°C เพศเมียไม่วางไข่ที่ 18°C และอัตราการรอดชีวิตสูงที่ 24 - 33°C แต่หากอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าช่วง

อุณหภูมิ 18-33°C อัตราการรอดชีวิตต่ำ (Liu and Ye, 2009)

1.2 ความชื้น

ความชื้นเป็นตัวกำหนดความหลากหลายของแมลงวันหลายชนิด เช่นแมลงวัน *B. tryoni* (Froggatt) (Bateman, 1972) โดยเป็นปัจจัยที่ลดความสามารถในการผลิตลูกหลานของตัวเต็มวัยเพศเมียช่วงแห้งแล้ง ทำให้อัตราการตายสูงในช่วงที่ตัวเต็มวัยฟักออกจากดักแด้และพยายามดันตัวโผล่ออกจากดินที่แห้ง (Bateman, 1968) และมีรายงานวิจัยว่า ในระยะไข่อัตราการฟักของไข่แมลงวันผลไม้ *B. oleae* (Rossi) ต่ำกว่า 90% ที่ความชื้นคงที่ นอกจากนั้นยังพบว่าอัตราการฟักของไข่ต่ำและใช้เวลานานกว่าปกติในการฟักเป็นตัวหนอนในสภาพความชื้นต่ำ (Tsitsipis and Abatzis, 1980) ส่วนที่ความชื้น 35% พบอัตราการตายของไข่สูง (Tsitsipis, 1977) ในแมลงวัน *B. cucurbitae* พบว่าเมื่อฝนตกและเมื่อความชื้นเพียงพอจะทำให้แมลงวันชนิดนี้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นและการกระจายตัวสูงขึ้น (Nishida, 1963) โดยความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของแมลงวันผลไม้อยู่ระหว่าง 70 - 80 % (ทรงกลด, 2555)

1.3 แสง

แสงมีผลกระทบในทางตรงต่อการผลิตลูกหลาน 2 ทางคือ 1) พฤติกรรมการผสมพันธุ์ และ 2) การวางไข่ของตัวเต็มวัยเพศเมีย (Bateman, 1972) ในแมลงวันผลไม้ *Anastrepha ludens* (Loew) พบว่า ไม่มีการจับ

คู่ผสมพันธุ์ เมื่อความเข้มของแสงลดลง เช่นเดียวกับแมลงวันผลไม้ *Anastrepha zenilidae* (Zucchi) ไม่มีการผสมพันธุ์หากไม่มีแสง (Almeida et al., 2011) แต่เพศเมียที่มีไข่ในท้องสูงแก่จะมีการวางไข่ตามปกติ (Flitters, 1964) สำหรับการวางไข่ทุกช่วงแสงเป็นตัวชักนำให้ไข่ของแมลงวันผลไม้เพศเมีย *B. oleae* สูงแก่ถึง 86.7-100% และทำให้มีจำนวนไข่ต่อตัวเพิ่มมากขึ้นเมื่อได้รับช่วงแสงเพิ่มขึ้น โดยมีจำนวนไข่ต่อตัวสูงถึง 21.95-52.80 ฟอง ในขณะที่ช่วงแสงสั้นแมลงวันชนิดนี้มีไข่สูงแก่เพียง 10% และจำนวนไข่ต่อตัวต่ำ นอกจากนี้การได้รับความเข้มของแสง 3000 ลักซ์ ทำให้เพศเมียมีจำนวนไข่ 50 ฟอง/ตัว มากกว่าที่ความเข้มแสง 1000 ลักซ์ถึงสองเท่า (Raspi et al., 2005) ในทางตรงกันข้ามกลับพบว่า ปริมาณแมลงวันเพศผู้ *B. dorsalis* ที่จับได้มีความสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณแสงสะสมต่อเดือน โดยปริมาณแสงสะสมต่อเดือนมากกว่า 225.3 ชม. พบแมลงวันผลไม้ไม่เกิน 3 ตัว และไม่พบแมลงวันผลไม้เมื่อปริมาณแสงสะสมมากกว่า 249 ชม. (Chen and Ye, 2007) ในแมลงวัน *B. cucurbita* แมลงวัน *B. dorsalis* และ แมลงวัน *B. tau* ก็เช่นเดียวกัน หากได้รับช่วงแสงยาวนานขึ้นจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพ โดยทำให้มีระยะเวลาในการวางไข่ยาวนานขึ้น จำนวนไข่และเกิดการคาบเกี่ยวระหว่างช่วงมากขึ้น (Zhou et al., 1995)

1.4 ระดับพื้นที่

เมื่อพื้นที่สูงขึ้นอัตราการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ลดลง โดยศึกษาอัตราการทำลาย

มะม่วงของ *B. invadens* และ *Ceratitidis cosyra* (Walker) ในประเทศเคนยา ที่ระดับความสูงของพื้นที่เหนือระดับน้ำทะเลต่างกัน 11 ระดับ จาก 11 พื้นที่ พบว่าทุกพื้นที่พบการทำลายผลไม้ร่วมกันของ *B. invadens* และ *C. cosyra* อัตราการเข้าทำลายอยู่ระหว่าง 3-97.2 ตัวต่อน้ำหนักมะม่วง 1 กก. และที่ระดับความสูงของพื้นที่ 27- 43 ม. การเข้าทำลายของแมลงวันมากถึง 46.9-97.2 ตัว แต่หากความสูงพื้นที่ 601 ม. การเข้าทำลายจะลดดิ่งลงเหลือ 28.6 ตัว และการเข้าทำลายจะน้อยมากเมื่อระดับความสูงของพื้นที่มากกว่า 1,010 ม. โดยพบการเข้าทำลายไม่เกิน 5 ตัว/ผลไม้ 1 กก. ซึ่งการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ไม่มีความสัมพันธ์ทางลบกับระดับความสูงของพื้นที่ เมื่อระดับความสูงของพื้นที่เพิ่มขึ้นการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้มีน้อยลง (Ekesi et al., 2006)

2. ปัจจัยทางชีวภาพ (Biotic factor) ได้แก่ พืชอาหาร ชนิดแมลงวันผลไม้และศัตรูธรรมชาติ

2.1 พืชอาหาร

สาเหตุที่มีผลต่อพฤติกรรมการวางไข่ของแมลงวันและชักนำเพศเมียวางไข่ลงในผลไม้สร้างความเสียหายแก่ผลผลิตทางการเกษตรนั้นเนื่องมาจากอิทธิพลของพืชอาหาร (Aluja and Robert, 2008) โดยธรรมชาติพืชอาหารที่แมลงวันผลไม้เลือกวางไข่ต้องมีความเหมาะสมและมีแหล่งอาหารเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของตัวหนอน (Fletcher, 1987) ซึ่ง

แมลงวันผลไม้มีความชอบเข้าทำลายพืชอาหารต่างกัน เช่น เมื่อให้แมลงวัน *B. dorsalis* เลือกทำลายพืชอาหาร 8 ชนิด พบว่าชอบเข้าทำลายหูกวางมากที่สุด ส่วนแมลงวัน *B. cucurbitae* ชอบเลือกวางไข่ในแตงกวามากที่สุด (อโนทัย, 2545) แมลงวัน *B. latifrons* เข้าทำลายพริก *Capsicum annuum* (L.) มากกว่า *Capsicum frutescence* (L.) และ *Capsicum baccatum* (L.) และพริกพันธุ์หนุ่มชาวดอนยางมีปริมาณดักแด้มากที่สุด (อโนทัยและนุชรีย์, 2554) และแมลงวันผลไม้ *B. papayae* ชอบวางไข่ในผลพริกหยวกมากที่สุด (วนิดาและคณะ, 2552) เนื่องจากพืชอาหารแต่ละชนิดมีลักษณะสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน จึงมีผลทำให้การเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ต่างกัน เช่น ลักษณะสัณฐานวิทยาของผลพริกมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดจากแมลงวัน *B. latifrons* (อโนทัยและนุชรีย์, 2554) เช่นเดียวกับแมลงวัน *B. tryoni* และแมลงวัน *B. dorsalis*, ปริมาณการวางไข่ขึ้นกับอยู่ขนาดของผลไม้ หากผลไม้มีขนาดเล็กจะวางไข่จำนวนน้อยเพื่อให้อาหารเพียงพอต่อการเจริญพัฒนาของตัวหนอน และวางไข่ทั้งหมดในพืชที่ชอบ และปริมาณการวางไข่ลดลงตามลำดับความชอบ (Matanmi, 1975; Shimada et al., 1979) ส่วนรูปทรงแมลงวัน *B. dorsalis* และ *B. cucurbitae* ชอบวางไข่ในผลไม้ที่มีทรงกลม และสีผลไม้ที่ดึงดูดแมลงวัน *B. dorsalis* คือสีแดง ส่วนสีเหลืองดึงดูด *B. cucurbitae* มากที่สุด (Katsoyannos, 1989)

2.2 ชนิดแมลงวันผลไม้

ทั่วโลกมีแมลงวันผลไม้มากกว่า 4,000 ชนิด ทำให้ความเสียหายให้แก่ผลไม้และผักหลายชนิด ประมาณ 1,000 ชนิดอยู่ในแถบเอเชีย และที่เป็นปัญหาสำคัญระดับโลกมีไม่น้อยกว่า 70 ชนิด (White and Elson-Harris, 1992) ในประเทศไทยมีรายงานแมลงวันผลไม้ที่สำคัญ 7 ชนิดคือ *B. dorsalis* (พืชอาหาร 115 ชนิด) *B. cucurbitae* (พืชอาหาร 38 ชนิด) *B. latifrons* (พืชอาหาร 27 ชนิด) *B. correcta* (พืชอาหาร 59 ชนิด) *B. dorsalis* taxon A (พืชอาหาร 38 ชนิด) *B. dorsalis* taxon B (พืชอาหาร 157 ชนิด) *B. tau* (พืชอาหาร 37 ชนิด) (Derw, 1994) แต่ที่มีความสำคัญมากที่สุดคือสามชนิดแรก โดยแมลงวันผลไม้แต่ละชนิดมีพฤติกรรมในการวางไข่แตกต่างกัน แมลงวัน *B. latifrons* วางไข่ 1 ฟอง/ครั้ง (Vargas and Nishida, 1985; สัญญาณีและคณะ, 2551) ส่วนแมลงวัน *B. cucurbitae* วางไข่สูงถึง 30 - 40 ฟอง/ครั้ง (Newell and Haramoto, 1968; Prokopy and Koyama, 1982) และความสามารถในการวางไข่ของแมลงวันผลไม้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เช่น แมลงวัน *B. latifrons* วางไข่เพียง 192.17 ฟอง (สัญญาณีและคณะ, 2551) เท่านั้น ซึ่งมีการวางไข่ต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับแมลงวัน *B. dorsalis* และแมลงวัน *B. cucurbitae* ที่สามารถวางไข่ได้สูงถึง 1,428.2 ฟอง และ 880.6 ฟอง (Vargas and Nishida, 1985) ตามลำดับ ดังนั้นจึงทำให้แมลงวันผลไม้แต่ละชนิด

สามารถเข้าทำลาย และสร้างความเสียหายให้แก่พืชในปริมาณที่แตกต่างกัน

2.3 ศัตรูธรรมชาติ

ในสภาพธรรมชาติแมลงวันผลไม้มีศัตรูธรรมชาติเข้าทำลายอยู่แล้ว โดยมีอัตราการทำลายตั้งแต่ 15-53 % (นิรนาม, 2555 ก.) ประกอบด้วย ตัวเบียน (parasitoids) ตัวห้ำ (predators) และจุลินทรีย์ (microorganisms) นับเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมประชากรและมีความสัมพันธ์ต่อความหนาแน่นของประชากรของแมลงวันผลไม้

2.3.1 ตัวเบียน

แมลงวันผลไม้เกือบทุกชนิดถูกทำลายโดยแมลงเบียนไข่และแมลงเบียนหนอนหลายชนิดที่มีอยู่แล้วในท้องถิ่น ส่วนใหญ่เป็นแมลงเบียนหนอนวงศ์ Braconidae (Kapoor and Agarwal, 1983; Wharton and Gilstrap, 1983) ในฮาวายพบว่า มีแมลงวัน *B. latifrons* และ *B. dorsalis* เข้าทำลายผล Turkeyberry และพบแมลงเบียน 5 ชนิดคือ *Fopius arisanus* (Sonan), *Psytalia incisi* (Silvestri), *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron), *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) และ *Tetrastichus giffardianus* (Silvestri) เข้าทำลายแมลงวัน *B. latifrons* โดยมีเปอร์เซ็นต์การถูกเบียน 0.8-8.8% (Bokonon-Ganta et al., 2006) ส่วนแมลงวัน *B. dorsalis* พบแมลงเบียนเข้าทำลายจำนวน 3 ชนิดคือ *F. arisanus*, *P. incisi* และ *D. longicaudata* มีการเบียนเพียง 15.4 % ส่วนประเทศกรีซและ

อีตาลีพบแมลงเบียน Eupelmid เข้าทำลายแมลงวันผลไม้ *B. oleae* สูงถึง 80-90% (Delrio, 1978; Louskas et al., 1980) สำหรับประเทศไทยมีรายงานพบแมลงเบียน 4 ชนิดเข้าทำลายแมลงวันผลไม้คือ แมลงเบียนหนอน *D. longicaudata*, แมลงเบียนไซ้ *F. arisanus*, *Fopius vandenboshi* และ *P. incisus*, แมลงเบียน *Psytalia makii* (Sonan) แมลงเบียน *Psytalla* sp. และแมลงเบียน *Utetes blanchii* (Chinajariyawong et al., 2000; สัญญาณีและคณะ, 2551) โดยพบแมลงเบียน *D. longicaudata* ในปริมาณมากที่สุด (นุชรีย์และคณะ, 2541) มีการเบียน 0.95-20.33 % (นุชรีย์และคณะ, 2545) และมีการนำมาใช้ควบคุมแมลงวันผลไม้ในหลายพื้นที่ เช่น ฟิจิ ฮาวาย เมดิเตอร์เรเนียน อเมริการกลาง ออสเตรเลียและสหรัฐอเมริกา (จิราพรและกฤษ, 2543) ส่วนประเทศไทยมีการไปใช้ควบคุมแมลงวันผลไม้ในสวนฝรั่งครั้งแรกในปี 2537 (จิราพรและเอกชัย, 2537) หลังจากการปล่อยแมลงเบียนพบว่าประชากร *B. papayae* ลดลง 42.61 % (จิราพร, 2540)

2.3.2 ตัวห้ำ

ในระยะก่อนเข้าดักแด้ หนอนแมลงวันผลไม้จะติดตัวออกจากผลพืชลงดินเพื่อเข้าดักแด้ ขณะที่อยู่พื้นผิวของดินจะมีตัวห้ำหลายชนิดเข้าทำลาย ซึ่งเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ช่วยลดประชากรและการทำลายของแมลงวันผลไม้ในสภาพธรรมชาติ ตัวห้ำที่สำคัญได้แก่ มด ซึ่งจะขนย้ายตัวหนอนและดักแด้ของแมลงวันภายในผลไม้หรือในดินมากัดกิน (Bateman

et al., 1976; Kapatoss and Fletcher, 1986) ส่งผลให้มีอัตราการตายสูง (Bateman 1968, Newell and Haramoto 1968, Hodgson et al. 1998) Wong and Wong (1988) Thomas (1995) รายงานว่า มดคันไฟ *Solenopsis geminata* (Fabricius) เข้าทำลายหนอนระยะสุดท้ายและตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ *C. captata* (Wiedemann) และแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ที่หล่นใต้ต้นฝรั่งในประเทศฮาวายตาย 31.0% และ 35.0% ตามลำดับ ในประเทศไทยมีรายงานว่า มดคันไฟ *Pheidologeton diversus* เป็นตัวห้ำที่สำคัญของแมลงวันผลไม้ (ทรงกลด, 2555) นอกจากนี้ยังมีแมลงหางหนีบที่เป็นตัวห้ำสำคัญของแมลงวันผลไม้ โดยขนย้ายหนอนแมลงวัน *B. ciliatus* (Loew) และ *B. musae* (Tryon) (Syed, 1969; Smith, 1977) จากผลไม้แล้วกัดกิน และดักแด้ในกระดกและดักแด้ดินกัดกินตัวหนอนและดักแด้ในดิน (Bateman et al., 1976) ส่วนแมงมุมดักจับและกัดกินตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ (Fletcher, 1979)

2.3.3 จุลินทรีย์

จุลินทรีย์สาเหตุโรคแมลงเป็นศัตรูธรรมชาติที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมประชากรแมลงวันผลไม้ ได้แก่ เชื้อไวรัส เชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา (ทิพย์วดี, 2555) โดยปกติมีอยู่แล้วในธรรมชาติ ในประเทศไทยมีรายงานว่าเชื้อราที่เข้าทำลายแมลงวันผลไม้ ได้แก่ เชื้อรา *Beauveria bassiana* (Balsamo) (นิรนาม, 2555) ซึ่งพบว่าการปลูกเชื้อรา

B. bassiana บนเพศผู้ของแมลงวันผลไม้ *B. papayae* มีผลทำให้ความสามารถในการแข่งขันการผสมพันธุ์ของแมลงวันเพศผู้ปกติลดลง และทำให้แมลงวันผลไม้ที่ถูกปลูกเชื้อตาย 100% หลังปลูกเชื้อ 7 วัน ส่วนแมลงวันผลไม้เพศผู้และเพศเมียปกติตาย 48 และ 54 % หลังปลูกเชื้อ 15 วัน (นริศและคณะ, 2554) เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) พบทำลายตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ *C. capitata*, *C. fasciventris* (Bezzi) และ *C. cosyra* (Walker) 86-100 % (Dimbi *et al.*, 2004) และทำลายดักแด้แมลงวันผลไม้ *C. rosa* (Karsch) *C. fasciventris* และ *C. cosyra* ได้ถึง 60-80% (Ekesi *et al.*, 2003) สำหรับประเทศไทยพบเชื้อรา *M. anisopliae* สามารถก่อให้เกิดโรคกับตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ *B. papayae* ได้สูงถึง 100 % (นริศและอนุชิต, 2551) ส่วนไส้เดือนฝอยเป็นศัตรูธรรมชาติอีกชนิดหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณประชากรของแมลงวันผลไม้ โดยไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* (Weiser) สามารถทำให้แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* มีอัตราการตายสูงถึง 94% (Lindergren *et al.*, 1990) ในประเทศไทยพบว่า ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* สามารถทำให้ดักแด้และตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ตาย 66-88% และ 52.2-100% ตามลำดับ (สุภาภรณ์, 2542)

3. ปัจจัยทางเคมี (Chemical factor)

3.1 สารเคมีจากพืช (plant chemicals)

การที่แมลงสามารถหาตำแหน่งพืชเพื่อเป็นอาหารและการวางไข่ที่เหมาะสมได้นั้น

(Bruce *et al.*, 2005) เกิดจากการดึงดูดด้วยกลิ่นของสารเคมีพืชโดยกลิ่นเป็นตัวชักนำให้แมลงเข้าหาพืช (Bernays and Chapman, 1994) โดยเฉพาะแมลงวันผลไม้ในสกุล *Rhagoletis*, *Bactrocera* และ *Anastrepha* (Robinson and Hooper, 1989) ใช้สารเคมีจากพืชในการค้นหาพืชอาหารและวางไข่ (Fletcher and Prokopy, 1991) โดยมีการตอบสนองต่อกลิ่นของพืชในกลุ่ม fatty acid, phenyl-propanoids และ isoprenoids เช่น สาร methyl eugenol (3,4-dimethoxy-1-allylbenzene) และสาร cue-lure [1-(4-hydroxyphenyl)-2-butanone] ซึ่งมีคุณสมบัติในการดึงดูดแมลงวันผลไม้ในสกุล *Bactrocera* (Metcalf and Metcalf, 1994) ให้เข้าหาและทำลายพืชเช่น แมลงวัน *B. dorsalis* สามารถเข้าทำลายพืชอาหารได้หลายชนิด เนื่องจากพืชอาหารเหล่านั้นมีสารประกอบชนิดเดียวกันเป็นตัวดึงดูด (Drew, 1989; Clarke *et al.*, 2001) และการทดสอบการตอบสนองของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* เพศเมียต่อกลิ่นสารเคมีจากผลหูกวาง กับสารเมทิลยูจินอล (methyl eugenol) และยูจินอลผสมอาหารของแมลงวันคือ torula yeast พบกลิ่นสารเคมีของหูกวางดึงดูดได้ดีที่สุด (Siderhurst and Jang, 2006) นอกจากนี้แล้วสารเคมีจากพืชยังมีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ พฤติกรรมการผสมพันธุ์ กระตุ้นการกินและการวางไข่ของแมลงกินพืช (Schoonhoven *et al.*, 1998) ขณะเดียวกันสารเคมีพืชบางชนิดมีผลทำให้ระยะเวลาก่อนการ

วางไข่ของแมลงลดลงและลดอัตราการวางไข่ของแมลง (Ioannou, 2005) มีผลต่อการสุกแก่ของไข่และการวางไข่ของแมลงวันผลไม้ *B. oleae* (Rossi) (Girolami et al., 1982) และการเจริญพัฒนาของไข่แมลงวันผลไม้สกุล *Anastrepha* (Aluja et al., 2001) สารเคมีจากพืชยังมีผลดึงดูดแมลงเบียนให้เข้าหาแมลงวันผลไม้เพื่อการกินและการวางไข่ (Prokopy and Reitberg, 1989) แมลงเบียนที่ผสมพันธุ์แล้วจะถูกดึงดูดโดยกลิ่นผลไม้สุก (Jang, 1996) และกลิ่นของสารอะซิโตนดีไฮด์ และเอทานอลที่เกิดจากการเน่าของผลไม้เป็นตัวการสำคัญในการดึงดูดแมลงเบียน *D. longicaudata* เพศเมีย (Greany et al., 1977; Messing and Jang, 1992) และกลิ่นสารสกัดจากหูกวาง ชมพูและฝรั่งมีผลต่อการตอบสนองของแมลงเบียน แต่กลิ่น สารสกัด หูกวาง ดึงดูด แมลงเบียน *D. longicaudata* ดีที่สุด โดยมีจำนวนแมลงเบียนเปอร์เซ็นต์การตอบสนองของแมลงเบียน และแมลงเบียนใช้เวลาในการเข้าน้อยกว่าสารสกัดอื่น (อโนทัย, 2545)

สรุป

ปัจจัยทางกายภาพ ปัจจัยทางชีวภาพ และปัจจัยทางเคมีมีความสำคัญต่อการเข้าทำลายพืชของแมลงวันผลไม้ ข้อมูลการศึกษาที่ผ่านมาระบุชัดเจนว่า ทั้งสามปัจจัยมีอิทธิพลต่อแมลงวันผลไม้ โดยปัจจัยทางกายภาพเช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่างและลักษณะพื้นที่มีผลต่ออัตราการเพิ่มหรือลดของประชากร อัตราการวางไข่ อัตราการรอดชีวิต การกระจายตัว

อายุเฉลี่ยของตัวเต็มวัย การสืบพันธุ์และจำนวนชั่วรุ่นต่อปี ปัจจัยทางชีวภาพเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อความชอบเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ ส่วนศัตรูธรรมชาติมีบทบาทสำคัญในการควบคุมประชากร และความหนาแน่นของแมลงวันผลไม้ ช่วยทำให้การทำลายลดลงและปัจจัยทางเคมี เช่น สารเคมีจากพืช เป็นตัวกลางที่มีผลต่อพฤติกรรมการค้นหาพืชอาหารและการวางไข่ของแมลงวันผลไม้ ช่วยในการหาตำแหน่งพืชอาหารที่เหมาะสมสำหรับการวางไข่ การทราบถึงผลของปัจจัยดังกล่าวต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการป้องกันกำจัด เพราะทำให้เกิดความรู้และความเข้าใจถึงพฤติกรรมในการเข้าทำลายพืชของแมลงวันผลไม้ ทั้งยังมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการนำมาใช้ในคาดคะเนการระบาดของแมลงวันผลไม้ โดยใช้ข้อมูลที่มีเป็นตัวอ้างอิง เช่น หากสภาพแวดล้อมและระดับความสูงของพื้นที่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแมลงวันผลไม้ นั้นแสดงว่าโอกาสเกิดการระบาดและการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้มีค่อนข้างสูง การทราบชนิดของแมลงวันผลไม้ ทำให้สามารถประมาณการจำนวนประชากรของแมลงวันผลไม้ในชั่วรุ่นต่อไปและทราบถึงความชอบพืชอาหารของแมลงวันชนิดนั้นได้ ในขณะที่ศัตรูธรรมชาติสามารถนำมาพัฒนาใช้เป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยลดประชากรของแมลงวันผลไม้ เช่นเดียวกับสารเคมีพืชซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นสารล่อแมลงวันผลไม้ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้นำไปสู่การพัฒนาต่อยอดเพื่อหาวิธีการป้องกันกำจัด

แมลงวันผลไม้ที่เหมาะสมต่อไป เพื่อช่วยลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับผลผลิต ดังนั้นการเข้าใจนิเวศวิทยาของแมลงวันผลไม้เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการศึกษาในเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าทำลายพืชของแมลงวันผลไม้ ซึ่งในต่างประเทศได้มีการศึกษาวิจัยข้อมูลการศึกษามากมาย อย่างต่อเนื่องจากอดีตจนกระทั่งปัจจุบันนี้ ในขณะที่ประเทศไทยพบมีการศึกษาเรื่องนี้้น้อยมาก ซึ่งข้อมูลนิเวศวิทยาของแมลงวันผลไม้มีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาการบริหารและจัดการศัตรูพืช ในการนำมาใช้พิจารณาหาวิธีการลดระดับประชากรของแมลงวันผลไม้อย่างรอบคอบ โดยยึดข้อมูลในอดีตและปัจจุบันที่มีการศึกษา และทำให้ได้วิธีการจัดการที่สอดคล้องกับนิเวศวิทยาของแมลงวันผลไม้อย่างแท้จริง

เอกสารอ้างอิง

- จารุวรรณ คงครอง. 2543. แมลงวันผลไม้ศัตรูสำคัญของชาวพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 25 หน้า.
- จิราพร เพชรรัตน์. 2553. การสำรวจศัตรูธรรมชาติของแมลง ไรศัตรูพริก และการควบคุมโดยชีววิธี. ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 28 หน้า.
- จิราพร เพชรรัตน์ และกฤษ ยอดนวล. 2543. การควบคุมแมลงวันผลไม้ *Bactrocera papayae* Drew & Hancock (Diptera:

Tephritidae) ในสวนผลไม้โดยการใช้ตัวเบียน *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead). รายงานประจำปีศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีแห่งชาติ. 6 หน้า.

- จิราพร เพชรรัตน์ และเอกชัย อ่อนศรีทอง. 2537. การปล่อยตัวเบียน *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) ในสวนฝรั่ง อ.ทุ่งสง จ. นครศรีธรรมราช. รายงานประจำปีศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีแห่งชาติ. 7 หน้า.
- ทรงกลด ชื่อสัตตบงกช. 2555. แมลงวันผลไม้. <http://forecast.doae.go.th/web/mango/218-insect-pests-of-mango/921-oriental-fruit-fly.html>. 22/8/2555.
- ทิพย์วดี อรรถธรรม. 2555. การใช้เชื้อไวรัสและเชื้อราควบคุมกำจัดแมลงศัตรูผัก. <http://www.kmitl.ac.th/hydro/Hydr-Pest/TipwadeW.pdf>. 29/8/2555.
- นริศ ท้าวจันทร์ และอนุชิต ชินาจริยวงศ์. 2551. ประสิทธิภาพการควบคุมของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae*. หน้า 10 ใน: ในแมลงวันผลไม้ (Diptera: Tephritidae). ว. วิทย. กษ. 39 (พิเศษ): 21-25.
- นริศ ท้าวจันทร์ อนุชิต ชินาจริยวงศ์ และวิวัฒน์ เสือสะอาด. 2554. ผลของเชื้อราโรคแมลง *Beauveria bassiana* และ

- Metarhizium anisopliae* ต่อพฤติกรรม
การพามพันธุ์ของแมลงวันผลไม้
Bactrocera papaya (Diptera:
Tephritidae). ว. วิทยาศาสตร์. 42 (พิเศษ):
339-342.
- นิรนาม. 2550. *คู่มือแนวทางปฏิบัติเพื่อการส่งออกผลไม้ไปสหรัฐอเมริกา*. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 115 หน้า.
- นิรนาม. 2555ก. *การกำจัดแมลงวันทอง*. <http://agrimedia.agritech.doae.go.th/gred/gredkased-file/gred23.pdf>. 22/8/2555.
- นิรนาม. 2555ข. *เข็รกำจัดแมลงบิวเวอร์เรียเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา*. http://kaewpanya.cttc.rmutl.ac.th/aa/index.php?option=com_ccboard&view=postlist&forum=12&topic=41&Itemid=1. 29/8/2555.
- นิรนาม. 2555ค. *แมลงวันผลไม้และการป้องกันกำจัด*. กรมวิชาการเกษตร. http://it.doa.go.th/pibai/pibai/n12/v__10-nov/rai.html. 22/8/2555.
- นิรนาม. 2555ง. *แมลงวันผลไม้และการป้องกันกำจัด*. <http://khunyuam.maehongson.doae.go.th/index.php?module=Content&file=view&id=90>. 22/8/2555.
- นุชรีย์ ศิริ ทศนีย์ แจ่มจรรยา และสุภาภรณ์ เลียงศรี. 2541. หน้า 9. ใน: *การควบคุมแมลงวันผลไม้ด้วยแมลงศัตรูธรรมชาติ*. การประชุมวิชาการประจำปี ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีแห่งชาติ. นุชรีย์ ศิริ ทศนีย์ แจ่มจรรยา และอินทัย ภาระพรมราช. 2545. การสำรวจประชากรแมลงเบียนหนอนแมลงวันผลไม้และผลของชนิดพืชอาหารต่อพฤติกรรมการเบียนของแมลงเบียน. ว. *แก่นเกษตร* 30: 34-40.
- มนตรี จิรสรัตน์. 2529. *การศึกษาความผันแปรของประชากรแมลงวันในประเทศไทย*. หน้า 10 ใน : *การประชุมวิชาการหลังการเก็บเกี่ยวกรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ*.
- มนตรี จิรสรัตน์. 2544. *แมลงวันผลไม้ที่สำคัญของประเทศไทยและการแพร่กระจาย* หน้า 13-18. ใน: *แมลงวันผลไม้ในประเทศไทย เอกสารวิชาการกองกัญและสัตววิทยา โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพฯ* .
- รัตนา ปรมาคม. 2543. *การศึกษาพฤติกรรมการวางไข่ของแมลงวันผลไม้ Bactrocera dorsalis และ Bactrocera cucurbitae เพื่อการพัฒนาวิธีการควบคุมจำนวนประชากร*. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 37 หน้า.
- วนิดา เพ็ชรลมูล อรัญ งานพ่องใส และจิราพร เพชรรัตน์. 2552. ความชอบในการวางไข่

- ของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera papayae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) ในพริกบางสายพันธุ์. *ว. มหาวิทยาลัยทักษิณ* 12: 43-49.
- วิโรจน์ ขลิบสุวรรณ. 2545. *สภาพแวดล้อม. นิเวศวิทยาของแมลงและเทคนิคเสริมในการจัดการแมลงศัตรูพืช. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.* 288 หน้า.
- ศานิต รัตนภุมมะ. 2550. *นิเวศวิทยาของแมลง. กีฏวิทยาแม่บท พิมพ์ครั้งที่ 2* ท่างุ่น ส่วนจำกัด ดีพรีนและแทนก๊อปปี้ เซนเตอร์ เชียงใหม่. 571 หน้า.
- สัจฉาณี ศรีคชา วิภาดา ปลอดภัยและ เกรียงไกร จำเริญมา. 2551. การศึกษาชีววิทยาแมลงวันทองมะเขือ, *Bactrocera latifrons* (Hendel). *ว.กีฏและสัตววิทยา* 26: 3-10.
- สุภาภรณ์ เสียงศรี. 2542. *การศึกษาการทำให้เกิดโรคของไส้เดือนฝอย Steinema carpocapsae (Weiser) ในแมลงวันผลไม้ Bactrocera dorsalis (Hendel).* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น 67 หน้า.
- สิรินาฏ พรศิริประทาน. *ไม่ระบุปี การส่งออกผักและผลไม้สดไทยไปสหภาพยุโรป.* แหล่งข้อมูล: www.itd.or.th. 22/8/2555.
- อโนทัย ภาระพรมราช. 2545. *อิทธิพลของชนิดและสิ่งเร้าจากพืชอาหารต่อแมลงวันผลไม้ Bactrocera spp. และแมลงเบียน Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขากีฏวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 106 หน้า.
- อโนทัย วังสระน้อย นุชรีย์ ศิริ และทัศนีย์ แจ่มจรรยา. 2553. *ลักษณะพันธุ์และผลพริกต่อการเข้าทำลายของแมลงวันพริก Bactrocera latifrons (Hendel).* *ว.วิทย์.เกษตร.* 41 (พิเศษ): 69-72.
- อโนทัย วังสระน้อย และนุชรีย์ ศิริ. 2554. การทำลายของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae) ในผลพริก 8 สายพันธุ์. *ว.เกษตร* 39: 25-32.
- Almeida, L.M., A. Arajo, N.H. Mendes, J.M. Souza, and A. A. Menezes. 2011. *The temporal Pattern of Mating Behavior of the Fruit Fly, Anastrepha zenilidae in the laboratory.* <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22236152>. 24/8/2012.
- Allwood, A.J. and L. Leblance. 1997. Losses caused by fruit flies (Diptera: Tephritidae) in seven Pacific Island countries. Pages 208-211. *In: ACIAR Proceedings 76, Management of fruit flies in the Pacific, a Regional symposium.* Allwood, A.J. and R.A.I., Drew, (eds.), 28-31 October 1996, Nadi, Fiji

- Aluja, A., F. Diaz-Fleischer, D.R. Papaj, G. Lagunes, and J. Sivinski. 2001. Effects of age, diet, female density, and the host resource on egg load in *Anastrepha ludens* and *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). *J. Insect Physiol.* 47:975-988.
- Aluja, M. and M. L.Robert. 2008. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. *Ann. Rev. Entomol.* 53:473-502.
- Bateman, M. A. 1968. Determinants of abundance in a population of the Queensland fruit fly. Pages 119-131. *In: Symp. R. Entomol. Soc. London* 4.
- Bateman, M. A. 1972. The ecology of fruit flies. *Annu. Re. Entomol.* 17: 493-518.
- Bateman, M. A., Boller, E. F Bush, G. L. Chambers, D. L., Economopoulos, A. P., Fletcher, B.S. , M.D. Huettel, V. Moericke, and R.J. Prokopy. 1976. Pages 11-49. *In: Fruit Flies. Studies in Biological Control.* L. Delucchi (ed.). Cambridge: Cambridge Univ. Press. 304 p.
- Bernays, E.A. and R.F. Chapman. 1994. Host-plant Selection by Phytophagous Insects, Chapman & Hall. 312 p.
- Bokonon-Ganta, A. H., G. T. McQuate, and R. H. Messing. 2006. Natural establishment of a parasitoid complex on *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. *Biological Control* 42: 365–373.
- Bruce, T. J.A., L. J. Wadhams, and C. M. Woodcock. 2005. Insect host location: a volatile situation. *Trends Plant Sci.* 10: 269-274.
- Chen, P. and H. Ye. 2007. Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) and analysis of factors influencing populations in Baoshanba, Yunnan, China. *Entomol. Sci.* 10: 141-147.
- Chen, P., H. Ye, and J. Liu. 2006. Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) along with analysis on the factors influencing the population in Ruili, Yunnan province, China. *Acta Entomol. Sin.* 26: 2801–2809.
- Chinajariyawong, A., A. R. Clarke, M. Jirasurat, S. Kritsaneepiboon, H.A. Lahey, S. Vijaysegaran, and G.H. Walter. 2000. Survey of Opiine

- Parasitoids of Fruit Flies in Thailand and Malaysia. *The Raffles Bull of Zool.* 48: 71-101.
- Clarke, A. R., A. Allwood, A. Chinajariyawong, R. A. I. Drew, C. Hengsawad, M. Jirasurat, C. Kong Krong, S. Kritsaneepaiboon, and S. Vijiyegaran. 2001. Seasonal abundance and host use patterns of seven *Bactrocera macquart* species (Diptera: Tephritidae) in Thailand and Peninsular Malaysia. *Raffles B. Zool.* 49:207–220.
- Delrio, G. 1978. Fattori di regolazione delle popolazioni di *Dacus oleae* Gmelin nella Sardegna nord-occidentale. *Not. Mal. Piante* 98-99: 27-45. (In English abstract).
- Dimbi, S., N.K. Maniania, S.A. Lux, and J.M. Mueke. 2004. Effect of constant temperatures on germination, radial growth and virulence of *Metarhizium anisopliae* to three species of African tephritid fruit flies. *Biocontrol.* 49: 83-94.
- Drew, R. A. I. 1989. The Tropical Fruit Flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) of the Australasian and Oceanian regions. *Mem. Queensl. Mus.* 26 : 1-521.
- Derw, R. A. I. 1994. Overview of Fruit Flies. Page 5. In: Second International Training Course on Understanding and Managing Fruit Flies, MARDI, Serdang, Sclangor Malaysia, 14-15 May 1992. 5 p.
- Drew, R. A. I., and G. H. S. Hooper. 1983. Population studies of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in South East Queensland. *Oecologia* 26: 153-159.
- Ekesi, S., N.K. Maniania, and S.A. Lux. 2003. Effect of soil temperature and moisture on survival and infectivity of *Metarhizium anisopliae* to four tephritid fruit fly puparia. *J. Invertebr. Pathol.* 83: 157-167.
- Ekesi, S. P.W. Nderitu and I. Rwomushana. 2006. Field infestation, life history and demographic parameters of the fruit fly *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) in Africa. *B. Entomol. Res.* 96: 379–386.
- Fletcher, B. S., 1979. The over-wintering survival of adults of the Queensland fruit fly, *Dacus tryoni*, under natural conditions. *Aust. J. Zool.* 27:403-411.
- Fletcher, B. S. 1987. The biology of dacine fruit flies. *Ann. Rev.*

- Entomol.* 32:115-144.
- Fletcher, B. S. 1989. Life history strategies of tephritid fruit flies. Pages 195-208. *In: Fruit Flies: Their Biology, Natural Enemies, and Control (World Crop Pests Series)*. Robinson AS Hooper G (eds.), Elsevier, Amsterdam.
- Fletcher, B.S. and R. J. Prokopy. 1991. Host location and oviposition in Pages 139-171. *In: Tephritid Fruit Flies. Reproductive Behavior of Insects. Individuals and Populations* Bailey W.J. and J. Ridsdill-Smith (eds.) Chapman & Hall, London.
- Flitters, N. E. 1964. The Effect of photoperiod, light intensity, and temperature on copulation, oviposition, and fertility of the mexican fruit fly. *J. Econ. Entomol.* 57: 811-813.
- Greany, P. D., J. H. Tumlinson, D. L. Chambers, and G. M. Bousch. 1977. Chemically mediated host finding by *Biosteres longicaudata*, a parasite of tephritid fruit fly larvae. *J. Chem. Ecol.* 3: 189-195.
- Girolami, V., A. Strapazon, and P.F.D. Gerloni. 1982. Insect/ plant repationships in olive flies: General aspects and new findings, Pages 258-267, *In: Fruit Flies of Economic Importance*. R. Cavalloro, (ed.), Balkema/ Rotterdam, Athens, Greece.
- Harris, E. J. and R. C. Bautista, 1994. Fruit trap: A detection and collection tool for opine parasitisms (Hym: Braconidae) of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Dipt: Tephritidae). *Entomophaga*. 39: 341-349.
- Hodgson, P. J., J. Sivinski, G. Quintero, and M. Aluja. 1998. Depth of pupation and survival of fruit fly (*Anastrepha* spp.: Tephritidae) pupae in a range of agricultural habitats. *Environ. Entomol.* 27: 1310-1314.
- Hou, B.H. and R.J. Zhang. 2005. Potential distributions of the fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in China as predicted by CLIMEX. *Acta Entomol. Sin.* 25: 1569-1574.
- Ioannou, C.S. 2005. *Effect of Olfactory Compounds from Oranges on the Oviposition and other Biological Parameters of the Mediterranean Fruit Fly Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Masters, Aristotle

- University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece, Master Thesis (In Greek with English summary).
- James, P. Y., J. R. Carey, and R. V. Dowell. 1994. Temperature influences on the development and demography of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in China. *Environ. Entomol.* 23: 971-974.
- Jang, E. B. and D. M. Light. 1996. Olfactory semiochemicals of tephritids., Pages 73–90. In : *Fruit Fly Pests: a World Assessment of their Biology and Management*. B. A. McPherson and G. J. Steck (eds.). St. Lucie Press, Delray Beach, FL.
- Jiang, X.L., W. Z. He, and S. Xiao. 2001. Study on the biology and survival of *Bactrocera dorsalis* in the border region of Yunnan. *J. of Southwest Agricultural Uni.* 23: 510–517.
- Kapatos, E. T., and B. S. Fletcher. 1986. Mortality factors and life budgets for the immature stage of the olive fly, *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera: Tephritidae) in Corfu. *J. Appl. Entomol.* 102: 326-342.
- Kapoor, V. C., and M. L. Agarwal. 1983. Fruit flies and their natural enemies in India. Pages 104-105. In : *Proceedings of the CEC/IOBC International Symposium, Athens, Greece, 16-19 November 1982*
- Katsoyannos, B. I. 1989. *Response to Shape, Size and Colour. Fruit Fly and their Biology: Natural Enemies and Control*. Volume 3A. Elsevier Science Publishing Company Inc. New York. 372 p.
- Lahey, W. 1994. *Parasitoid data*. Review of ACIK project “Biology and control of fruit flies in Thailand and Malaysia” 16-19 February, 1994.
- Li, H.X. and H. Ye. 2000. Infestation and distribution of the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Yunnan province. *J. of Yunnan Uni.* 22: 473–475.
- Lindergren, J. E., T. T. Wongs, and D. O. McInnis. 1990. Response of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) to the entomogenous nematode *Steinernema feltiae* in field test in Hawaii. *J. Nematol.* 25: 193-197.
- Liu, J.H. and H. Ye. 2005. Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in Yuanjiang dry-hot valley, Yunnan with an

- analysis of the related factors. *Acta Ecol. Sin.* 48: 706–711.
- Liu, J.H. and H. Ye. 2006. *Effects of light, temperature and humidity on the flight activities of the Oriental fruit fly, Bactrocera dorsalis*. http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-KCZS200602019.htm. 24/8/2012.
- Liu, X., and H. Ye. 2009. Effect of temperature on development and survival of *Bactrocera correcta* (Diptera: Tephritidae). *Sci. Res. Essay.* 4: 467-472.
- Louskas, C., C. Liaropoulos, M. Canard, and Y. Laudeho. 1980. Infestation estivale precoce des olives par *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera, Trypetidae) et role limitant du parasite *Eupelmus urozonus* Dalm. (Hymenoptera, Eupelmidae) dans une oliveraie grecque. *Z. Angew. Entomol.* 90:473-481.
- Matanmi, B. A. 1975. The biology of tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) attacking cucurbits at Ile-Ite, *Nigeria. Niger. Entomol.* 1: 153-159.
- Messing, R. H., and E. B. Jang. 1992. Response of the fruit fly parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) to host fruit stimuli. *Environ. Entomol.* 221: 1189-1195.
- Metcalfe, R. L., and R. A. Metcalfe. 1994. Attractants, repellents and genetic control in pest management. Pages 315-354. *In: Introduction to Insect Pest Management.* Metcalfe, R. L. and W. H. Luckmann (eds.). 3rded., John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Newell, J. M., and F. H. Haramoto. 1968. Biotic factors influencing populations of *Dacus dorsalis* in Hawaii. *Proceedings Hawaii. Entomol. Soc.* 20:81-139.
- Nishida, T. 1963. Zoogeographical and Ecological Studies of *Dacus cucurbitae* in India. *Hawaii Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* 54:28.
- Owens, E. D., and R. J. Prokopy. 1986. Relationship between reflectance spectra of host plant surfaces and visual detection of host fruit by *Rhagoletis pomonella* flies. *Physiol. Entomol.* 11: 297-307.
- Papadopoulos, N.T., N.A. Koulousis and B.T. 2006. Effect of plant chemical on the behavior of the Mediterranean

- fruit fly, fruit fly of economic importance from basic to applied knowledge. Page 97-106. In : *Proceedings of the 7th International Symposium Fruit Fly of Economic Importance*. 10-15 September 2006, Salvador, Brazil.
- Pedigo, L.P., and M. E. Rice. 2006. *Entomology and Pest Management*. 5th ed., Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey. 784 P.
- Prokopy, R. J., and B. D. Reitberg. 1989. Fruit fly foraging behaviors. Pages 293-306 In: *Pests, Fruit Flies: their Biology, Natural Enemies and Control*, Robinson A. G. and G. Hooper (eds.), World Food Group.
- Prokopy, R. J., and J. Koyama. 1982. Oviposition site partitioning in *Dacus cucurbitae*. *Entomol. Exp. Appl.* 31:428-432.
- Raspi, A. A. Canale, and A. Loni. 2005. Presence of mature eggs in olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Diptera Tephritidae), at different constant photoperiods and at two temperatures. *Bull. Insectology* 58: 125-129.
- Robinson, A., and G. H. Hooper. 1989. Fruit flies: their biology, natural enemies and control. *Amsterdam: Elsevier* 3B: 57-65.
- Schoonhoven, L. M., T. Jermy, and J. J. A. van Loon. 1998. *Insect- Plant Biology From Physiology to Evolution*. Chapman & Hall. 409 p.
- Shi, W. and H. Ye. 2004. Genetic differentiation in five geographic populations of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) in Yunnan province. *Acta Entomol. Sin.* 47: 384-388.
- Shi, W., C. Kerdelhue, and H. Ye. 2005. Population genetics of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae), in Yunnan (China) based on mitochondrial DNA sequences. *Environ. Entomol.* 34: 977-983.
- Shimada, H., A. Tanaka, and H. Kamiwada. 1979. Oviposition behaviour and development of the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel on *Prunus salicina* Lindl. Pages 43-46. In: *Proceedings Assoc. Plant Prot. Kyushu* 25: 1 43-46 (In Japanese with English summary).

- Siderhurst, M. S. and E. B. Jang. 2006. Female-biased attraction of oriental Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel), to a blend of host fruit volatiles from *Terminalia catappa* L. *J. Chem. Ecol.* 32: 2513-2524.
- Smith, E. S. C. 1977. Studies on the biology and commodity control of the banana fly, *Dacus musae* (Tryon), in Papua New Guinea. *Papua New Guinea Agr.* 28:47-56.
- Stonehouse, J., J. Mumford, A. Poswell, R. Mahmood, A. H. Makhdam, Z. M. Chaudhary, K. N. Baloch, G. Mustafa, and M. McAllister. 2004. The accuracy and bias of visual assessments of fruit infestation by fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Crop Prot.* 23: 293-296.
- Syed, R. A. 1969. *Studies on the Ecology of Some Important Species of Fruit Flies and their Natural Enemies in West Pakistan*. Pak. Commonw. Inst. Bioi. Control Sin Rep., Rawalpindi. Farnham Royal, Slough, Commonw. Agric. Bur., UK. 12 p.
- Thomas, D.W. 1995. Prediction on the soil inhibiting stage of Mexican fruit *Southwest Entomol.* 20: 61-71.
- Tsitsipis, J.A. 1977. Effect of constant temperatures on the eggs of the olive fruit fly, *Dacus oleae* (Diptera, Tephritidae). *Ann. Zool. Ecol. Anim.* 9: 133-139.
- Tsitsipis, J.A. and C. Abatzis. 1980. Relative humidity effects, at 20, on eggs of the olive fruit fly, *Dacus oleae* (Diptera: Tephritidae), reared on artificial diet. *Entomol. Exp. Appl.* 28: 92-99.
- White, I.M. and M.M. Elson-Harris. 1992. *Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics*. CABI International and ACIAR, UK. 624 p.
- Wharton, R. A., and F. E. Gilstrap. 1983. Key to the status of opiine braconid (Hymenoptera) parasitoids used in biological control of *Ceratitis capitata* and *Dacus s.l.* (Diptera: Tephritidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 76:721-742.
- Wong, M. A., and T. T. Y. Wong. 1988. Predation of the mediterranean fruit fly and the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) by the fire ant (Hymenoptera: Formicidae) in Hawaii. *Proceedings, Hawaiian Entomol. Soc.* 40 : 169-177.
- Vargas, R.I. and T. Nishida. 1985. Life

- history and demographic parameters of *Dacus latifrons* (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 78: 1242-1244.
- Vargas, R. I., W. A. Walsh, D. Kanehisa, J. D. Stark, and T. Nishida. 2000. Comparative demography of three Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae) at alternating temperatures. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 93: 75-81.
- Vayssieres, J. F., S. Korie, and D. Ayegnon. 2009. Correlation of fruit fly (Diptera Tephritidae) infestation of major mango cultivars in Borgou (Benin) with abiotic and biotic factors and assessment of damage. *Crop Prot.* 28: 477-488.
- Ye, H. 2001. Distribution of the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Yunnan province. *Acta Entomol. Sin.* 8: 175-182.
- Ye, H and J.H. Liu. 2005. Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in Xishuangbanna of Southern Yunnan, China. *J. Appl. Ecol.* 16: 1330-1334.
- Zhou, C., H. Chen, and P. Lin. 1995. *Comparison of the Impact of Temperature Humidity and Photoperiod on the Population Reproductivity of Three Fruit Flies.* http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-ZSDZ501.012.htm. 24 /8/2012.