



วิทยานิพนธ์

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริก
กับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ [*Bactrocera latifrons* (Hendel)]

RELATIONSHIP BETWEEN MORPHOLOGICAL
CHARACTERISTICS OF CHILLI FRUITS AND
INFESTATION OF FRUIT FLY [*Bactrocera latifrons* (Hendel)]

นายกฤษฎา จาตุรัส

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

พืชสวน

พืชสวน

สาขา

ภาควิชา

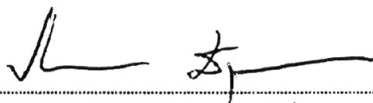
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริกกับการเข้าทำลายของแมลงวัน
ผลไม้ [*Bactrocera latifrons* (Hendel)]

Relationship between Morphological Characteristics of Chilli Fruits and Infestation of
Fruit Fly [*Bactrocera latifrons* (Hendel)]

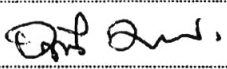
นามผู้วิจัย นายกฤษฎา จาตุรัส

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

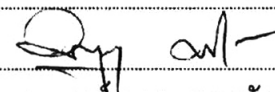
ประธานกรรมการ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปราโมทย์ สถิตย์สินธุ์, Dr. Ing)

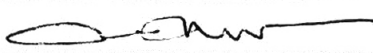
กรรมการ

( รองศาสตราจารย์อรรถนันท์ มงคลพร, Ph.D.)

กรรมการ

( อาจารย์บุบผา คงสมัย, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

( รองศาสตราจารย์จรัสแท้ ศิริพานิช, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์วินัย อากงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 1 เดือน มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๐

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริกกับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้
[*Bactrocera latifrons* (Hendel)]

Relationship between Morphological Characteristics of Chilli Fruits
and Infestation of Fruit Fly [*Bactrocera latifrons* (Hendel)]

โดย

นายกฤษฎา จาตุรัส

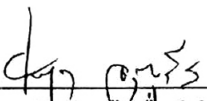
เสนอ

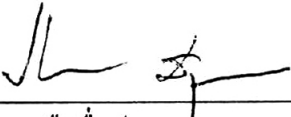
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
พ.ศ. 2550

กฤษฎา จาตุรัส 2550: ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริก
กับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ [*Bactrocera latifrons* (Hendel)] ปรินญาวิทยาศาสตร์
มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน ประธานกรรมการที่ปรึกษา:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปราโมทย์ สฤษดิ์นิรันดร์, Dr.Ing. 97 หน้า

การศึกษานี้ประกอบด้วย 3 การทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับวงจรชีวิต ลักษณะการเข้าทำลาย
ปัจจัยที่มีผลต่อการดึงดูด และความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริกกับการเข้า
ทำลายของแมลงวันผลไม้ ทำการทดลองภายใต้สภาพทรงทดสอบขนาด 40 x 60 x 40 เซนติเมตร
บุผนังด้วยตาข่ายเอ็นสีขาว ขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงเดือน
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ณ แปลงทดลอง 2 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ผลการทดลองเลี้ยงและเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก [*Bactrocera*
latifrons (Hendel)] โดยใช้ผลพริกสดเป็นแหล่งของการวางไข่ ใส่ในกรงเลี้ยงที่มีตัวเต็มวัย
ปล่อยให้มีการวางไข่ 1 – 2 วัน นำผลพริกที่ผ่านการวางไข่ไปไว้ในกล่องพลาสติกใสหรือตะกร้า
ที่รองพื้นด้วยดินร่อนละเอียด และเก็บดักได้จากดิน โดยมีวัสดุเลี้ยงตัวเต็มวัย คือ น้ำ อาหารเทียมที่
มีส่วนประกอบของยีสต์สกัด 3 ส่วน และน้ำตาลทรายขาว 1 ส่วน และผลกล้วยน้ำว้าสุก พบว่า
วงจรชีวิต มี 4 ระยะ ได้แก่ ระยะไข่ ประมาณ 2 – 3 วัน ระยะหนอน ประมาณ 7 – 9 วัน ระยะดักแด้
ประมาณ 9 – 12 วัน และระยะตัวเต็มวัย ประมาณ 35 – 50 วัน ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการ
ดึงดูดของแมลงวันผลไม้ พบว่า น้ำคั้นจากผลมะม่วงสุกดึงดูดต่อพฤติกรรมการดูดกินมากที่สุด
รองลงมาคือ น้ำคั้นจากผลฝรั่ง และน้ำคั้นจากผลพริก โดยพบพฤติกรรมการวางไข่และการเข้า
ทำลายของหนอนเฉพาะผลพริก และไม่พบในผลมะม่วงสุก ฝรั่ง และชมพู ทั้งนี้ แมลงวันผลไม้
ชนิดทำลายผลพริกไม่ตอบสนองใดๆ ต่อสารเมธิลยูจินอล ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง
ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริกกับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ พบว่า ความกว้าง
ความยาว และความหนาเนื้อของผลพริก มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับจำนวนผลที่ถูกทำลาย
จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล และจำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล อยู่ในช่วง 0.85 – 0.95


ลายมือชื่อนิติติ

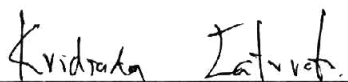

ลายมือชื่อประธานกรรมการ

๒๕ / พ.ย. / ๒๕๕๐

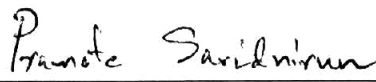
Kridsada Jaturat 2007: Relationship between Morphological Characteristics of Chilli Fruits and Infestation of Fruit Fly [*Bactrocera latifrons* (Hendel)]. Master of Science (Agriculture), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Assistant Professor Pramote Saridnirun, Dr.Ing. 97 pages.

This study was divided into three experiments involving life cycle, infestation character, attracting factor and relationship between chilli fruit characters and infestation of Solanum fruit fly. The experiments were conducted in a 16 fine meshes cage with 40 x 60 x 40 centimeter in size from April 2005 to February 2007 at the Experimental Field 2, Department of Horticulture, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom

Solanum fruit fly [*Bactrocera latifrons* (Hendel)] life cycle consisted of four stages including egg, larva, pupa and adult ranging 2 – 3, 7 – 9, 9 – 12 and 35 – 50 days respectively. Fresh chilli fruits were the fruit fly food sources for laying eggs in the rearing cage. After 1 – 2 day egg laying, the chilli fruits were transferred into a clear plastic box or a plastic basket with a layer of fine soil. Pupae were collected from the fine soil and fed with artificial food (3:1 of yeast extract and white sugar), clean water and ripe banana. The study on attractiveness of various fresh fruits and fruit juices including mango, guava, wax apple and chilli influencing infestation of Solanum fruit fly was determined in a 16 fine meshes cage with 40 x 60 x 40 centimeter in size. Mango and guava juices attracted more fruit flies than chilli juice, while methyl eugenol had no effect on Solanum fruit fly. However, Solanum fruit flies laid eggs in chilli fruits only. Relationship between chilli fruit appearance and infestation of Solanum fruit fly was studied on different seven chilli types in testing cage condition. Pearson's correlation coefficient between fruit width, length and thickness and total infested fruit number, number of pupa per fruit and number of adult per fruit showed highly positive significant value ranging 0.85 – 0.95.



Student's signature



Thesis Advisor's signature

26 / MAY / 2007

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ สฤณรัตน์ ประธาน
กรรมการ ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษาด้านการเรียนและการวิจัย ตลอดจนการดำเนินชีวิต และกรุณา
ตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อรรถนัย มงคลพร กรรมการ
วิชาเอก อาจารย์ ดร. บุญผา คงสมัย กรรมการวิชาการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริพรรณ ดันตาคม
ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำปรึกษา และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์
และสำเร็จด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จุลภาค คຸ້นวงศ์ อาจารย์ ดร. สิริกุล ะสี และ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อุไรวรรณ นิลเพ็ชร ที่กรุณาช่วยให้คำปรึกษา และแนะแนวทางการวิจัยของ
วิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบคุณศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุน
การเรียนและการวิจัยนี้

ขอขอบคุณสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม
ที่กรุณาให้คำปรึกษา ตลอดจนอนุเคราะห์ข้อมูล และศึกษาดูงานด้านกฏวิทยาของแมลงวันผลไม้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสงบ จาตุรัส คุณแม่ณภัทร จาตุรัส ที่เลี้ยงดู และอบรมสั่งสอน
ตลอดมาจนสามารถจบการศึกษาในระดับปริญญาโทนี้ ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่
ให้ความช่วยเหลือทั้งกำลังกายและใจ

ประโยชน์ใดที่พึงได้จากวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบแก่คุณพ่อ คุณแม่ ผู้ให้กำเนิด คณาจารย์ผู้สั่ง
สอน ญาติมิตร และพี่น้องผู้ร่วมงานทุกคน

กฤษฎา จาตุรัส

พฤษภาคม 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	21
ผลและวิจารณ์	39
การทดลองที่ 1	39
การทดลองที่ 2	50
การทดลองที่ 3	67
สรุปและข้อเสนอแนะ	82
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	85
ภาคผนวก	94

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อายุของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยในรุ่นพ่อแม่ และอายุไข่ หนอน และ ดักแด้ของแมลงวันผลไม้ในรุ่นลูก ที่เลี้ยงภายใต้สภาพกรงทดสอบ โดยใช้ อาหารสำหรับเลี้ยงตัวเต็มวัยที่แตกต่างกัน	47
2	ค่าเฉลี่ยของจำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล ขนาดของดักแด้ และจำนวนตัวเต็ม วัยที่ได้ต่อผล ในพืชทดสอบชนิดต่างๆ ที่วางไว้ในภายนอกกรงทดสอบ เพื่อ ศึกษาจำนวนแมลงวันผลไม้ที่มีการเข้าทำลายก่อนการทดลอง	52
3	ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่ต่อผล จำนวนดักแด้ต่อผล ขนาดของดักแด้ และจำนวน ตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล ในพืชทดสอบชนิดต่างๆ ที่ผ่านการวางไว้ในกรงทดสอบ ที่มีแมลงวันผลไม้ จำนวน 5 คู่ต่อกรง	53
4	ค่าเฉลี่ยของจำนวนแมลงวันผลไม้รวม จำนวนแมลงวันผลไม้ตัวผู้และตัวเมีย ที่เกาะบนสำลีสบบริเวณรอยหยดของสารดึงดูดชนิดต่างๆ	57
5	ค่าเฉลี่ยของจำนวนแมลงวันผลไม้รวม จำนวนแมลงวันผลไม้ตัวผู้และตัวเมีย ที่เกาะบนสำลีสบบริเวณรอยหยดของน้ำคั้นจากผลฝรั่ง น้ำคั้นจากผลพริกหวานสี เขียว เมลิตูจินอล และน้ำเปล่า	63
6	ค่าเฉลี่ยของจำนวนแมลงวันผลไม้รวม จำนวนแมลงวันผลไม้ตัวผู้และตัวเมีย ที่เกาะบนสำลีสบบริเวณรอยหยดของน้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว เมลิตูจินอล และน้ำเปล่า	63
7	ค่าเฉลี่ยของจำนวนแมลงวันผลไม้รวม จำนวนแมลงวันผลไม้ตัวผู้และตัวเมีย ที่เกาะบนสำลีสบบริเวณรอยหยดของน้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว เมลิตูจินอล และน้ำเปล่า	64
8	ค่าเฉลี่ยของความกว้างผล ความยาวผล ความหนาเนื้อผล และสีผลของพริก ประเภทต่างๆ ที่ศึกษา	68
9	ค่าเฉลี่ยของจำนวนผลที่ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ จำนวนดักแด้ที่เก็บ ได้ต่อผล จำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล เพอร์เซ็นต์การพัฒนาจากดักแด้เป็นตัว เต็มวัย และอัตราส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมีย ในพริกประเภทต่างๆ ที่ผ่าน การทดสอบในกรงทดสอบ	71

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	ค่าเฉลี่ยของขนาดของดักแด้ จำนวนวันจากระยะไข่เป็นระยะหนอน (DEL) จำนวนวันจากระยะไข่เป็นระยะดักแด้ (DEP) และจำนวนวันจากระยะดักแด้เป็นระยะตัวเต็มวัย (DPA) ของพริกประเภทต่างๆ ที่ผ่านการวางไข่ในโรงเลี้ยงแมลงวันผลไม้	72
11	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r : Pearson's correlation coefficient) ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริก กับจำนวนผลที่ถูกทำลาย จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล (NPR) จำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล (NAE) และความกว้างและความยาวของดักแด้	77
12	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r : Pearson's correlation coefficient) ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริก กับจำนวนผลที่ถูกทำลาย จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล (NPR) จำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล (NAE) ความกว้างและความยาวของดักแด้ จำนวนวันจากระยะไข่เป็นระยะหนอน (DEL) จำนวนวันจากระยะไข่เป็นระยะดักแด้ (DEP) และจำนวนวันจากระยะดักแด้เป็นระยะตัวเต็มวัย (DPA)	78

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก (<i>Bactrocera latifrons</i>)	11
2	แผนผังการศึกษาการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในผลพริก เพื่อนำไปใช้ในการประเมินเชื้อพันธุกรรมพริก	21
3	อุปกรณ์และการเตรียมตัวอย่างสำหรับการศึกษาการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในผลพริก (ก) ผลพริกที่พบการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ และ (ข) กถ้องพลาสติกใสที่ผ่าด้วยดาบฆ่าเอ็นสีขาว เพื่อใช้ในการเก็บดักแด้	26
4	อุปกรณ์ในการเลี้ยงและการเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้ (ก) กรงเลี้ยงแมลงวันผลไม้ (ข) อาหารเทียมสำหรับเลี้ยงแมลงวันผลไม้ในระยะตัวเต็มวัย และ (ค) ขวดแก้วใสที่ปิดฝาด้วยดาบฆ่าเอ็นสีขาวเพื่อใช้ในการศึกษาระยะเวลาในการพัฒนาจากรยะดักแด้เป็นระยะตัวเต็มวัย	27
5	กรงทดสอบที่ใช้ในการศึกษาการตอบสนองของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยต่อการเข้าทำลายในพืชดั้งคุดต่างๆ	31
6	การวางผลพืชทดสอบในตะกร้าที่รองพื้นด้วยดินร่อนละเอียด และคลุมด้วยดาบฆ่าเอ็นสีขาวเพื่อใช้ในการเก็บดักแด้	31
7	แผ่นสำลีสีขาวที่หยดด้วยสารดักคุด และนำไปใช้ในการศึกษาการดักคุดของสารดักคุดชนิดต่างๆ ต่อแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย	32
8	การแขวนสำลีสีขาวที่หยดด้วยสารดักคุดชนิดต่างๆ ในกรงทดสอบการดักคุดของสารดักคุดชนิดต่างๆ ที่มีต่อแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย	32
9	ลักษณะของผลพริกประเภทต่างๆ ที่ศึกษา (จากซ้ายไปขวา) พริกชี้ฟ้าสีแดง พริกหยวก พริกชี้ฟ้าสีเขียว พริกเหลือง พริกขี้หนูผลใหญ่สีเขียว พริกขี้หนูผลใหญ่สีแดง และพริกขี้หนูผลเล็กสีเขียว	36
10	ลักษณะการแขวนผลพริกประเภทต่างๆ แบบสุ่มในกรงทดสอบ	36
11	วงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก (1) ระยะไข่ (2) ระยะตัวหนอน (3) ระยะดักแด้ และ (4) ระยะตัวเต็มวัย	41
12	พฤติกรรมการวางไข่ของแมลงวันผลไม้ตัวเมียในผลพริก	41
13	ลักษณะไข่ของแมลงวันผลไม้ที่พบในผลพริก (35x)	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
14	การทำลายของหนอนแมลงวันผลไม้ โดยการกัดกินส่วนที่อยู่ภายในผลพริก (15x)	42
15	ผลพริกที่แสดงอาการเน่าและเนื่องจากการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันผลไม้ และมีการเข้าทำลายซ้ำของจุลินทรีย์	43
16	จุลินทรีย์ตัวอย่างที่พบในผลพริกที่ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ (400x)	43
17	พฤติกรรมการเจาะผิวผลพริกของหนอนแมลงวันผลไม้ เพื่อเข้าสู่ตัวแก่ภายนอกผลพริก	44
18	ลักษณะตัวแก่ของแมลงวันผลไม้ที่เข้าทำลายในผลพริก (3x)	44
19	ลักษณะตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก (ก) ตัวผู้ และ (ข) ตัวเมีย (5x)	45
20	ขั้นตอนการเลี้ยง และการเพิ่มจำนวนประชากรแมลงวันผลไม้	49
21	จำนวนดักแด้รวมที่เก็บได้จากผลพริกหวานสีเขียวสี และมะม่วงสุก ที่ผ่านการวางไว้ในกรงทดสอบ	54
22	(ก) ลักษณะของแมลงวันผลไม้ที่พบการเข้าทำลายในผลพริกหวานสีเขียว (<i>Bactrocera. latifrons</i>) และ (ข) แมลงวันผลไม้ที่พบการเข้าทำลายในผลมะม่วงสุก (<i>Bactrocera. dorsalis</i>) (5x)	54
23	ลักษณะของแมลงวันผลไม้ Mexican fruit fly ที่พบการเข้าทำลายในผลพริก harbanero	55
24	เปรียบเทียบลักษณะของแมลงวันผลไม้ (ก) แมลงวันผลไม้ที่พบการเข้าทำลายในผลชมพู และ (ข) แมลงวันผลไม้ที่พบการเข้าทำลายในผลพริกหวานสีเขียว (5x)	58
25	จำนวนแมลงวันผลไม้รวมที่พบบริเวณรอยหยดของสารดึงดูดชนิดต่างๆ ในช่วงเวลา 15 30 45 และ 60 นาที หลังจากใส่ในกรงทดสอบ	60
26	จำนวนแมลงวันผลไม้ตัวผู้ที่พบบริเวณรอยหยดของสารดึงดูดชนิดต่างๆ ในช่วงเวลา 15 30 45 และ 60 นาที หลังจากใส่ในกรงทดสอบ	60
27	จำนวนแมลงวันผลไม้ตัวเมียบที่พบบริเวณรอยหยดของสารดึงดูดชนิดต่างๆ ในช่วงเวลา 15 30 45 และ 60 นาที หลังจากใส่ในกรงทดสอบ	61

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
28	ความแตกต่างของจำนวนแมลงวันผลไม้ที่เกาะบริเวณรอยหยักของสารตั้งดูคชนิดต่างๆ (ก) แมลงวันผลไม้ที่เกาะบริเวณน้ำคั้นจากผลมะม่วงสุก (ข) แมลงวันผลไม้เกาะบริเวณน้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว และ (ค) แผ่นสำลีที่หยดด้วยสารเมธิลยูจีนอล	66
29	พริกขี้หนูผลเล็กที่ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ (2x)	73

**ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริกกับการเข้าทำลายของ
แมลงวันผลไม้ [*Bactrocera latifrons* (Hendel)]**

**Relationship between Morphological Characteristics of Chilli Fruits
and Infestation of Fruit Fly [*Bactrocera latifrons* (Hendel)]**

คำนำ

พริกเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของโลก เนื่องจากมีปริมาณการบริโภคที่สูง โดยใช้เป็นเครื่องปรุงรสของอาหารนานาชาติ และมีปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้นทุกปี โดยมีปริมาณการส่งออกของผลผลิตพริกสดทั่วโลกในปี พ.ศ. 2546 ประมาณ 2 ล้านตัน เป็นมูลค่าประมาณ 3 พันล้านเหรียญสหรัฐ ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพริก 502,526 ไร่ สามารถให้ผลผลิตประมาณ 554,438 ตัน โดยมีปริมาณการส่งออกในปี พ.ศ. 2546 เท่ากับ 14,239 ตัน รวมเป็นมูลค่า 158.3 ล้านบาท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2546; FAO, 2006) พริกเป็นแหล่งของวิตามินที่สำคัญ ได้แก่ วิตามินซี วิตามินเอ และวิตามินอี เป็นต้น นอกจากนี้ พริกยังมีสารในกลุ่มแคปไซซินอยด์มากมายซึ่งเป็นสารที่ทำให้รู้สึกเผ็ด สารในกลุ่มแคปไซซินอยด์ที่พบในปริมาณสูงที่สุด คือ สารแคปไซซิน ซึ่งในปัจจุบันมีการนำสารดังกล่าวมาใช้มากขึ้น เพื่อประโยชน์ทางด้านสุขภาพของมนุษย์ โดยเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ เช่น เป็นส่วนประกอบของน้ำมันทาแก้ปวดเมื่อย บรรเทาอาการปวด ยารักษาโรคผิวหนัง ยาลดความอ้วน สารฆ่าแบคทีเรีย แก๊สน้ำตา และเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์เพื่อใช้ทดแทนยาปฏิชีวนะ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการสกัดน้ำมันพริกเพื่อนำไปใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์พริกแปรรูป ทำให้ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตพริกมีความสำคัญมากขึ้นตามลำดับ

ปัญหาที่สำคัญในการผลิตพริก คือ ความไม่สม่ำเสมอของผลผลิตพริก ทั้งในด้านลักษณะผลผลิตและคุณภาพผลผลิต การระบาดของโรคแอนแทรกโนส และโรคไวรัส และการเข้าทำลายของแมลง เช่น เพลี้ยไฟ และไรขาว ทั้งนี้ในปัจจุบัน ปัญหาใหม่ที่สำคัญ และนับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น คือ การเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ เนื่องจากส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพผลผลิต ผลผลิตต่อพื้นที่ และการส่งออกผลผลิต

แมลงวันผลไม้เป็นแมลงศัตรูพืชที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากมีความสามารถในการแพร่ระบาดตลอดปี ทั้งภายในถิ่นกำเนิดหรือต่างถิ่นกำเนิด จึงทำให้หลายประเทศมีการกีดกันผลผลิต

ของประเทศที่พบการแพร่ระบาดของแมลงวันผลไม้ หรือประเทศใดที่ยอมรับก็ต้องผ่านกระบวนการกำจัดไข่และหนอนแมลงวันผลไม้ ซึ่งวิธีดังกล่าวเป็นผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นด้วย โดยส่วนใหญ่แล้วชนิดพืชที่มีผลกระทบมากที่สุด คือ ไม้ผล และผักกินผล แต่ในปัจจุบัน พบว่า แมลงวันผลไม้สามารถเข้าทำลายผลผลิตพริกได้ โดยในต่างประเทศได้มีการตรวจพบและศึกษาเบื้องต้นพบว่า แมลงวันผลไม้ที่พบการเข้าทำลายในพริกมีถึง 12 ชนิด พบการเข้าทำลายทั้งในพริกที่มีความเผ็ดสูง คือ พริก habanero (100,000 – 500,000 SU) พริกที่มีความเผ็ดปานกลาง คือ พริก manzano (12,000 – 30,000 SU) และพริกหวาน (0 SU) และมีรายงานว่า แมลงวันผลไม้สามารถทำให้ผลผลิตพริกสูญเสียถึง 70 เปอร์เซ็นต์

การสูญเสียของผลผลิตพริกเนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ กลายเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ และอุตสาหกรรมการส่งออกพริกสดของประเทศไทยเป็นอย่างมาก และถึงแม้ว่าจะมีการศึกษาวิธีการป้องกันและกำจัดแมลงวันผลไม้มาอย่างมากมายก็ตาม แต่วิธีดังกล่าวนั้นเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิต วิธีการห่อผลผลิตด้วยวัสดุต่างๆ นั้นไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการผลิตพริกได้ วิธีการใช้เหยื่อล่อก็ยังขาดประสิทธิภาพในช่วงที่มีการระบาดมาก การใช้สารเคมีก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อมและสุขภาพของผู้บริโภค ทั้งนี้ การใช้พันธุ์พืชที่ต้านทานต่อแมลงวันผลไม้ เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีวิธีหนึ่ง เพราะนอกจากจะลดการสูญเสียของผลผลิตแล้วยังลดการใช้สารเคมีและต้นทุนในการผลิตอีกด้วย

ทั้งนี้ ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้ดำเนินโครงการจัดการเชื้อพันธุกรรมพริก โดยส่วนหนึ่งของโครงการดังกล่าว คือ การประเมินเชื้อพันธุกรรมพริกในลักษณะต้านทานต่อแมลงวันผลไม้ ทั้งนี้ ในกระบวนการประเมินเชื้อพันธุกรรมและปรับปรุงพันธุ์พริกต้านทานต่อการเข้าทำลายของแมลงวันนั้น เป็นการศึกษาสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด พร้อมๆ กันไป นั่นคือ พืชและแมลง โดยในการศึกษาขั้นต้นจำเป็นต้องทราบลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืช วงจรชีวิต ลักษณะการเข้าทำลาย วิธีการเลี้ยงและการเพิ่มจำนวน ปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในพริก และความสัมพันธ์ระหว่างพริกกับแมลงวันผลไม้ นำไปสู่การศึกษาปฏิกิริยาของยีน การถ่ายทอดทางพันธุกรรม และกระบวนการปรับปรุงพันธุ์พืชต้านทานต่อไป แต่จากการตรวจเอกสาร พบว่า การศึกษาการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในประเทศไทยยังมีน้อย โดยส่วนใหญ่เน้นศึกษาถึงวิธีการป้องกันและกำจัด และปัจจัยที่ดึงดูดต่อ

การเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ นอกจากนี้ ยังไม่พบการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงพันธุ์เพื่อต้านทานต่อแมลงวันผลไม้ทั้งในพริกและในพืชชนิดอื่นๆ แต่อย่างใด ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายพริก ซึ่งในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ใช้คำว่าแมลงวันผลไม้ ได้แก่ วงจรชีวิต ลักษณะการเข้าทำลาย ปัจจัยที่มีผลต่อการดึงดูดแมลง วิธีการเลี้ยง และการเพิ่มจำนวน และความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพริกกับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมินเชื้อพันธุ์กรรมพริก และการปรับปรุงพันธุ์พริกเพื่อต้านทานต่อแมลงวันผลไม้ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาข้อมูลของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก ได้แก่ วงจรชีวิต ลักษณะการเข้าทำลาย ปัจจัยที่มีผลต่อการดึงดูดแมลง และวิธีการเลี้ยงและการเพิ่มจำนวนประชากร
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริก คือ ความกว้างผล ความยาวผล ความหนาเนื้อ และสีผล กับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพริก

1. ลักษณะทั่วไป

พริกมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนชื้นของทวีปอเมริกา มีผู้พบผลพริกในหลุมศพที่มีอายุถึง 2,000 ปี (มณีจันทร์, 2541) พริกถูกนำไปเผยแพร่ในประเทศสเปน ในปี ค.ศ. 1493 หลังจากนั้นจึงมีการแพร่กระจายออกไปทั่วโลก พบการกระจายของพันธุ์ปลูกมากมายในประเทศเม็กซิโก และกัวเตมาลา มีการอธิบายลักษณะของพริกในประเทศสหรัฐอเมริกา และอังกฤษ ในปี ค.ศ. 1514 (Decoteau, 2000) โดยพันธุ์ที่มีความเผ็ด (pungency) จัด จะได้รับความนิยมในประเทศเขตร้อน ส่วนพันธุ์ที่มีความเผ็ดน้อยนิยมปลูกมากในเขตอบอุ่นและเขตหนาว (จานุลักษณ์, 2541) สำหรับประเทศไทย เข้าใจกันว่าพริกถูกนำเข้ามาโดยพ่อค้าชาวโปรตุเกส (มณีจันทร์, 2541)

พริกเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Solanaceae เช่นเดียวกับมะเขือเทศ มันฝรั่ง และยาสูบ โดยพริกจัดอยู่ในสกุล *Capsicum* ซึ่งประกอบด้วยพืชชนิดต่างๆ ประมาณ 20 – 30 ชนิด (ประเสริฐ, 2544) พริกมีจำนวนโครโมโซม $2n = 24$ เป็นพืชผสมตัวเองตามธรรมชาติ แต่มีอัตราการผสมข้ามสูง อยู่ในช่วง 9 – 68 เปอร์เซ็นต์ โดยลมและแมลงเป็นพาหะ สาเหตุที่ทำให้มีการผสมข้ามสูงทั้งที่เป็นดอกสมบูรณ์เพศ เนื่องจากไข่อ้อมผสมทันทีที่ดอกบาน ส่วนละอองเกสรตัวผู้พร้อมรับการผสมหลังดอกบาน 2 – 3 วัน (จานุลักษณ์, 2541) ดอกเป็นดอกเดี่ยวเกิดที่ข้อ หรืออาจมีหลายดอกติดๆ กันจนดูคล้ายเป็นดอกช่อ (มณีจันทร์, 2541) ดอกของพริกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ส่วนใหญ่มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบเลี้ยงมีสีเขียว ฐานของกลีบเลี้ยงติดกัน ปลายแยกออกเป็นกลีบ ลักษณะของกลีบดอก รูปร่างผล สี ผล และรูปร่างใบ มีความแตกต่างกันออกไปตามแต่ละพันธุ์ พริกเป็นพืชไม้พุ่ม มีลักษณะการเจริญเติบโตเหมือนกับมะเขือเทศ คือ ประเภทเลื้อย (indeterminate type) ประเภทกึ่งเลื้อย (semi-determinate type) และประเภทพุ่ม (determinate type) ลำต้นแตกกิ่งแบบรศมี และกิ่งแขนงแตกสาขาแบบทวิคูณ (dichotomous) จึงมักพบว่าต้นพริกที่สมบูรณ์จะมีกิ่งแตกขึ้นมาจากต้นที่ระดับดินหลายกิ่ง จนดูคล้ายว่ามีหลายต้นอยู่รวมที่เดียวกัน พริกเป็นพืชที่มีระบบรากลึก เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่รากฝอยจะแผ่ออกไปหาгинด้านข้างในรัศมีกว่า 1 เมตร และหยั่งลึกลงไปดินเกินกว่า 1.20 เมตร ตรงบริเวณรอบๆ ต้นมีรากฝอยสานกันอยู่หนาแน่นมาก (นิพนธ์ และ รานี, 2536; จานุลักษณ์, 2541)

2. การจำแนกชนิดของพริก

Pickersgill (1969) ได้จำแนกชนิดของพริกที่นิยมปลูกได้ 5 ชนิด ดังนี้

2.1 *Capsicum annuum* L. เป็นชนิดที่นิยมปลูกทั่วโลก และมีความสำคัญมากที่สุดเมื่อเทียบกับพริกชนิดอื่นๆ มีขนาดรูปร่างผล และสีผล แตกต่างกันไปตามแต่ละพันธุ์ แหล่งกำเนิดของพริกชนิดนี้อยู่ในอเมริกากลาง (IBPGR Secretariat, 1983) มีความสูงต้นเฉลี่ย 30 – 70 เซนติเมตร บางพันธุ์อาจเป็นไม้ยืนต้นอายุหลายปี และมีความสูง 1.2 – 1.5 เมตร ให้ผลเร็วหรือปานกลาง ใบและต้นมีขนค่อนข้างมาก ลักษณะที่แตกต่างจากพริกชนิดอื่นอย่างชัดเจน คือ กลีบดอกมีสีขาว ส่วนมากมีผลเดี่ยว (Pickersgill, 1969) อับเกสรสีน้ำเงินจนถึงม่วง กรวยรองกลีบดอก (calyx) เป็นแฉก (กฤษฎา, 2535) ผลมีรูปร่างต่างๆ กัน โดยปกติผลมีความกว้างเกินกว่า 0.8 เซนติเมตร และยาว 0.8 – 2.5 เซนติเมตร มีทั้งรสเผ็ดและไม่เผ็ด ผลอ่อนมีสีเขียวหรือเหลือง ผลแก่มีสีแดง เหลืองหรือน้ำตาล เมล็ดมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 – 5 เซนติเมตร (นิพนธ์ และ รานี, 2536; ประเสริฐ, 2544) จากการสำรวจการปลูกพริกชนิดนี้ในประเทศไทย พบว่า มีจำนวน 31 สายพันธุ์ เช่น พริกขี้หนู พริกขี้หนูจินดา พริกขี้ฟ้า พริกหวาน และพริกยักษ์ เป็นต้น (มณีฉัตร, 2541)

2.2 *Capsicum frutescens* L. มีแหล่งกำเนิดอยู่ในอเมริกาใต้ พบการปลูกกระจายอยู่ในประเทศบราซิลตอนใต้ไปจนถึงตอนกลางของทวีปอเมริกา หมู่เกาะเวสต์ อินดีส (West Indies) ทวีปแอฟริกา และทวีปเอเชีย (IBPGR Secretariat, 1983) พริกชนิดนี้มีความสูงต้นประมาณ 45 – 75 เซนติเมตร เท่านั้น ผลค่อนข้างจะแก่ช้า ต้นและใบมีขนเล็กน้อย พริกที่มีความสำคัญที่สุด คือ พริกทาบา스코 (tabasco) ส่วนมากปลูกในประเทศอเมริกา นอกจากนี้ยังพบการปลูกพริกชนิดนี้ในแถบทะเลแคริบเบียน (Caribbean Sea) ทวีปยุโรป และทวีปเอเชีย โดยพันธุ์ที่นิยมปลูกในทวีปเอเชีย คือ พันธุ์ที่มีผลเล็ก มีความเผ็ดมาก บางแห่งจะใช้พริกชนิดนี้ในการสกัดน้ำมันพริก (oleoresin) พริกชนิดนี้มีลักษณะเด่น คือ มีดอกเดี่ยว บางพันธุ์โดยเฉพาะพันธุ์ป่าอาจมี 3 – 6 ดอกต่อข้อ ดอกมีสีเขียวอ่อน (greenish white) หรือสีขาวอมเขียว อับเกสรสีน้ำเงิน ดอกเรียวยาวอาจตั้งขึ้นหรือห้อยลงก็ได้ ดอกยาวประมาณ 6 – 10 มิลลิเมตร กรวยรองกลีบดอกมักจะด้วนสั้น ผลมีทั้งกลม รูปกรวยจนถึงยาว ปลายผลมีทั้งแหลมและมน ผลกว้างประมาณ 0.6 – 3.0 เซนติเมตร และยาวประมาณ 1 – 8 เซนติเมตร ไม่พบผลที่ยาวเกิน 10 เซนติเมตร ผลอ่อนมักมีสีเขียวหรือเหลือง ผลแก่มีสีแดง เหลืองหรือน้ำตาล (นิพนธ์ และ รานี, 2536; มณีฉัตร, 2541) เมล็ดมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 – 3.0 มิลลิเมตร

(ประเสริฐ, 2544) ตัวอย่างพริกชนิดนี้ที่พบการปลูกในประเทศไทย ได้แก่ พริกชี้ฟ้า พริก เกษตร และพริกขาว (Warayos, 1986)

2.3 *Capsicum chinense* Jacq. เป็นพริกที่มีความสำคัญมากในแถบภูเขาอินดีสของทวีปอเมริกาใต้ พบการกระจายพันธุ์ของพริกชนิดนี้ในบริเวณลุ่มน้ำอเมซอน (Amazon) (Pickersgill, 1969) พริกในกลุ่มนี้มีผลขนาดใหญ่ เนื้อหนา ใช้รับประทานสด พริกที่เนื้อบางใช้ทำพริกแห้ง ส่วนพริกผลเล็กมีกลิ่นและมีความเผ็ดมาก โดยเชื่อว่ามีความเผ็ดมากที่สุดในพริกที่ปลูกทั้งหมด พริกชนิดนี้มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์คล้ายคลึงกับ *C. annuum* และ *C. frutescens* กลีบดอกมีสีเขียวอ่อน หรือสีขาว อับเกสรสีน้ำตาลเงิน กรวยรองกลีบดอกเป็นวงแหวน โดยรอบและมีขอบเป็นแฉก ดอกมี 2 ดอก หรือมากกว่า 2 ดอกต่อข้อ เมื่อผลแก่จะมีรอยคอดที่กลีบเลี้ยงติดกับก้านของผล (มณีจันทร์, 2541)

2.4 *Capsicum baccatum* L. เชื่อว่าแหล่งกำเนิดของพริกชนิดนี้อยู่ในประเทศโบลิเวีย (Heiser, 1976) พบการกระจายพันธุ์ของพริกชนิดนี้ในประเทศเปรู โบลิเวีย อาร์เจนตินา บราซิล (IBPGR Secretariat, 1983) ไม่นิยมปลูกในทวีปเอเชียและแอฟริกา ลักษณะเด่นของพริกชนิดนี้ คือ ดอกมีสีขาว และมีจุดสีเหลืองที่กลีบดอก (มณีจันทร์, 2541)

2.5 *Capsicum pubescens* Ruiz & Pavon พริกชนิดนี้นิยมปลูกบนพื้นที่สูงเพราะทนทานต่อสภาพอุณหภูมิต่ำ แต่ก็พบการปลูกในพื้นที่ราบเช่นกัน (Pickersgill, 1969) โดยเชื่อว่าแหล่งกำเนิดของพริกชนิดนี้อยู่ที่ประเทศโบลิเวีย (Eshbaugh, 1980) พริกชนิดนี้ติดผลค่อนข้างยากเมื่อปลูกในแถบร้อน ผลของพริกมีเนื้อหนา มีเปอร์เซ็นต์ของน้ำสูงแต่มีความเผ็ดมาก ลักษณะเดิมของพริกชนิดนี้ คือ กลีบดอกสีม่วง ไม่มีจุดที่กลีบดอก และเมล็ดสีดำ (Warayos, 1986) ใบอ่อนนุ่มมีขน ผลมีสีเหลืองจนถึงสีส้ม (กฤษฎา, 2535)

Dewitt and Bosland (1996) รายงานว่า พริกในกลุ่ม *C. baccatum* และ *C. pubescens* ไม่มีการแพร่กระจายออกจากทวีปอเมริกาใต้ โดยพริกที่ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน คือ พริกในกลุ่ม *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense* และพริกที่เกิดจากการผสมข้ามชนิด (interspecific hybridization) ของพริกทั้ง 3 กลุ่ม ซึ่งเรียกว่า *annuum-frutescens-chinense* complex

การจำแนกพริกยังสามารถใช้ลักษณะอื่นๆ เป็นเกณฑ์ เช่น ทรงพุ่ม การเจริญเติบโต และความเผ็ด เป็นต้น ลักษณะที่นิยมใช้เป็นเกณฑ์มากที่สุด คือ ลักษณะผล โดย Decoteau (2000) ได้จำแนกตามลักษณะผลพริกที่เป็นพันธุ์การค้า ได้แก่ Bell group, Pimiento group, New Mexican group, Cayenne group, Jalapeno group, Wax group และ Tabasco group

3. คุณค่าทางอาหาร และสารสำคัญของพริก

พริกเป็นแหล่งของวิตามินซี ซึ่งมีปริมาณมากกว่าวิตามินซีในส้มที่น้ำหนักเท่ากัน โดยในพริก 1 ออนซ์ (28 กรัม) มีวิตามินซีสูงถึง 100 มิลลิกรัม ซึ่งสูงกว่าระดับของวิตามินซีที่ร่างกายต้องการในแต่ละวัน นอกจากนี้ยังมีวิตามินเอ และวิตามินอี ซึ่งเป็นสารที่สำคัญต่อร่างกาย และมีคุณสมบัติในการต่อต้านการเกิดอนุมูลอิสระ (antioxidant) โดยพริกสีเขียวในกลุ่ม Bell group มีปริมาณวิตามินเอ วิตามินซี และพลังงานต่อส่วนที่บริโภค 1,900 กรัม เท่ากับ 530 IU 128 มิลลิกรัม และ 25 กิโลแคลอรี ตามลำดับ ส่วนสารที่ให้สีแดง คือ สารแคปแซนทีน (capsanthin) (สุปรียา, ม.ป.ป.; Bosland and Votara, 1999) นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของสารอาหารและสารอื่นๆ อีกมากมาย เช่น โพรตีน เส้นใย แคลเซียม และแคโรทีน เป็นต้น (มณีฉัตร, 2541)

การบริโภคพริกในปัจจุบันมีความหลากหลายมากขึ้น ทั้งในรูปผลสด ผลแห้ง ผลิตภัณฑ์แปรรูป และสารสำคัญ ซึ่งสารสำคัญที่มีการสกัดและนำมาใช้ในอุตสาหกรรม และมีความสำคัญมากขึ้นตามลำดับ คือ

1. น้ำมันพริกหรือที่เรียกว่า สารโอลีโอเรซิน (oleoresin) เป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดกลิ่นที่มีลักษณะเฉพาะของพริกแต่ละชนิด ซึ่งเป็นสารที่มีส่วนผสมระหว่างส่วนที่สามารถระเหยได้ คือ น้ำมันหอมระเหย (volatile oil) และส่วนที่ไม่สามารถระเหยได้ คือ น้ำมันที่สกัดได้จากพืชซึ่งอยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) รสชาติต่างๆ และสารประกอบที่ให้รสชาติ เช่น สารที่ให้ความเผ็ด และสารกันหืนตามธรรมชาติ (สุปรียา, ม.ป.ป.; Hainrihar, 1991) โดยสารโอลีโอเรซินนี้นำไปใช้ในอุตสาหกรรมพริก เช่น น้ำพริก และซอสพริก เป็นต้น

2. สารในกลุ่มแคปไซซินอยด์ (capsaicinoid) เป็นกลุ่มของสารที่ให้ความเผ็ด โดยส่วนใหญ่ประกอบด้วย สารแคปไซซิน และสารไดไฮโดรแคปไซซิน ซึ่งในปัจจุบัน สารแคปไซซินนี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น บรรเทาอาการไข้หวัด ทำให้หายใจสะดวกขึ้น ลดการ

อุดตันของเส้นเลือด ลดปริมาณคอเลสเตอรอลชนิดไม่ดี แต่ส่งเสริมให้มีการสร้างคอเลสเตอรอลชนิดดี ลดความเสี่ยงในการเป็นโรคมะเร็ง บรรเทาอาการเจ็บปวด นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ มากมาย เช่น เป็นส่วนประกอบของน้ำมันทาแก้ปวดเมื่อย บรรเทาอาการปวด รักษาโรคผิวหนัง ยาลดความอ้วน ยากระตุ้นกำหนด สารฆ่าแบคทีเรีย สารไล่แมลง และแก้ส่น้ำตา เป็นต้น (Dewitt and Bosland, 1996)

ปัญหาหลักที่พบในการผลิตพริก เช่น คุณภาพของผลผลิตไม่ตรงตามความต้องการของตลาด ทั้งในด้านความสม่ำเสมอของขนาดผล สีผล และความเผ็ด การระบาดของโรคแอนแทรกโนส โรคไวรัส การเข้าทำลายของเพลี้ยไฟ และไรขาว เป็นต้น ทั้งนี้ในปัจจุบัน ปัญหาใหม่ที่สำคัญ และมีแนวโน้มทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ ก็คือ การสูญเสียของผลผลิตเนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ ซึ่งสามารถสร้างความเสียหายตั้งแต่ระดับแปลงปลูกจนถึงผู้บริโภค และยังส่งผลกระทบต่อการส่งออกผลผลิตพริกด้วย

แมลงวันผลไม้

1. การจำแนก และวงจรชีวิต

แมลงวันผลไม้ หรือแมลงวันทอง มีชื่อสามัญว่า fruit fly จัดอยู่ในวงศ์ Tephritidae ที่มีแมลงประมาณ 4,000 สปีชีส์ (species) โดยการพัฒนาในระยะหนอนจะต้องอยู่ในส่วนเนื้อเยื่อห่อหุ้มเมล็ด (seed bearing) และแมลงในกลุ่มนี้ประมาณ 35 เปอร์เซนต์ หรือประมาณ 1,400 สปีชีส์ พบเข้าทำลายผลพืชที่มีความอ่อนนุ่ม (soft fruit) (White and Elson-Harris, 1992) วงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ใช้เวลาประมาณ 3 – 4 สัปดาห์ โดยหลังจากการผสมพันธุ์ ตัวเมียวางไข่ (oviposition) โดยใช้อวัยวะวางไข่ (ovipositor) แทงลงใต้ผิวผลของพืชอาศัย (host) ไข่มีลักษณะยาวรี ระยะไข่ ใช้เวลา 2 – 4 วัน เมื่อฟักออกจากไข่ใหม่ๆ ตัวหนอนมีสีขาวใส ส่วนของหัวป้าน ส่วนของปลายแหลม ระยะหนอนมีขนาด 8 – 10 มิลลิเมตร ระยะหนอน ใช้เวลา 7 – 8 วัน เมื่อเข้าดักแด้เริ่มแรกมีสีน้ำตาลหรือเหลืองอ่อน และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล หนอนออกจากผล โดยการกัดกินส่วนของผิวผล จากนั้นงอตัว และติดตัวออกมาจากผล และเข้าสู่ระยะดักแด้ในดินซึ่งใช้เวลาประมาณ 7 – 10 วัน แล้วจึงพัฒนาเป็นตัวเต็มวัย โดยมีการผสมพันธุ์และวางไข่เมื่อตัวเต็มวัยมีอายุประมาณ 12 – 14 วัน แมลงตัวเมียมีการผสมพันธุ์กับตัวผู้หลายครั้ง โดยชั่วชีวิตของแมลงตัวเมียสามารถวางไข่ได้ประมาณ

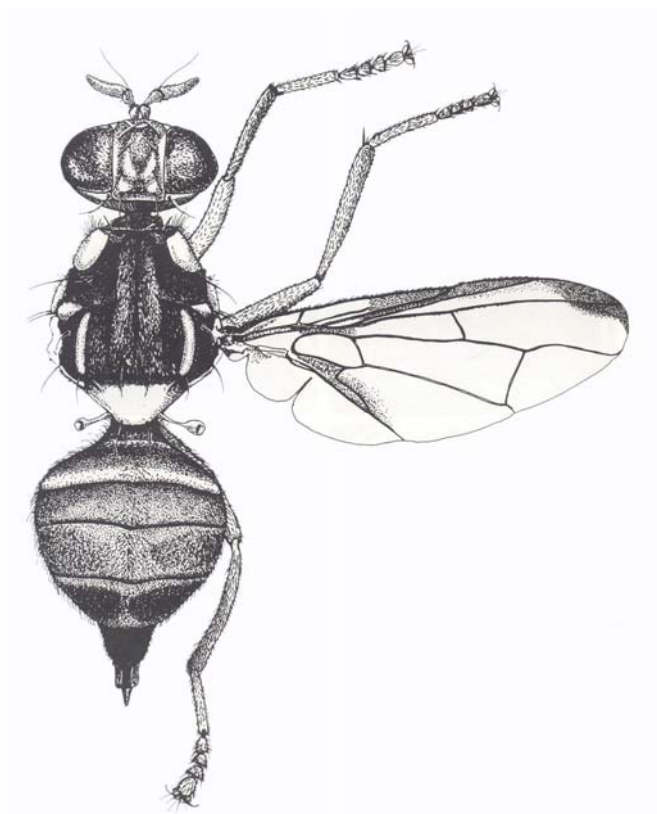
1,300 ฟอง ตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้สามารถมีอายุ 2 – 300 วัน หรือในบางครั้งอาจมากกว่า (อรรจยา, ม.ป.ป.; Leghari, n.d.)

แมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก (*Bactrocera latifrons*) (ภาพที่ 1) เป็นแมลงวันผลไม้ที่มีการกำหนดเป็นลำดับที่ 4 ว่ามีความสำคัญต่อเศรษฐกิจในฮาวาย ต่อจาก *B. cucurbitae*, *Ceratitis capitata* และ *B. dorsalis* พบการแพร่ระบาดในประเทศมาเลเซีย ไทย จีน ลาว ใต้หวัน ศรีลังกา และฟิลิปปินส์ โดยพืชอาศัยหลักของแมลงวันผลไม้ชนิดนี้ คือ พืชในวงศ์ Solanaceae เช่น พริก และมะเขือ นอกจากนี้ยังพบการเข้าทำลายในบวบงู แตงกวา และเมล่อน (Gressitt, 1952; Narayanan and Batra, 1960; Hardy, 1973; Delfinado and Hardy, 1977) โดย นันทน์ และ จารุวรรณ (2533) ได้ศึกษาอนุกรมวิธานไว้ ดังนี้

ลักษณะหัว มีสีเหลือง fron กว้าง มีขน superior fronto-orbital 1 คู่ และ inferior fronto-orbital 2 คู่ จุดดำได้หนดค่อนข้างกลม sub-ocular spot สีน้ำตาล หนวดสีเหลือง บริเวณปลายมีสีเข้ม

ลักษณะอก มีสีดำ มี postsutural yellow vittae 2 แถบ ด้านข้างนอก scutellum สีเหลือง ฐานสีดำ ขามีสีเหลืองแถบน้ำตาล ปลายปีกมีแถบสีน้ำตาลหนา costal cell and steak สีน้ำตาลและมี microtrichia รอบๆ CuA+1A

ลักษณะท้อง ขาวสีน้ำตาลแดง ปล้องที่ 1 และ 2 มีสีจาง ตัวผู้มี pecten ปล้องที่ 3 อวัยวะเพศผู้มี pandrium เป็น 2 lobe sunstyli ปลายมีขนแข็ง ปลายแข็งมีสีดำ ส่วนอวัยวะเพศเมีย piercer มีปลายเป็น trilobe, spermathecae ขดแน่นเป็นวง



ภาพที่ 1 ลักษณะของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก (*Bactrocera latifrons*)

ที่มา: White and Elson-Harris (1992)

2. ความสำคัญ และลักษณะการเข้าทำลาย

สาเหตุที่แมลงวันผลไม้ถูกจัดว่าเป็นศัตรูพืชที่สำคัญ ในด้านการกีดกันทางการค้า เนื่องจากแมลงวันผลไม้มีคุณลักษณะดังนี้ 1) มีพืชอาศัยมากกว่า 150 ชนิด 2) สามารถขยายพันธุ์ได้หลายชั่วอายุในรอบปี 3) มีความสามารถสูงในการเคลื่อนย้ายไปยังที่ห่างไกล 4) สามารถปรับตัวในที่ใหม่ได้ดี และ 5) วางไข่ได้ครั้งละจำนวนมาก การเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิต คือ การทำลายของหนอนภายในผลผลิต และการเข้าทำลายซ้ำของจุลินทรีย์ต่างๆ ซึ่งผลดังกล่าวจะทำให้ผลผลิตมีรูปร่างและสีที่ผิดปกติ ผลผลิตเน่าและร่วง (จารูวรรณ, 2543)

แมลงวันผลไม้มี 4 ระยะ คือ ระยะไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย การเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้เกิดขึ้นหลังจากแมลงวันผลไม้ตัวเมียผสมพันธุ์แล้ว โดยใช้อวัยวะวางไข่แทงลงที่ผิวผลพืชเพื่อวางไข่ จากนั้นไข่ฟักออกเป็นตัวหนอนชอนไชกัดกินภายในผลพืช โดยในระยะเริ่มแรกจะสังเกตได้ยาก อาจพบเพียงอาการช้ำบริเวณใต้เปลือก ระยะตัวหนอนนี้เป็นระยะเดียวที่ทำลายผลผลิตพืช ตัวหนอน มี 3 วัย โดยหนอนวัยหนึ่งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม กินเนื้อผลพืชบริเวณผิวเป็นอาหาร หนอนวัยสองและหนอนวัยสาม กินอาหารลึกจากจุดวางไข่มากขึ้น ตามลำดับ ผลพืชที่ถูกหนอนวัยสามทำลายมักเน่าเสีย และมีน้ำไหลเยิ้มออกทางรูที่หนอนเจาะออกเพื่อเข้าระยะดักแด้ในดิน (มนตรี, 2529; Stonehouse *et al.*, 2004)

สำหรับในประเทศไทยพบการระบาดของแมลงวันผลไม้ทั่วทุกภาค ทั้งในเขตป่าและในแปลงปลูก และสามารถอยู่ได้แม้มีระดับความสูงถึง 2,760 เมตร จากระดับน้ำทะเล (อรรถยา, ม.ป.ป.) โดยแมลงวันผลไม้ที่พบในประเทศไทยส่วนใหญ่มี 2 ชนิด คือ *Dacus (B.) dorsalis* และ *Dacus (B.) cucurbitae* (สุธรรม, 2524; สิริวัฒน์, 2526) การระบาดของแมลงวันผลไม้พบตลอดทั้งปี และพบการเข้าทำลายในผลไม้แทบทุกชนิดรวมทั้งผัก เช่น แตงกวา มะเขือ และมะเขือเทศ เป็นต้น โดยมีปริมาณแมลงวันผลไม้สูงสุดในช่วงเดือนที่มีผลไม้ออก คือ เดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 25 – 28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70 – 80 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูไม้ผล สมุนไพรและเครื่องเทศ, 2542) แมลงวันผลไม้สามารถเข้าทำลายผลผลิตของพืชอาศัยให้เกิดความสูญเสียได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ จากความสามารถในการแพร่ระบาดและการเข้าทำลายผลผลิต จึงทำให้บางประเทศไม่ยอมรับผลผลิตสดจากประเทศที่มีการแพร่ระบาด เนื่องจากเกรงว่าหนอนหรือไข่ของแมลงวันผลไม้จะติดไปกับผลผลิต (จารูวรรณ, 2543) ทำให้เพิ่มจำนวนการแพร่ระบาดหรือมีการระบาดของแมลงวันผลไม้ชนิดใหม่ในประเทศนั้นๆ มากยิ่งขึ้น

ซึ่งส่งผลกระทบต่ออย่างยิ่งต่อการส่งออกผลผลิตพืชของประเทศ รวมทั้งต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายอย่างมากในการป้องกันและกำจัด

3. สถานการณ์การแพร่ระบาด

สุชาดา (2537) กล่าวว่า แมลงวันผลไม้สกุล *Dacus* (*Bactrocera*) ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยมี 7 ชนิด ได้แก่ *D. dorsalis*, *D. correcta*, *D. zonatus*, *D. latifrons*, *D. cucurbitae*, *D. tua* และ *D. umbrosus* พบการเข้าทำลายในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น มะม่วง พุทรา กระท้อน มะเฟือง และน้อยหน่า เป็นต้น โดยมีมูลค่าความเสียหายไม่ต่ำกว่า 1,000 ล้านบาทต่อปี (มนตรี, 2539)

Baker *et al.* (1944) รายงานว่า แมลงวันผลไม้ที่เข้าทำลายพริก คือ *Zonosemata vittigera* (Coquillett) ซึ่งรู้จักกันในชื่อ pepper maggot แต่ Hardy (1973) รายงานว่า แมลงวันผลไม้ที่เข้าทำลายในพริกในประเทศมาเลเซีย และ *Solanum incanum* ในไต้หวัน คือ แมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกับ White and Elson-Harris (1992) ที่กล่าวว่า แมลงวันผลไม้ที่เข้าทำลายพริก คือ *Solanum fruit fly* (*B. latifrons*) Finlayson (2000) รายงานว่า มีการตรวจพบแมลงวันผลไม้ Malaysian fruit fly (*B. latifrons*) ในผลพริกสดที่นำเข้าสู่ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งเป็นแมลงศัตรูหลักที่เข้าทำลายพริก มะเขือ และมะเขือเทศ และพบการเข้าทำลายในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งแมลงวันผลไม้ชนิดนี้แพร่กระจายมาจากฮาวาย และยังไม่มีการตรวจพบในประเทศออสเตรเลีย

Enkerlin *et al.* (1989) รายงานว่า พบการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในพืชสกุล *Capsicum* ในประเทศตองกา (Tonga) ซึ่งทำให้ผลผลิตสูญเสีย 97 – 100 เปอร์เซ็นต์ และทำให้ผลผลิตพริกเผ็ดสูญเสีย 89 – 97 เปอร์เซ็นต์ Harris *et al.* (2003a) ได้ศึกษาประชากรแมลงวันผลไม้จำนวน 4 ชนิด คือ *B. dorsalis*, *B. cucurbitae*, *B. latifrons* และ *B. capitata* ในปี ค.ศ. 1991 1992 และ 1995 ที่ประเทศมาเลเซีย พบว่า *B. latifrons* สามารถเข้าทำลาย sodom apple, lei kikania (*S. sosomeum*), *S. nigrum* มะเขือเทศเชอร์รี่ กาแฟ (*Coffea arabica*) มะเขือยาว ชูกินี และสควอช และเมื่อใช้กับดักล่อแมลงวันผลไม้เพศผู้ (male lure trap) พบว่า แนวโน้มของประชากรแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* และ *B. cucurbitae* ในแต่ละฤดูกาลมีจำนวนที่ใกล้เคียงกัน และมีความหนาแน่นของประชากรสูงในถิ่นที่อยู่อาศัยของแมลง และบริเวณพื้นที่ที่มีต้นฝรั่งป่า โดยจำนวนแมลงวันผลไม้เฉลี่ยของ *B. dorsalis* และ *B. cucurbitae* ที่จับได้มีค่าเท่ากับ 654 ± 493.7 และ 31.4 ± 15.3 ตัวต่อกับดักต่อวัน

ตามลำดับ โดยพบ *B. capitata* เพียง 1 ตัวเท่านั้น และไม่สามารถจับแมลงวันผลไม้ *B. latifrons* ได้เลย แต่สามารถเก็บแมลงชนิดนี้จากผลผลิตที่ถูกทำลายเท่านั้น นอกจากนี้ Harris *et al.* (2003b) พบว่า *B. latifrons* สามารถเข้าทำลายร่วมกับ *B. dorsalis* และ *B. cucurbitae* ในมะเขือยาวและมะเขือเทศ และเข้าทำลายร่วมกับ *B. dorsalis* ในพริก และสรุปว่า ตัวชี้วัดปริมาณประชากรและพืชอาศัยที่เหมาะสมของ *B. latifrons* คือ การเก็บผลที่ถูกทำลาย (fruit collection)

4. ปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้

แมลงรับรู้ถึงแหล่งของอาหารได้จากระบบรับสัมผัสของแมลงโดยสิ่งเร้า คือ การดมกลิ่น (olfactory) การมองเห็น (visual) การสัมผัส (tactile) และการรับรู้รสชาติ (gustatory) (Smith, 1989) ดังนั้น หากปัจจัยเร้าใดที่ไม่สามารถกระตุ้นระบบการรับรู้ของแมลง อาจทำให้พืชชนิดนั้นสามารถแสดงลักษณะต้านทานต่อแมลงดังกล่าวได้ ทั้งนี้ สาเหตุที่ทำให้พืชต้านทานต่อการเข้าทำลายแมลงคือ

4.1 พืชที่ไม่เหมาะสมสำหรับเป็นที่อยู่อาศัยของแมลง (antixenosis) คือ พืชที่มีลักษณะใดๆ ที่ไม่เหมาะสมต่อการหลบอาศัย วางไข่หรือเป็นอาหารเนื่องจากสาเหตุหนึ่งหรือประกอบกันคือ

4.1.1 ความแตกต่างระหว่างสัณฐานวิทยา เช่น สี ความเรียบหรือขรุขระ การมีขน หรือไม่มีขน และการมีไขหรือไม่มีไข

4.1.2 ความแตกต่างของสารประกอบชีวเคมี เช่น ธาตุอาหาร และสารที่มีกลิ่นในพืช ได้แก่ น้ำตาล และกรดอะมิโน

4.2 พืชอาศัยที่ก่อให้เกิดผลร้ายต่อวงจรชีวิตของแมลง (antibiosis) คือ พืชที่มีสารที่เป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตและการมีชีวิตรอดของแมลง หรือไม่มีธาตุอาหารที่แมลงไม่ต้องการ ซึ่งถ้าแมลงมากัดกินจะมีผลทำให้อัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น ขนาดตัวเล็กลง วงจรชีวิตผิดปกติ และการสืบพันธุ์ลดลง (นพพร, 2543)

สง่า (2548) กล่าวว่า ป้างัยที่มีผลต่อการระบาดและการทำความเสียหายของแมลงวันผลไม้แก่ผลผลิต คือ ชนิดของไม้ผล พันธุ์ของไม้ผล จำนวนพันธุ์ที่ปลูก อุณหภูมิ และพืชอาหาร

Steiner and Lee (1955) กล่าวว่า พืชบางชนิดมีสารที่มีความดึงดูดต่อแมลงวันผลไม้ Oriental fruit fly (*D. dorsalis*) ซึ่งสามารถนำสารนั้นมาใช้เพื่อควบคุมแมลงวันผลไม้ดังกล่าวได้ โดยสารที่มีความสำคัญและเป็นที่รู้จักมากที่สุด คือ สารเมทิลยูจีนอล (methyl eugenol) สารนี้สกัดได้จาก *Cymbopogon nardus* สามารถใช้ในการล่อแมลงวันผลไม้เฉพาะเพศผู้เท่านั้น

Rice (1989) พบว่า ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงเป็นสิ่งที่กระตุ้นต่อแมลงวันผลไม้ *B. tryoni* (Queensland fruit fly) และจากการศึกษาในระดับอวัยวะ พบว่า แมลงวันผลไม้ *B. tryoni* มีระบบประสาทสัมผัสที่ตอบสนองต่อคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่หนวด (antenna) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการตอบสนองต่อคาร์บอนไดออกไซด์ของแมลงวันผลไม้ *B. tryoni* นั้น อาจเป็นป้างัยที่บอกถึงตำแหน่งของพืชอาศัย (Hull and Cribb, 1997)

Stange (1992) ศึกษาเพื่อต้องการทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์และการดึงดูดของแมลงวันผลไม้ โดยเมื่อนำผลไม้ที่เปิดที่ไม่มีรอยแผลใส่ในกรงที่มีแมลงวันผลไม้ *B. tryoni* เพศเมียที่พร้อมวางไข่ (gravid fruit fly) จำนวน 20 ตัว พบว่า มีแมลงวันผลไม้เกาะที่ผลไม้ที่เปิดจำนวน 9 ตัว โดยไม่มีพฤติกรรมการวางไข่เกิดขึ้น สรุปได้ว่า คาร์บอนไดออกไซด์เป็นสิ่งที่กระตุ้นต่อพฤติกรรมของแมลงวันผลไม้ *B. tryoni* เพศเมียที่ตั้งท้อง และสามารถกล่าวได้ว่า พืชที่ไม่ได้เป็นพืชอาศัยของแมลงวันผลไม้ *B. tryoni* อาจมีลักษณะที่แตกต่างออกไปซึ่งไม่สามารถสร้างความดึงดูด เช่น มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผิวผลต่ำ

Prokopy *et al.* (1989) รายงานว่า สัดส่วนการตอบสนองของ Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) ตัวเมีย ต่อชนิดพืชอาศัยที่คุ้นเคยในการเกาะและการวางไข่นั้น มีค่ามากกว่าชนิดพืชอาศัยที่ไม่คุ้นเคย นอกจากนี้ Prokopy *et al.* (1990) ยังพบอีกว่า ลักษณะขนาดของผลคัมควอท (kumquat) เป็นป้างัยพื้นฐานในการค้นหาของ oriental fruit fly (*D. dorsalis*)

Flath *et al.* (1994) ศึกษาน้ำมันหอมระเหย (essential oil) aroma formulation และสารสังเคราะห์ (synthetic compound) เพื่อใช้เป็นสารล่อแมลงวันผลไม้ *B. latifrons* พบว่า สารแอลฟา-ไอโอนอล (α -ionol) และสารเบตา-ไอโอนอล (β -ionol) เป็นสารที่มีความดึงดูดต่อแมลงวันผลไม้

ตัวผู้ที่ได้จากการเลี้ยงในสภาพห้องทดลองและแปลงเปิดมากที่สุด โดยสารเบตา-ไอโอนอลมีความดึงดูดเริ่มต้น (initial attractiveness) ที่สูงและมีความคงตัว (stable) ที่น้อยกว่าสารแอลฟา-ไอโอนอล และยังพบอีกว่า กับดักที่ใช้ hydrolyzed protein มีปริมาณของแมลงวันผลไม้ตัวเมียที่จับได้ในแปลงเปิดมากกว่าจำนวนแมลงวันผลไม้เพศผู้ที่ได้จากกับดักล่อที่มีสารแอลฟา-ไอโอนอล และสารเบตา-ไอโอนอล

จารุวรรณ (2543) กล่าวว่า อาหารของแมลงวันผลไม้ คือ โปรตีน ซึ่งแมลงวันผลไม้ต้องการเพื่อพัฒนาให้ไข่เจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ และจากหลักการดังกล่าวถูกนำมาใช้ในการกำจัดแมลงวันผลไม้โดยใช้เหยื่อโปรตีน ซึ่งกลิ่นของโปรตีนจะดึงดูดให้แมลงมากินเหยื่อ

Thomas (2004) กล่าวว่า พริกหวาน (*C. annuum*) ซึ่งเป็นพริกที่ไม่มีสารแคปไซซินเป็นสิ่งที่ทำให้ Mexican fruit fly (*Anastrepha ludens*) เข้าทำลายได้ แต่ก็ยังไม่มีมีการทดลองในพริกเผ็ดเพื่อยืนยันรายงานนี้ จนเมื่อปี ค.ศ. 2003 พบว่า มีการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในผลพริก manzano ซึ่งเป็นพริกเผ็ดที่มีค่าความเผ็ด เท่ากับ 1,200 - 3,000 SU ดังนั้น Thomas (2004) จึงได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาพริกเผ็ดที่เป็นพืชอาศัยของ Mexican fruit fly โดยศึกษาในแมลงวันผลไม้จาก 2 แหล่ง คือ Pharr และแมลงที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการของ USAS-ARS (Neuvo Leon strain) ในรัฐเท็กซัส จากการศึกษาการวางไข่ของ Mexican fruit fly ในส้มที่มีรสเปรี้ยว (sour orange) พริก harbanero ซึ่งมีค่าความเผ็ดสูง คือ 100,000 – 500,000 SU และ yellow chapotes ซึ่งเป็นพืชป่าในสกุล Rutaceae และเป็นพืชอาศัยดั้งเดิมของ Mexican fruit fly พบว่า Mexican fruit fly ต้องการเวลาในการวางไข่ในผลพริกมากกว่า 24 ชั่วโมง โดยจะวางไข่ 5 – 6 ฟองต่อครั้ง และพบว่ามี การวางไข่ในผลส้มที่มีรสเปรี้ยว และพริก harbanero แสดงให้เห็นว่า ปริมาณสารแคปไซซินน้อยไม่ได้เป็นสิ่งที่ยับยั้งการวางไข่ของ Mexican fruit fly แต่สิ่งที่น่าสังเกต ก็คือ ไม่พบการวางไข่หรือการพัฒนาของตัวหนอนใน yellow chapotes

นอกจากนี้ Thomas (2004) ได้ทำการทดลองโดยใช้เทคนิคและวิธีการเช่นเดียวกับการทดลองที่ผ่านมา แต่ใช้พริก manzano แทน yellow chapotes พบว่า มี Mexican fruit fly ในระยะตัวหนอนและระยะดักแด้ 1 ตัว ในพริก manzano 1 ผล แต่ไม่พบการพัฒนาไปเป็นตัวเต็มวัย สำหรับในพริก harbanero พบว่า มีตัวหนอนและดักแด้ 9 ตัวในพริก 1 ผล โดยมีการพัฒนาไปเป็นตัวเต็มวัย 5 ตัว และเป็นที่น่าสังเกตเช่นกันว่า ไม่พบการวางไข่ในผลส้มที่มีรสเปรี้ยว จากนั้นได้ทดลองโดยใช้มะม่วงแทนส้มที่มีรสเปรี้ยว พบว่า ไม่มีการวางไข่ในพริก manzano สำหรับการทดลองที่มีมะม่วง

และพริกอยู่ร่วมกัน พบว่า มีหนอนและดักแด้ จำนวน 2 ตัว ในผลพริก ส่วนในการทดลองที่มีเฉพาะ มะม่วง พบว่า มีหนอนจำนวนถึง 72 ตัว ซึ่งจากการทดลองนี้ สรุปได้ว่า มะม่วงเป็นพืชที่ Mexican fruit fly ชอบในการวางไข่มากที่สุด รองลงมา คือ พริก และส้ม ตามลำดับ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการวางไข่ คือ การสุกของผลพืชอาศัย และสภาพก่อนและหลังการเกิด dehiscence และจากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการแสดงให้เห็นว่า พริกที่มีระดับของสารแคปไซซินอยด์ที่สูง มีแนวโน้มอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้

5. การเลี้ยง และเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้

การเลี้ยงและการเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้ส่วนใหญ่ในปัจจุบัน มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างประชากรแมลงวันผลไม้ที่เป็นหมันโดยการฉายรังสีแล้วปล่อยสู่ธรรมชาติ เพื่อลดปริมาณการผสมพันธุ์ระหว่างแมลงวันผลไม้ที่ไม่เป็นหมันในธรรมชาติ ทำให้ผลผลิตที่ถูกทำลายมีปริมาณการสูญเสียลดลง

การเพาะเลี้ยงแมลงวันผลไม้แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ 1) การเลี้ยงตัวเต็มวัย 2) การเก็บไข่และเพาะเลี้ยงไข่ลงในอาหารเทียม 3) การทำอาหารเทียมเพื่อเลี้ยงหนอน 4) การเลี้ยงหนอนและการบังคับให้หนอนออกจากอาหารเทียมมาเข้าดักแด้ในจีเลอเย และ 5) การแยกดักแด้ออกจากจีเลอเย และการดูแล (มานนท์, 2543)

Chang and Kurashima (1999) ศึกษาส่วนผสมของอาหารเทียมที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงแมลงวันผลไม้ *B. latifrons* พบว่า เมื่อให้พริกเบลลีเขียว (green bell pepper) ทั้งในรูปผงสดและผงแห้ง (fresh and dehydrate powder) ในอาหารเทียม ส่งผลให้จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ (pupal recovery) และจำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ (adult emergence) เพิ่มขึ้น 21 และ 17.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีผลต่อดัชนีการเจริญเติบโตทั้งหมด (overall growth index) โดยปริมาณของ ascorbic acid phosphate ที่มีอยู่ในอาหารที่เหมาะสม คือ 5 มิลลิกรัมต่ออาหารเลี้ยง 1 กรัม และถ้ามีปริมาณของ ascorbic acid phosphate ในอาหารเทียมมากกว่า 15 มิลลิกรัมต่ออาหารเลี้ยง 1 กรัม จะมีผลอันตรายต่อแมลงวันผลไม้ คือ ตัวหนอนมีความยาวมากขึ้น จำนวนของดักแด้ที่ได้มีน้อยลง น้ำหนักของดักแด้ลดลง และยังมีผลต่อดัชนีการเจริญเติบโตทั้งหมดด้วย

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (2540) ศึกษาการเพาะเลี้ยงแมลงวันผลไม้ชนิดหนอนทำลายพริก (*B. latifrons*) พบว่า สามารถเพาะเลี้ยงแมลงวันผลไม้ชนิดหนอนทำลายพริกให้มีอัตราการอยู่รอด 40 - 50 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ผลพริกเป็นที่วางไข่แล้วย้ายไปเลี้ยงเพื่อเข้าสู่ระยะดักแด้ในอาหารเทียมที่มีส่วนผสมของน้ำ น้ำตาลทราย Wheat bran, Industry dry yeast และ Methyl-p-hydroxy benzoate ในปริมาณ 70 2 24.34 3.5 และ 0.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเลี้ยงในห้องปฏิบัติการที่มีอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75 ± 5 เปอร์เซ็นต์ และใช้อาหารที่มีส่วนผสมของ Yeast hydrolysate และน้ำตาลทรายขาวในอัตราส่วน 1 ต่อ 3 ร่วมกับ 5% Carbohydrate solution เพื่อเลี้ยงแมลงวันผลไม้ในระยะตัวเต็มวัย ทั้งนี้ผลการทดลองต่อมา พบว่า อัตราการอยู่รอดของแมลงวันผลไม้ชนิดหนอนทำลายพริกเพิ่มขึ้น 50 - 60 เปอร์เซ็นต์ (สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ, 2541)

จากการศึกษาที่ผ่านมา แม้ว่าจะสามารถเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้โดยใช้อาหารเทียมแล้วก็ตาม แต่วิธีการดังกล่าวมีความยุ่งยากเกี่ยวกับการเตรียมผลพริกสดเพื่อให้แมลงวันผลไม้วางไข่ ดังนั้น สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (2542) จึงได้ทำการศึกษาวางไข่ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงแมลงวันผลไม้โดยไม่ต้องให้มีการวางไข่ในผลพริก พบว่า เมื่อให้ตัวเต็มวัยที่มีอายุ 8 วัน วางไข่ในกระป๋องพลาสติกที่เจาะรูโดยรอบ ภายในกระป๋องบรรจุน้ำที่ได้จากการปั่นพริกสดกับน้ำสะอาด ทั้งไว้ 24 ชั่วโมง จึงนำกระป๋องมาล้างเอาไข่แมลงวันผลไม้ออกมา นำไข่ที่ได้ไปเพาะในอาหารเทียมซึ่งอยู่ในถาดพลาสติกสี่เหลี่ยม เพาะเลี้ยงต่อไปประมาณ 8 - 10 วัน จนกระทั่งตัวหนอนเข้าดักแด้ นำถาดพลาสติกไปวางภายในกรงที่บุภายในด้วยผ้าไนลอนเพื่อให้หนอนแมลงวันผลไม้ติดตัวลงไป ในถาดจึงเคลื่อนที่รองอยู่ด้านล่างเพื่อเข้าสู่ระยะดักแด้ โดยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการมีอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 75 ± 5 เปอร์เซ็นต์

การปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อต้านทานต่อแมลง

การปรับปรุงพันธุ์พืชเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่ต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลากหลายแขนง ตลอดจนประสบการณ์ส่วนตัว และแนวคิดของนักปรับปรุงพันธุ์ เพื่อสร้างสายพันธุ์พืชใหม่ที่เหมาะสมกับสภาพการผลิตในช่วงเวลานั้นๆ เช่น การปรับปรุงลักษณะผลผลิตและคุณภาพผลผลิต และการปรับปรุงให้ต้านทานต่อโรคและแมลง เป็นต้น

พืชอาศัยที่ต้านทาน (host plant resistance) ต่อการเข้าทำลายของแมลง คือ ต้นพืชของพันธุ์หรือสปีชีส์หนึ่งที่มีปริมาณการเข้าทำลายของแมลงน้อยกว่าพืชที่แสดงลักษณะอ่อนแอต่อแมลง

(susceptible) โดยลักษณะดังกล่าวสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ (Smith, 1989) โดยทั่วไปแล้ว การปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อด้านทานต่อแมลงทำได้ยากกว่าการปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อด้านทานโรค เนื่องจากแมลงมักกินพืชได้หลายชนิด บางกรณีอาจไม่พบการเข้าทำลายพืชชนิดหนึ่งเมื่อยังมีพืชอีกชนิดอื่นเป็นอาหารได้ ดังนั้น พืชที่แมลงไม่เข้าทำลายหรืออาจจะเรียกว่าด้านทานนั้นอาจถูกแมลงชนิดนั้นเข้าทำลายได้เมื่อไม่มีพืชชนิดอื่นเป็นอาหาร ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การคัดเลือกพันธุ์พืชด้านทานแมลงค่อนข้างยุ่งยาก (สุทัศน์, 2539) วิธีการปรับปรุงพันธุ์ให้ด้านทานต่อแมลง มี 5 ขั้นตอน คือ 1) หาแหล่งพันธุกรรม 2) ขั้นตอนวิธีการเลี้ยงแมลง 3) วิธีการแยกลักษณะด้านทานและลักษณะอ่อนแอทั้งในแปลงปลูกและโรงเรือน 4) ประชากรของแมลงในการทำการทดลองมีมากพอที่จะเกิดลักษณะด้านทานหรืออ่อนแอ และ 5) แบบแผนของการผสมพันธุ์ในการถ่ายทอดลักษณะสู่พันธุ์ปลูก ประโยชน์ของการใช้พันธุ์พืชด้านทานต่อแมลง คือ สามารถลดการใช้สารเคมี ลดต้นทุนการผลิต ลดการสูญเสียของผลผลิต และสามารถรักษาปริมาณแมลงไว้ในระดับที่ต่ำ (Bellotti and Arias, 2001)

สัมฤทธิ์ (2525) กล่าวว่า ฝรั่งพันธุ์ดีจากประเทศอินเดียมีการรบกวนจากแมลงวันผลไม้ น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ฝรั่งจากประเทศจีน และเวียดนาม ส่วนการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในมะม่วงพันธุ์ต่างๆ กัน พบว่า มะม่วงรับประทานผลสุก เช่น พันธุ์ ‘ทองคำขาว’ ‘อกร่อง’ ‘น้ำดอกไม้’ และ ‘แก้ว’ มีเปอร์เซ็นต์การถูกทำลายจากแมลงวันผลไม้ น้อยกว่ามะม่วงประเภทรับประทานดิบ และมีผลที่ขนาดใหญ่ เช่น พันธุ์ ‘พิมเสนมัน’ ‘เขียวเสวย’ ‘เรด’ ‘มันหมู’ และ ‘เจ้าพระยา’ ยกเว้นพันธุ์ ‘หนองแซง’

Asian Vegetable Research and Development Center (1992) ได้ดำเนินการคัดหา (screening) พันธุกรรมพริกที่ด้านทานต่อไรและเพลี้ยอ่อน พบว่า มีพันธุ์พริกที่มีปริมาณการเข้าทำลายของไรและเพลี้ยอ่อนในระดับต่ำจำนวน 13 และ 7 สายพันธุ์ (accession) ตามลำดับ โดยไม่มีพริกสายพันธุ์ใดที่แสดงลักษณะด้านทานหรืออ่อนแอต่อแมลงทั้งสองชนิดพร้อมๆ กัน

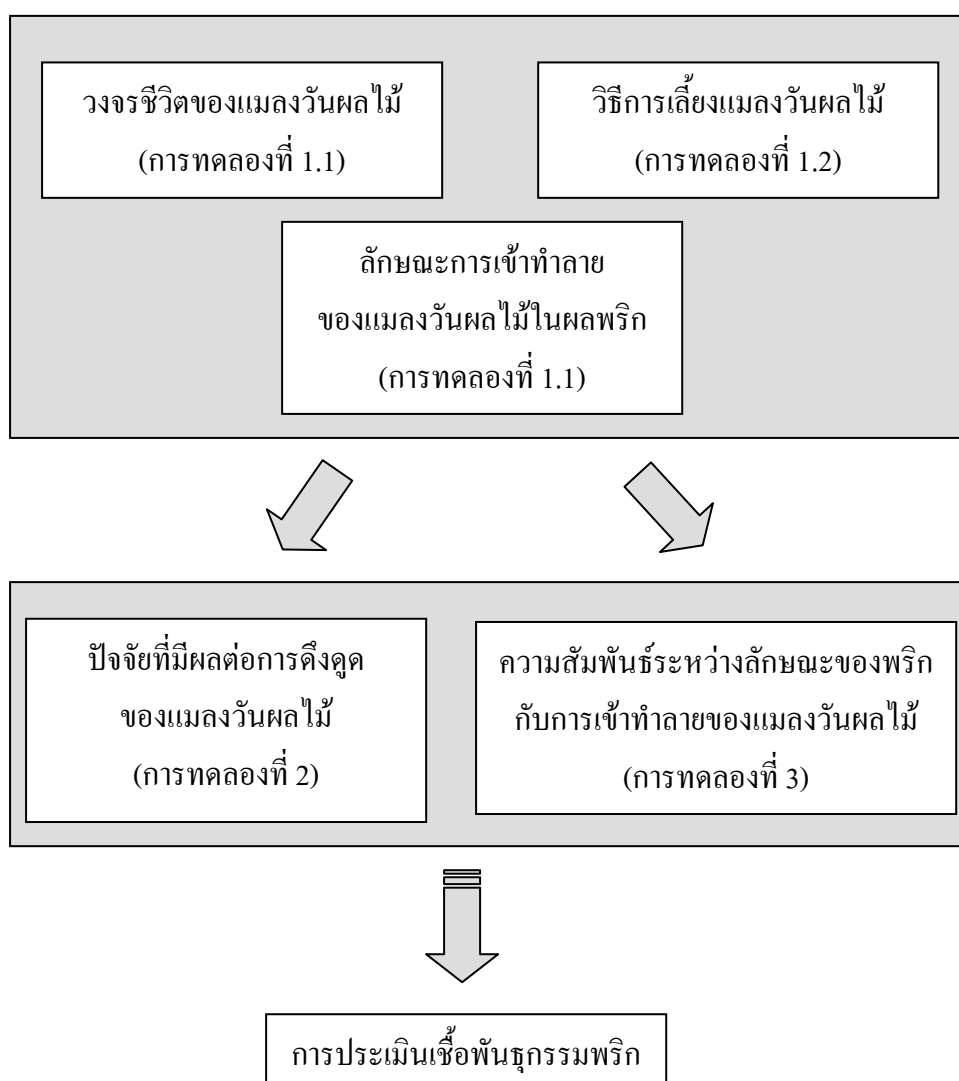
Mollema and Cole (1996) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสาร aromatic amino acid ทั้งหมดในโปรตีนของใบกับการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟในพืช 4 ชนิด คือ ผักกาดหอม มะเขือเทศ พริก และแตงกวา พบว่า ปริมาณ aromatic amino acid ทั้งหมด ในโปรตีนของพืชในปริมาณที่สูง มีผลทำให้การพัฒนาของเพลี้ยไฟเป็นไปอย่างสมบูรณ์ และพบว่ามีความสัมพันธ์แบบบวกระหว่างปริมาณ aromatic amino acid ทั้งหมดในโปรตีนของใบกับการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟ

Wiseman and Bondari (1992) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารเคมีในชั่งข้าวโพดคั่วกับความต้านทานต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะฝัก (Lepidoptera: Noctuidae) พบว่า ปริมาณของ maysin, chlorogenic acid, apimaysin และ 3'-methoxymaysin มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบลบกับลักษณะน้ำหนักของหนอนเจาะฝัก และสามารถสร้างสมการถดถอยที่สามารถอธิบายลักษณะน้ำหนักของหนอนเจาะฝัก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination; R^2) เท่ากับ 0.43 ถึง 0.53

Tuinstra *et al.* (2001) ศึกษาพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับลักษณะความต้านทานต่อ Green bug ชนิดที่ 1 (biotype I) ในข้าวฟ่าง พบว่า ปฏิกริยาของยีนที่ควบคุมลักษณะต้านทานต่อแมลงดังกล่าวเป็นแบบข่มไม่สมบูรณ์ (incomplete dominance) แต่ค่าเฉลี่ยของรุ่นลูกมีแนวโน้มใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ โดยเมื่อวิเคราะห์การกระจายตัวของรุ่นลูกผสมกลับครั้งที่ 1 ช่วงที่ 1 (BC_1F_1) พบว่า มีอัตราส่วนการกระจายตัวของลักษณะต้านทานและลักษณะอ่อนแอต่อ Green bug แบบ 3 ต่อ 1

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้เป็นการศึกษาการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในผลพริกอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการประเมินเชื้อพันธุกรรมพริกในลักษณะต้านทานต่อแมลงวันผลไม้ หรือประยุกต์ใช้ในการหาวิธีป้องกันและกำจัดโดยการเกษตรกรรมต่อไป (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แผนผังการศึกษาการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในผลพริก เพื่อนำไปใช้ในการประเมินเชื้อพันธุกรรมพริก

การทดลองที่ 1

การศึกษาลักษณะการเข้าทำลาย วงจรชีวิต วิธีการเลี้ยง และการเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้

อุปกรณ์

1. ผลพริกขี้หนูผลใหญ่พันธุ์ ‘ซูปเปอร์ฮอท’
2. อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์ และกล้องสเตอริโอไมโครสโคป (stereo microscope)
3. อุปกรณ์ทางการแพทย์ ได้แก่ โรงเรือนมุ้งตาข่าย กระบะเพาะเมล็ด ฟิทมอส กระถาง พลาสติกสีดำ ไม้รวก ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยคอก และสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช
4. อุปกรณ์ในการเลี้ยง และการทดสอบการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ ได้แก่
 - 4.1 กรงแมลง
 - 4.1.1 กรงเลี้ยง (rearing cage) ขนาด 40 x 60 x 40 เซนติเมตร บุนนึ่งด้วยตาข่ายเอ็นสีขาว ขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว
 - 4.1.2 กรงทดสอบ (testing cage) ขนาด 60 x 50 x 60 เซนติเมตร บุนนึ่งด้วยตาข่ายเอ็นสีขาว ขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว
 - 4.2 วัสดุเลี้ยงและเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้ ได้แก่ น้ำยีสต์สกัด (yeast extract) น้ำตาลทรายขาว ผลกล้วยน้ำว้าสุก ตะกร้า กล่องพลาสติกใส ดินร่อนละเอียด ขวดแก้วใส และถ้วยพลาสติก
5. อุปกรณ์เก็บและวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ เวอร์เนียแคลิเปอร์ ไม้บรรทัด กล้องถ่ายรูป ดิจิตอล ปากกา สมุดบันทึก และเครื่องคอมพิวเตอร์

วิธีการ

การเก็บรวบรวมประชากรเริ่มต้นของแมลงวันผลไม้

สุ่มเก็บฟริกซ์ใหญ่พันธุ์ ‘ซูเปอร์ฮอท’ ที่พบการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในสภาพแปลงเปิด ณ แปลงทดลอง 2 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำนวน 50 ผล (ภาพที่ 3ก) โดยนำผลฟริกดังกล่าวไปวางไว้บนตะแกรงลวด ภายในกล่องพลาสติกใสที่ฝากล่องบุด้วยตาข่ายเอ็นสีขาว ขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว และพื้นกล่องโรยด้วยดินร่อนละเอียดหนา 1 – 2 เซนติเมตร (ภาพที่ 3ข) เมื่อแมลงวันผลไม้เข้าสู่ระยะดักแด้ จึงย้ายดักแด้ไปไว้ในกรงเลี้ยง ขนาด 40 x 40 x 60 เซนติเมตร ที่บุด้วยตาข่ายเอ็นสีขาว ขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว (ภาพที่ 4ก) นำประชากรเริ่มต้นของแมลงที่ได้ไปศึกษาวิธีการเลี้ยง และวงจรชีวิตต่อไป

การทดลองที่ 1.1 การศึกษาวงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลฟริก

เพาะเมล็ดฟริกซ์ใหญ่พันธุ์ ‘ซูเปอร์ฮอท’ ในกระบะเพาะเมล็ดขนาด 72 หลุม โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะ เมื่อดันกล้าอายุ 25 วัน ย้ายลงในกระถางพลาสติกสีดำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว จำนวน 10 ต้น ดูแลรักษาตามความเหมาะสมภายใต้สภาพโรงเรือนมุ้งตาข่าย ขนาด 24 ช่องต่อตารางนิ้ว เก็บผลฟริกสดในระยะผลแก่ ซึ่งเป็นผลฟริกที่ปราศจากการวางไข่ของแมลงวันผลไม้ จำนวน 30 ผล นำผลฟริกไปไว้ในกรงเลี้ยงที่มีแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยอายุประมาณ 14 วัน อย่างสุ่ม โดยใช้ไม้หนีบบริเวณขั้วผล ปล่อยให้ปลายผลชี้ลง และกำหนดให้ระยะห่างระหว่างผลฟริกใกล้เคียงกัน ทั้งผลฟริกไว้นาน 1 วัน จึงนำผลฟริกออกจากกรงเลี้ยง และนำไปศึกษาวงจรชีวิต ดังนี้

1 ศึกษาระยะเวลาในการพัฒนาจากระยะไข่เป็นระยะตัวหนอน (days from egg stage to larva stage; DEL) นำผลฟริกที่ผ่านการวางไข่ไปศึกษาภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป ที่กำลังขยาย 5 – 6 เท่า โดยใช้ใบมีดโกนตัดเนื้อเยื่อผลฟริกบริเวณรอยเจาะอย่างระมัดระวัง โดยไม่ให้โดนไข่ สุ่มศึกษาไข่ จำนวน 10 ฟอง สังเกตการเปลี่ยนแปลงทุกวัน และบันทึกจำนวนวันในการพัฒนาจากไข่เป็นหนอน

2 ศึกษาระยะเวลาในการพัฒนาจากระยะหนอนเป็นระยะดักแด้ (days from larva stage to pupa stage; DLP) โดยนำผลพริกพันธุ์ ‘ซูเปอร์ฮอท’ ที่ผ่านการวางไข่ไปวางไว้ในตะแกรงลวดในกล่องพลาสติกใสที่ผ่าด้วยตาข่ายเอ็นสีขาว ขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว นับจำนวนวันหลังจากวางไข่ไปจนถึงวันที่พบดักแด้ โดยสุ่มวัดดักแด้ จำนวน 10 ตัว และคำนวณหาจำนวนวันในการพัฒนาจากระยะหนอนเป็นระยะดักแด้ โดยคำนวณจาก ค่าความแตกต่างระหว่างจำนวนวันจากวันที่วางไข่จนถึงวันที่พบดักแด้ และจำนวนวันจากวันที่วางไข่จนเป็นตัวหนอน

3 ศึกษาระยะเวลาในการพัฒนาจากระยะดักแด้เป็นระยะตัวเต็มวัย (days from pupa stage to adult stage; DPA) โดยสุ่มดักแด้ที่เก็บได้ จำนวน 10 ตัว ไปไว้ในขวดใสขนาดเล็กที่ปิดปากขวดด้วยตาข่ายเอ็นสีขาว ขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว (ภาพที่ 4ข) และนับจำนวนวันหลังพบดักแด้จนถึงตัวเต็มวัย

การทดลองที่ 1.2 การศึกษาลักษณะการเข้าทำลายและวิธีเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย

วิธีการเลี้ยงและการเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยในขั้นตอนของการศึกษานี้ ได้ปรับปรุงมาจากวิธีการของ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (2540, 2541, 2542) โดยวัสดุที่ใช้เลี้ยง ได้แก่ น้ำเปล่า และอาหารเทียม (artificial food) ซึ่งมีส่วนประกอบของ ยีสต์สกัด 3 ส่วน และน้ำตาลทรายขาว 1 ส่วน พบว่า วิธีการดังกล่าวยังขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากตัวเต็มวัยมีอายุสั้นกว่าปกติ จึงได้มีการปรับปรุงอาหารสำหรับเลี้ยง โดยเพิ่มแหล่งอาหารที่มีราคาถูกลง และสามารถหาได้ง่ายคือ ผลกล้วยน้ำว้าสุก พบว่า ตัวเต็มวัยมีอายุยาวนานมากขึ้น จึงดำเนินการทดลองเปรียบเทียบอาหารสำหรับเลี้ยงแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยทั้ง 2 วิธี โดยแบ่งเป็น 2 ทริทเมนต์ ดังนี้

ทริทเมนต์ที่ 1 อาหารเลี้ยงประกอบด้วย น้ำเปล่า และอาหารเทียม ซึ่งมีส่วนประกอบของ ยีสต์สกัด 3 ส่วน และน้ำตาลทรายขาว 1 ส่วน

ทริทเมนต์ที่ 2 อาหารเลี้ยงที่ประกอบด้วย น้ำเปล่า อาหารเทียม ซึ่งมีส่วนประกอบของยีสต์สกัด 3 ส่วน และน้ำตาลทรายขาว 1 ส่วน และผลกล้วยน้ำว้าสุก ปอกเปลือก โดยใส่ครั้งละ 1 ผล และมีการเปลี่ยนใหม่ทุกๆ สัปดาห์

ทำการทดลองภายใต้สภาพทรงทดสอบ ขนาด 60 x 50 x 60 เซนติเมตร ที่ผนังบุด้วยตาข่ายเอ็นสีขาว ขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว จำนวน 4 กรง ซึ่งแต่ละวัสดุเลี้ยงทำการทดลอง 4 ซ้ำ โดยลุ่มแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยที่มีอายุ 1 วัน จำนวน 10 คู่ จากประชากรแมลงที่เลี้ยงและเพิ่มจำนวนได้ในการทดลองข้างต้น ใส่ในแต่ละกรงเลี้ยง เมื่อแมลงวันผลไม้มีอายุประมาณ 14 วัน นำผลพริกพันธุ์ ‘ซูเปอร์ฮอท’ ระยะผลแก่ที่ปราศจากการวางไข่ของแมลงวันผลไม้ ใส่ในแต่ละกรงเลี้ยงแบบสุ่ม จำนวน 20 ผลต่อกรง โดยใช้ไม้หนีบบริเวณขั้วผล ปล่อยให้ปลายผลชี้ลง และกำหนดให้ระยะห่างระหว่างผลพริกใกล้เคียงกัน สังเกตลักษณะการเข้าทำลาย และศึกษาวงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ในรุ่นลูก ได้แก่ ระยะไข่ หนอน และดักแด้ ตามวิธีการศึกษาวงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 อุปกรณ์และการเตรียมตัวอย่างสำหรับการศึกษการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในผลพริก (ก) ผลพริกที่พบการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ และ (ข) กถ่องพลาสติกใสที่ฟานูด้วยตาข่ายเอ็นสีขาว เพื่อใช้ในการเก็บดักแต่



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 4 อุปกรณ์ในการเลี้ยงและเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้ (ก) กรงเลี้ยงแมลงวันผลไม้ (ข) อาหาร
 เทียมสำหรับเลี้ยงแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย และ (ค) ขวดแก้วใสที่ปิดฝาด้วยตาข่าย
 เพื่อใช้ในการศึกษาระยะเวลาในการพัฒนาจากรยะดักแด้เป็นระยะตัวเต็มวัย

การทดลองที่ 2

การตอบสนองของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริกกระยะตัวเต็มวัยต่อการเข้าทำลาย
และการดูดกินในพืชดึงดูดชนิดต่างๆ

อุปกรณ์

1. ผลพืชสด

1.1 ผลพริกสด ได้แก่ ผลพริกหวานสีเขียวพันธุ์ ‘แคลิฟอเนีย วันเดอร์’

1.2 มะม่วงสุก พันธุ์ ‘น้ำดอกไม้’ ฝรั่ง พันธุ์ ‘เป็นสีทอง’ และชมพูพันธุ์ ‘ทับทิม
จันทร์’

2. น้ำคั้นจากผลพืช ได้แก่ พริกหวานสีเขียว พันธุ์ ‘แคลิฟอเนีย วันเดอร์’ มะม่วงสุก พันธุ์
‘น้ำดอกไม้’ และฝรั่ง พันธุ์ ‘เป็นสีทอง’

3. อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และสารเคมี ได้แก่ กล้องสเตอริโอไมโครสโคป (stereo
microscope) และสารเมธิลยูจินอล

4. อุปกรณ์ในการเลี้ยง และการทดสอบการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ ได้แก่

4.1 กรงทดสอบ (testing cage) ขนาด 60 x 50 x 60 เซนติเมตร บูผนังด้วยตาข่ายเอ็นสี
ขาว ขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว

4.2 วัสดุเลี้ยงและเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้ ได้แก่ น้ำยีสต์สกัด (yeast extract)
น้ำตาลทรายขาว ผลกล้วยน้ำว้าสุก ตะกร้า กล่องพลาสติกใส ดินร่อนละเอียด ขวดแก้วใส และถ้วย
พลาสติก

5. อุปกรณ์เก็บและวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ เวอร์เนียแคลิเปอร์ ไม้มบรรทัด กล้องถ่ายรูป
ดิจิทัล ปากกา สมุดบันทึก และเครื่องคอมพิวเตอร์

วิธีการ

ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก เพื่อนำไปสู่การหาลักษณะต้านทาน และคิดค้นเทคนิคทางเกษตรกรรมในการป้องกันและกำจัด เช่น สารล่อ และกับดัก เป็นต้น ซึ่งจำเป็นต้องทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการดึงดูดการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ เช่น แหล่งอาหาร ความสามารถในการวางไข่ของตัวเต็มวัย และการเข้าทำลายของหนอนในพืชชนิดอื่น ๆ เป็นต้น ดังนั้นจึงได้ดำเนินการทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 2.1 การตอบสนองของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริกต่อการเข้าทำลายในพืช ต่างชนิดต่างๆ

สุ่มแมลงวันผลไม้ในระยะตัวเต็มวัย จากประชากรแมลงที่เลี้ยงและเพิ่มจำนวนได้ในการทดลองที่ 1 จำนวน 5 คู่ต่อกรง ใส่ในกรงทดสอบ ขนาด 60 x 50 x 60 เซนติเมตร ที่ผนังบุด้วยตาข่ายเอ็นสีขาว ขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว จำนวน 5 กรง (ภาพที่ 5) ที่มีน้ำ อาหารเทียม และผลกล้วยน้ำว้าสุก โดยพืชที่ใช้ทดสอบ คือ ผลฝรั่งระยะผลแก่ พันธุ์ ‘เป็นสีทอง’ ผลชมพูระยะผลแก่ พันธุ์ ‘ทับทิมจันทร์’ ผลมะม่วงสุก พันธุ์ ‘น้ำดอกไม้’ และพริกหวานสีเขียวระยะผลแก่ ซึ่งสุ่มซื้อมาจากตลาดสด อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม แบ่งพืชทดสอบเป็น 6 ชุด ชุดละ 3 ผลต่อชนิด คือ ชุดที่ 1 2 และ 3 นำไปไว้ในตะกร้าที่รองพื้นด้วยดินร่อนละเอียด ปิดด้วยตาข่ายเอ็นสีขาว ขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว (ภาพที่ 6) เพื่อต้องการทราบว่ามีการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ก่อนการทดลองนี้หรือไม่ ส่วนผลพืชทดสอบชุดที่ 4 5 และ 6 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ทำ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมีพืชทดสอบชนิดละ 3 ผล โดยนำไปทดสอบวางไข่ในกรงทดสอบ ปลอ่ยให้มีการวางไข่ 1 วัน จากนั้นนำผลพืชทดสอบออกจากกรง แล้วนำผลพืชทดสอบชุดที่ 5 และ 6 ใส่ในกรงทดสอบ และปลอ่ยให้มีการวางไข่ 1 วัน เช่นเดียวกัน สังเกตพฤติกรรมการวางไข่ของแมลงวันผลไม้ ทั้งนี้ ในระหว่างการทดลองมีการนับจำนวนตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ทุกๆ วัน และมีการใส่แมลงวันผลไม้ที่มีอายุใกล้เคียงกันทดแทนเข้าไปในกรณีที่พบการตาย เพื่อให้มีจำนวนที่เท่ากันตลอดการทดลอง

นำผลพืชทดสอบที่ผ่านการวางไข่แต่ละชุดไปตรวจนับจำนวนไข่ภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป จากนั้นนำผลพืชทดสอบใส่ในตะกร้าที่รองพื้นด้วยดินร่อนละเอียด และคลุมด้วย

ตาข่ายเอ็นสีขาว ขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว เพื่อป้องกันการเข้าทำลายของแมลงจากภายนอกการทดลอง นับจำนวนดักแด้ที่เก็บได้ และตัวเต็มวัยที่ได้

การทดลองที่ 2.2. การตอบสนองของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยในสารดึงดูดชนิดต่างๆ

กลุ่มแมลงวันผลไม้ในระยะตัวเต็มวัย จากประชากรแมลงที่เลี้ยงและเพิ่มจำนวนได้ในการทดลองที่ 1 ใส่ในกรงทดสอบ ขนาด 60 x 50 x 60 เซนติเมตร ที่ผนังบุด้วยตาข่ายเอ็นสีขาว ขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว จำนวน 5 กรง ที่มีน้ำเปล่า อาหารเทียม และผลกล้วยน้ำว้าสุก โดยในแต่ละกรงมีแมลงวันผลไม้ในระยะตัวเต็มวัย จำนวน 40 คู่ต่อกรง และมีสารดึงดูด 4 ชนิด ดังนี้

1. สารเมธิลยูจินอล (บริษัท กมลเทรดดิ้ง จำกัด) ปริมาตร 1 หยด หรือ 0.05 มิลลิลิตร (ปริมาตรแนะนำ)

2. สารเมธิลยูจินอล (บริษัท กมลเทรดดิ้ง จำกัด) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร

3. น้ำคั้นจากผลมะม่วงสุก ปริมาตร 1 มิลลิลิตร

4. น้ำคั้นจากผลฝรั่ง ปริมาตร 1 มิลลิลิตร

5. น้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว ปริมาตร 1 มิลลิลิตร

และใช้น้ำเปล่าปริมาตร 1 มิลลิลิตร เป็นสิ่งควบคุม

นำสารดึงดูดชนิดต่างๆ หยดลงบนแผ่นล่อสีขาวยาว ขนาด 5 x 6 x 0.5 เซนติเมตร (ภาพที่ 7) แล้วนำล่อไปแขวนไว้ในกรงทดสอบ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ทำ 5 ซ้ำ โดยแต่ละซ้ำมีล่อที่หยดด้วยสารดึงดูด ทั้ง 4 ชนิด และน้ำชนิดละ 4 แผ่น (ภาพที่ 8) นับจำนวนแมลงวันผลไม้เฉพาะที่เกาะบริเวณรอยหยดของสารดึงดูดบนล่อสีขาวยาว และสังเกตพฤติกรรมเมื่อเวลาผ่านไป 15 30 45 และ 60 นาที โดยทำการทดลองในช่วงเวลา 9.00 น. ถึง 12.00 น.

นำล่อที่พบแมลงวันผลไม้เกาะมากที่สุดในการทดลองขึ้นต้นออกจากกรงทดสอบทุกกรง นับจำนวนแมลงวันผลไม้เฉพาะที่เกาะบริเวณรอยหยดของสารดึงดูดบนล่อสีขาวยาวที่เหลือภายในกรงเมื่อเวลาผ่านไป 15 30 45 และ 60 นาที วางแผนการทดลอง และทำการทดลองซ้ำเช่นเดิมจนเหลือล่อที่ไม่มีแมลงวันผลไม้เกาะ



ภาพที่ 5 กรงทดสอบที่ใช้ในการศึกษาการตอบสนองของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยต่อการเข้าทำลายในพืชตึงดูชนิดต่างๆ



ภาพที่ 6 การวางผลพืชทดสอบในตะกร้าที่รองพื้นด้วยดินร่อนละเอียด และคลุมด้วยตาข่าย เพื่อใช้ในการเก็บดักแด้



ภาพที่ 7 แผ่นสำลีสีขาวที่หยดด้วยสารดิงคูด และนำไปใช้ในการศึกษาการดิงคูดของสารดิงคูดชนิดต่างๆ ต่อแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย



ภาพที่ 8 การแขวนสำลีสีขาวที่หยดด้วยสารดิงคูด ในกรงทดสอบการดิงคูดของสารดิงคูดชนิดต่างๆ ที่มีต่อแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย

การทดลองที่ 3

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริก กับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในสภาพกรงทดสอบ

อุปกรณ์

1. ผลพริกสด ได้แก่ ผลพริกสด 7 ประเภท ได้แก่ พริกชี้ฟ้าสีแดง พริกชี้ฟ้าสีเขียว พริกหยวก พริกเหลือง พริกขี้หนูผลใหญ่สีแดง พริกขี้หนูผลใหญ่สีเขียว และพริกขี้หนูผลเล็กสีเขียว

2. อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ กล้องสเตอริโอไมโครสโคป (stereo microscope)

3. อุปกรณ์ในการเลี้ยง และการทดสอบการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ ได้แก่

3.1 กรงทดสอบ (testing cage) ขนาด 60 x 50 x 60 เซนติเมตร บุผนังด้วยตาข่ายเอ็นสีขาว ขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว

3.2 วัสดุเลี้ยงและเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้ ได้แก่ น้ำ ยีสต์สกัด (yeast extract) น้ำตาลทรายขาว ผลกล้วยน้ำว้าสุก ตะกร้า กล่องพลาสติกใส ดินร่อนละเอียด ขวดแก้วใส และถ้วยพลาสติก

4. อุปกรณ์เก็บและวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ เวอร์เนียแคลิเปอร์ ไม้บรรทัด กล้องถ่ายรูป ดิจิตอล ปากกา สมุดบันทึก และเครื่องคอมพิวเตอร์

วิธีการ

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้เป็นส่วนสำคัญเพื่อใช้ในการค้นหาลักษณะด้านทานต่อการเข้าทำลาย โดยปัจจัยดังกล่าวมีอยู่หลายอย่าง เช่น สีของผลพืช พื้นที่ผล ทรงผล ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อ และสารเคมีที่อยู่ภายในผลพืช เป็นต้น สำหรับในการทดลองนี้เน้นการศึกษาเฉพาะลักษณะทางกายภาพของผลพริกสด ได้แก่ ความกว้างผล ความยาวผล ความหนาเนื้อ และสีผล จากผลพริกสดที่สุ่มมาเพื่อใช้เป็นตัวแทนของแต่ละประเภทของพริก

เพื่อต้องการทราบว่ามีความแตกต่างของการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในผลพริกชนิดต่างๆ กันหรือไม่ เพราะหากมีการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในพริกประเภทต่างๆ ที่ระดับต่างกัน นั้นหมายถึง อาจมีลักษณะที่เกี่ยวข้องกับลักษณะด้านทาน

ตัวอย่างผลพริกสดสุ่มซื้อจากตลาดสด อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 7 ประเภท ที่มีขนาดผล และสีผลที่แตกต่างกัน คือ พริกชี้ฟ้าสีแดง พริกชี้ฟ้าสีเขียว พริกหยวก พริกเหลือง พริกชี้หนูผลใหญ่สีแดง พริกชี้หนูผลใหญ่สีเขียว และพริกชี้หนูผลเล็กสีเขียว (ภาพที่ 9) โดยแบ่งผลพริกแต่ละประเภทเป็น 2 ส่วน ส่วนละ 30 ผลต่อประเภท โดยส่วนแรกนำไปใส่ไว้ในกรงทดสอบที่มีแมลงวันผลไม้ในระยะพร้อมวางไข่ เพื่อศึกษาการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ สำหรับส่วนที่สองนำผลพริกแต่ละชนิดเก็บไว้ภายนอกกรงทดสอบ เพื่อตรวจสอบว่ามีการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้จากแหล่งปลูกมาก่อนหรือไม่ โดยเก็บไว้ในตะกร้าที่รองพื้นด้วยดินร่อนละเอียด และคลุมด้วยตาข่ายเอ็นสีขาว ขนาด 24 ช่องต่อตารางนิ้ว เพื่อการป้องกันการเข้าทำลายจากแมลงภายนอก

สำหรับวิธีการศึกษาการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในผลพริกส่วนแรกนั้น ดำเนินการดังต่อไปนี้ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ทำการทดลอง 8 ซ้ำ แต่ละซ้ำมีพริกที่ศึกษาทั้ง 7 ประเภท ประเภทละ 5 ผล นำผลพริกแต่ละประเภท แขนวนแบบสุ่มไว้ในกรงทดสอบ (ภาพที่ 10) ที่มีแมลงวันผลไม้ในระยะพร้อมวางไข่ อายุประมาณ 14 วัน จากการเลี้ยงและการเพิ่มจำนวนแมลงในการทดลองที่ 1 แขนวนทิ้งไว้ในาน 1 วัน โดยมีน้ำเปล่า และอาหารเทียม และผลกล้วยน้ำว้าสุก มีการนับจำนวนแมลงวันผลไม้ในแต่ละซ้ำตลอดการทดลอง สำหรับพริกที่ผ่านการวางไข่ในกรงทดสอบ นำไปวางไว้ในตะกร้าที่รองพื้นด้วยดินร่อนละเอียด และคลุมด้วยตาข่ายเอ็นสีขาว ขนาด 24 ช่องต่อตารางนิ้ว เพื่อป้องกันการเข้าทำลายจากแมลงภายนอก ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริกประเภทต่างๆ ได้แก่ สีผล ความกว้างผล ความยาวผล และความหนาเนื้อ จำนวนผลที่ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล ขนาดของดักแด้ และจำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล

สำหรับการศึกษาวงจรชีวิตนั้น นำผลพริกทั้ง 7 ประเภท ประเภทละ 30 ผล ใส่ในกรงทดสอบและปล่อยให้มีการวางไข่ นาน 1 วัน แบ่งผลพริกที่ผ่านการวางไข่เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำไปศึกษาจำนวนวันในการพัฒนาจากระยะไข่เป็นระยะหนอน ภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป ส่วนที่สอง นำไปใส่ในขวดแก้วใสที่ปิดด้วยตาข่ายเอ็นสีขาว ขนาด 24 ช่องต่อตารางนิ้ว ศึกษาจำนวนวันในการพัฒนาจากระยะไข่เป็นระยะดักแด้ และจำนวนวันในการพัฒนาจากระยะดักแด้

เป็นระยะตัวเต็มวัย โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ทำ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำสุ่มศึกษาระยะไข่ จำนวน 10 ฟอง ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย จำนวน 10 ตัว



ภาพที่ 9 ลักษณะของผลพริกประเภทต่างๆ ที่ศึกษา (จากซ้ายไปขวา) พริกชี้ฟ้าสีแดง พริกหยวก พริกชี้ฟ้าสีเขียว พริกเหลือง พริกขี้หนูผลใหญ่สีเขียว พริกขี้หนูผลใหญ่สีแดง และพริกขี้หนูผลเล็กสีเขียว



ภาพที่ 10 ลักษณะการแขวนผลพริกประเภทต่างๆ แบบสุ่มในกรงทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การทดสอบทางสถิติ

1.1 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2 ประชากร โดยใช้ t -test (พิศมัย, 2547ก)

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

เมื่อ $\bar{X}_1$ และ $\bar{X}_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

n_1 และ n_2 คือ จำนวนข้อมูลที่ศึกษาชุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ และ $\mu_1 - \mu_2 = d_0$

$$S_p = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ S_1^2 และ S_2^2 คือ ค่าความแปรปรวนของข้อมูลชุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_1 = \mu_2$ และ $H_a: \mu_1 \neq \mu_2$

ค่าวิกฤต คือ $|t| > t_{\alpha/2(n_1+n_2-2)}$

1.2 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยมากกว่า 2 ประชากร โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Vaiance; ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD) (พิศมัย, 2547ข)

2. การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson's correlation coefficient) (ทรงศิริ, 2548)

$$r = \frac{\frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{N}}{\sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{N} \cdot \frac{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}{N}}}$$

เมื่อ r คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

X_i และ Y_i คือ ค่าของตัวแปร X และ Y ตัวที่ i เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$\bar{X}$ และ $\bar{Y}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปร X และ Y

N คือ จำนวนข้อมูลที่ศึกษา

ทดสอบสมมติฐานของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X และ Y โดยใช้ตัวทดสอบสถิติ

$$t = \frac{r}{S_r}$$

$$\text{โดย } S_r^2 = \frac{1-r^2}{n-2}$$

สมมติฐาน คือ $H_0: r = 0$ และ $H_a: r \neq 0$

ค่าวิกฤติ คือ $|t| \geq t_{\alpha/2, n-2}$

3. การวิเคราะห์ผลการทดลอง และเลือกรูปแบบผลการทดลองที่ดีที่สุด ตามวิธีของ ทรงศิริ (2548)

สถานที่ทำการทดลอง

แปลงทดลอง 2 และห้องปฏิบัติการปรับปรุงพันธุ์พืชและเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มต้นทำการทดลองเมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 และเสร็จสิ้นการทดลองในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1

การศึกษาลักษณะการเข้าทำลาย วงจรชีวิต วิธีการเลี้ยง และการเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้

การทดลองที่ 1.1 การศึกษาวงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก

จากการศึกษาวงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ โดยใช้พริกขี้หนูผลใหญ่พันธุ์‘ซุเปอร์ฮอท’ เป็นแหล่งวางไข่ พบว่า รอบของวงจรชีวิตโดยรวมในการพัฒนาจากระยะไข่จนถึงระยะตัวเต็มวัย ประมาณ 18 – 24 วัน โดยระยะไข่ อยู่ในช่วง 2 – 3 วัน ระยะตัวหนอน อยู่ในช่วง 7 – 9 วัน และระยะดักแด้ อยู่ในช่วง 9 – 12 วัน (ภาพที่ 11 และตารางผนวกที่ 1)

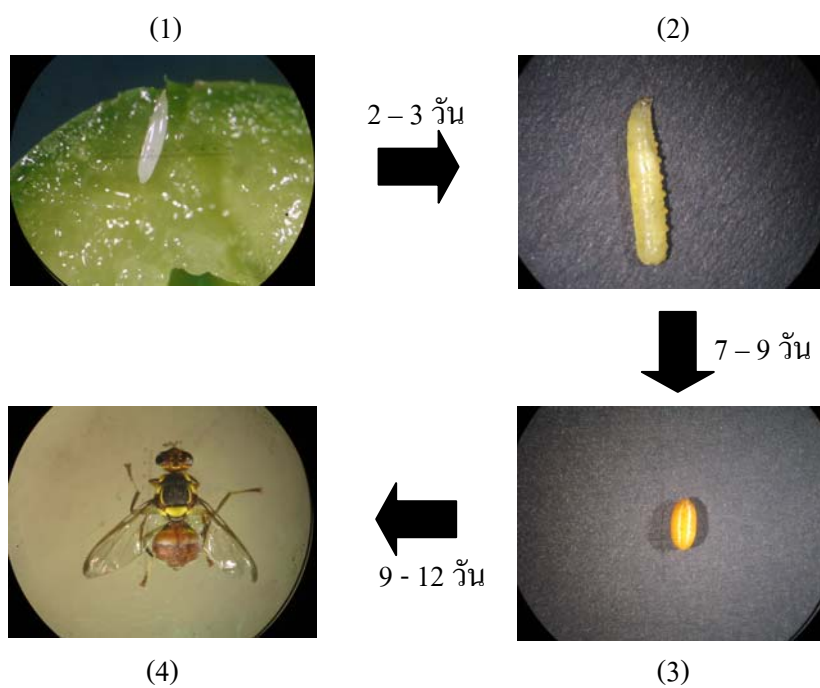
จากผลการทดลองที่ได้ เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการทดลองของ Chang and Kurashima (1999) ที่พบว่า ระยะหนอนของแมลงวันผลไม้ *B. latifrons* อยู่ในช่วง 7 – 18 วัน โดยมีความแตกต่างกันไปตามปริมาณของส่วนประกอบในอาหารเทียม ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การพัฒนาในระยะต่างๆ ของแมลงวันผลไม้ มีความแตกต่างกันไปตามอาหารที่หนอนได้รับระหว่างการพัฒนา ซึ่งปริมาณสารอาหารนั้นก็แตกต่างกันไปตามประเภทของพริกเช่นกัน นั่นคือ ระยะการพัฒนาของหนอน อาจจะมีการแตกต่างกันไปตามประเภทของพริก นอกจากนี้ Vargas and Nishida (1985) ได้ศึกษาวงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ *B. latifrons* พบว่า ระยะไข่ ประมาณ 2.3 ± 0.4 วัน ระยะหนอน ประมาณ 8.5 ± 0.1 วัน และระยะดักแด้ ประมาณ 10.2 ± 0.2 วัน ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่าของข้อมูลที่ได้มีความใกล้เคียงกับการทดลองนี้

การทดลองที่ 1.2 การศึกษาลักษณะการเข้าทำลาย และวิธีเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย

1. ลักษณะการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้

ผลพริกที่สูญเสียเป็นผลเนื่องมาจากการวางไข่ของแมลงวันผลไม้ในผลพริก (ภาพที่ 12) โดยพบการวางไข่เพียง 1 ฟองต่อรูเจาะ เท่านั้น (ภาพที่ 13) เมื่อไข่พัฒนาเข้าสู่ระยะหนอน หนอนแมลงวันผลไม้จะกินส่วนที่อยู่ภายในผลพริกและมีการเข้าทำลายซ้ำของจุลินทรีย์ ก่อให้เกิดอาการ

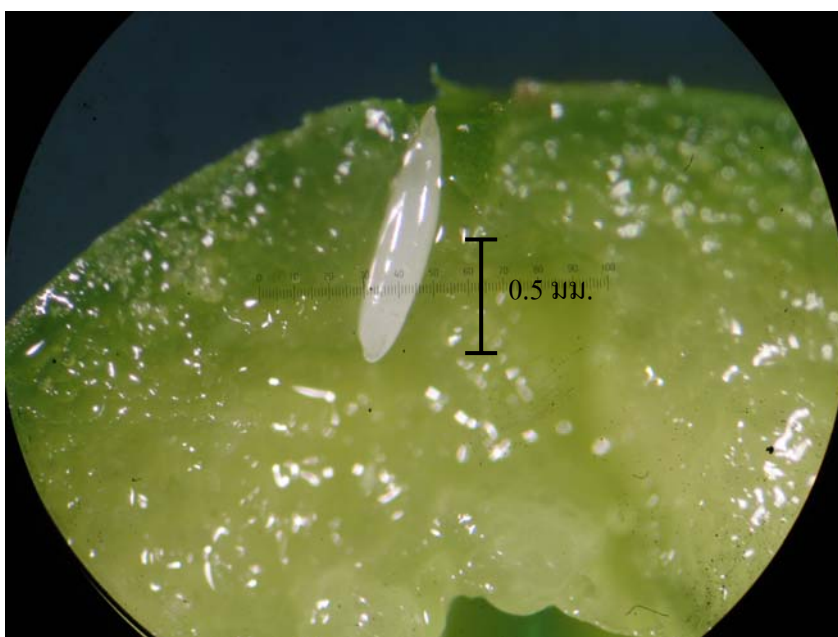
ผลเน่าที่มีกลิ่นเหม็นรุนแรง (ภาพที่ 14 15 และ 16) เมื่อพัฒนาเข้าสู่ระยะดักแด้ หนอนแมลงวัน
ผลไม้จะติดตัวออกมาภายนอกผล เข้าสู่ระยะดักแด้ (ภาพที่ 17 และ 18) และพัฒนาเข้าสู่ระยะตัวเต็ม
วัยต่อไป (ภาพที่ 19)



ภาพที่ 11 วงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก (1) ระยะไข่ (2) ระยะตัวหนอน (3) ระยะดักแด้ และ (4) ระยะตัวเต็มวัย



ภาพที่ 12 พฤติกรรมการวางไข่ของแมลงวันผลไม้ตัวเมียในผลพริก



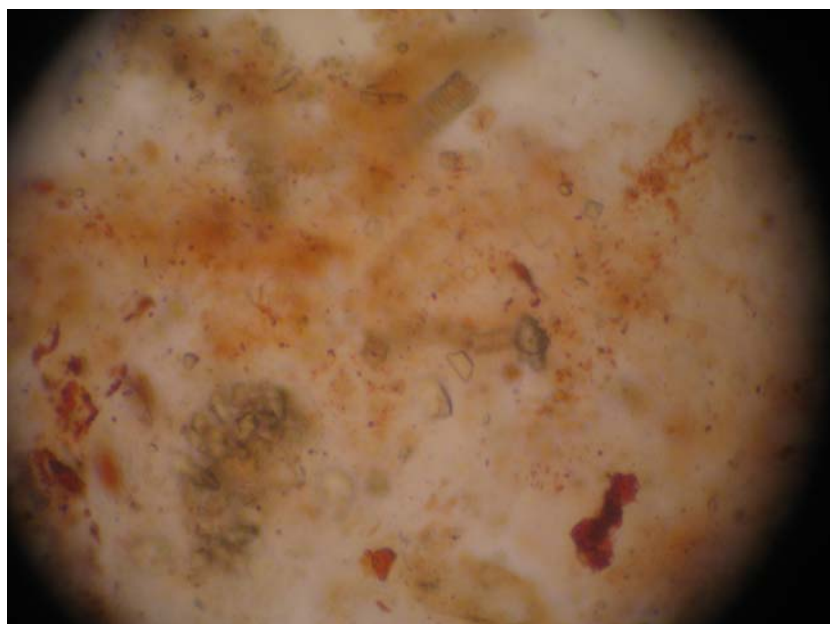
ภาพที่ 13 ลักษณะไข่ของแมลงวันผลไม้ที่พบในผลพริก (35x)



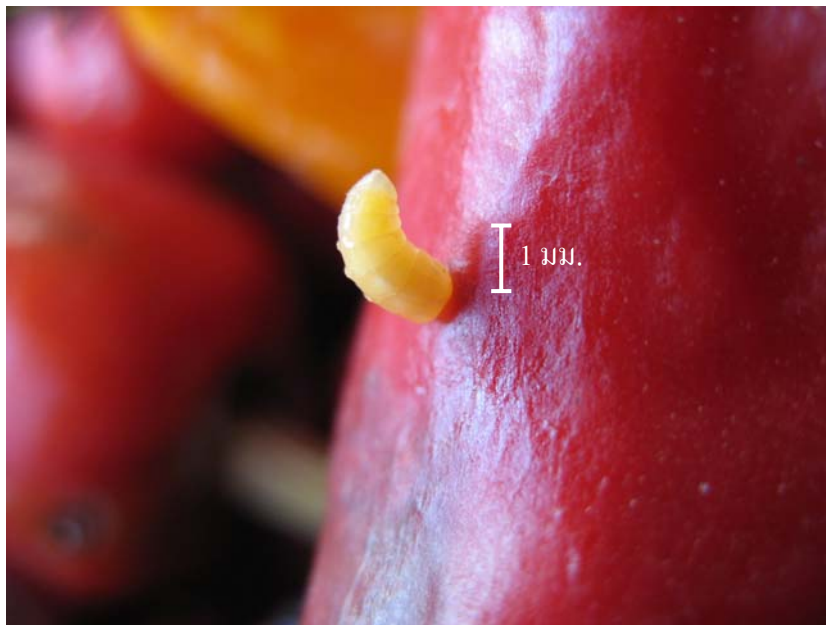
ภาพที่ 14 การทำลายของหนอนแมลงวันผลไม้ โดยการกัดกินส่วนที่อยู่ภายในผลพริก (15x)



ภาพที่ 15 ผลพริกที่แสดงอาการเน่าและเนื่องจากการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันผลไม้
และมีการเข้าทำลายซ้ำของจุลินทรีย์



ภาพที่ 16 จุลินทรีย์ตัวอย่างที่พบในผลพริกที่ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ (400x)



ภาพที่ 17 พฤติกรรมการเจาะผิวผลพริกของหนอนแมลงวันผลไม้ เพื่อเข้าสู่ดักแด้ภายนอกผลพริก



ภาพที่ 18 ลักษณะดักแด้ของแมลงวันผลไม้ (3x)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 19 ลักษณะตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก (ก) ตัวผู้ และ (ข) ตัวเมีย (5x)

2. การศึกษาวิธีเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย

แมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยที่เลี้ยงโดยใช้อาหารเทียมและผลกล้วยน้ำว้าสุก มีอายุยาวนานอยู่ในช่วง 32 – 50 วัน โดยมีค่าเฉลี่ย ประมาณ 40.2 วัน ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ กับอายุของตัวเต็มวัยที่ได้รับเฉพาะอาหารเทียม ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วง 7 – 14 วัน และมีค่าเฉลี่ย ประมาณ 9.6 วัน (ตารางที่ 1 ตารางผนวกที่ 1 และ 2) แสดงให้เห็นว่า ผลกล้วยน้ำว้าสุกเป็นอาหารที่ดีสำหรับแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย และสามารถนำไปใช้ในการเลี้ยงและเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไปได้

ทั้งนี้ หากเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ Vargas and Nishida (1985) ที่พบว่า อายุตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ *B. latifrons* ซึ่งเลี้ยงในสภาพห้องที่มีอุณหภูมิ 26.6 ± 0.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 ± 5 เปอร์เซนต์ และมีช่วงแสงกลางวันและกลางคืนที่เท่ากัน คือ 12 ชั่วโมง ตัวเต็มวัยมีอายุยาวนานถึง 64 ± 4.1 วัน โดยอายุตัวเต็มวัยที่มากที่สุดคือ 134 วัน และ สง่า (2548) สรุปว่า ปัจจัยอุณหภูมิมีผลต่อปริมาณการระบาดของแมลงวันผลไม้ในสภาพธรรมชาติ โดยมีค่า simple linear correlation coefficient เท่ากับ 0.65 แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่ออายุของตัวเต็มวัยเช่นกัน แต่การทดลองนี้ไม่สามารถจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเลี้ยงแมลงวันผลไม้ดังเช่นการทดลองของ Vargas and Nishida (1985) และการทดลองอื่นๆ ได้ เนื่องจากการประเมินเชื้อพันธุกรรมพริกในลักษณะด้านทานต่อแมลงวันผลไม้ที่จะมีการดำเนินการในขั้นต่อไปนั้น เป็นประเมินในสภาพแวดล้อมปกติที่มีอุณหภูมิสูงกว่าในสภาพห้อง ดังนั้น หากมีการเลี้ยงแมลงวันผลไม้ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างออกไปจากสภาพแวดล้อมปกติ อาจจะมีผลต่อการปรับตัว และความสามารถในการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้

สำหรับการศึกษาวงจรชีวิตในระยะไข่จนถึงดักแด้ของแมลงวันผลไม้ในรุ่นลูก พบว่า มีค่าที่ใกล้เคียงกัน คือ ระยะไข่ ประมาณ 2 - 3 วัน ระยะหนอน ประมาณ 7 - 9 วัน และระยะดักแด้ ประมาณ 9 - 12 วัน (ตารางผนวกที่ 1 และ 2) แสดงให้เห็นว่า การใช้ผลกล้วยน้ำว้าสุกเป็นแหล่งอาหารเพิ่มเติมของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ มีผลทำให้อายุตัวเต็มวัยในรุ่นพ่อแม่มากขึ้น โดยไม่มีผลต่อวงจรชีวิตในระยะไข่จนถึงระยะดักแด้ของแมลงวันผลไม้ในรุ่นลูก

ตารางที่ 1 อายุของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยในรุ่นพ่อแม่ และอายุไข่ หนอน และคักเค้ของแมลงวันผลไม้ในรุ่นลูก ที่เลี้ยงภายใต้สภาพกรงทดสอบ โดยใช้อาหารสำหรับเลี้ยงตัวเต็มวัยที่แตกต่างกัน

ระยะ	จำนวนวัน		P-value	C.V. (%)
	อาหารเทียม	อาหารเทียม และ กล้วยน้ำว้าสุก		
ตัวเต็มวัย ¹	9.6	40.2	<0.01	45.0
ไข่ ²	2.1	2.2	0.56	17.0
หนอน ²	7.4	7.8	0.25	9.9
คักเค้ ²	10.1	10.5	0.50	12.2

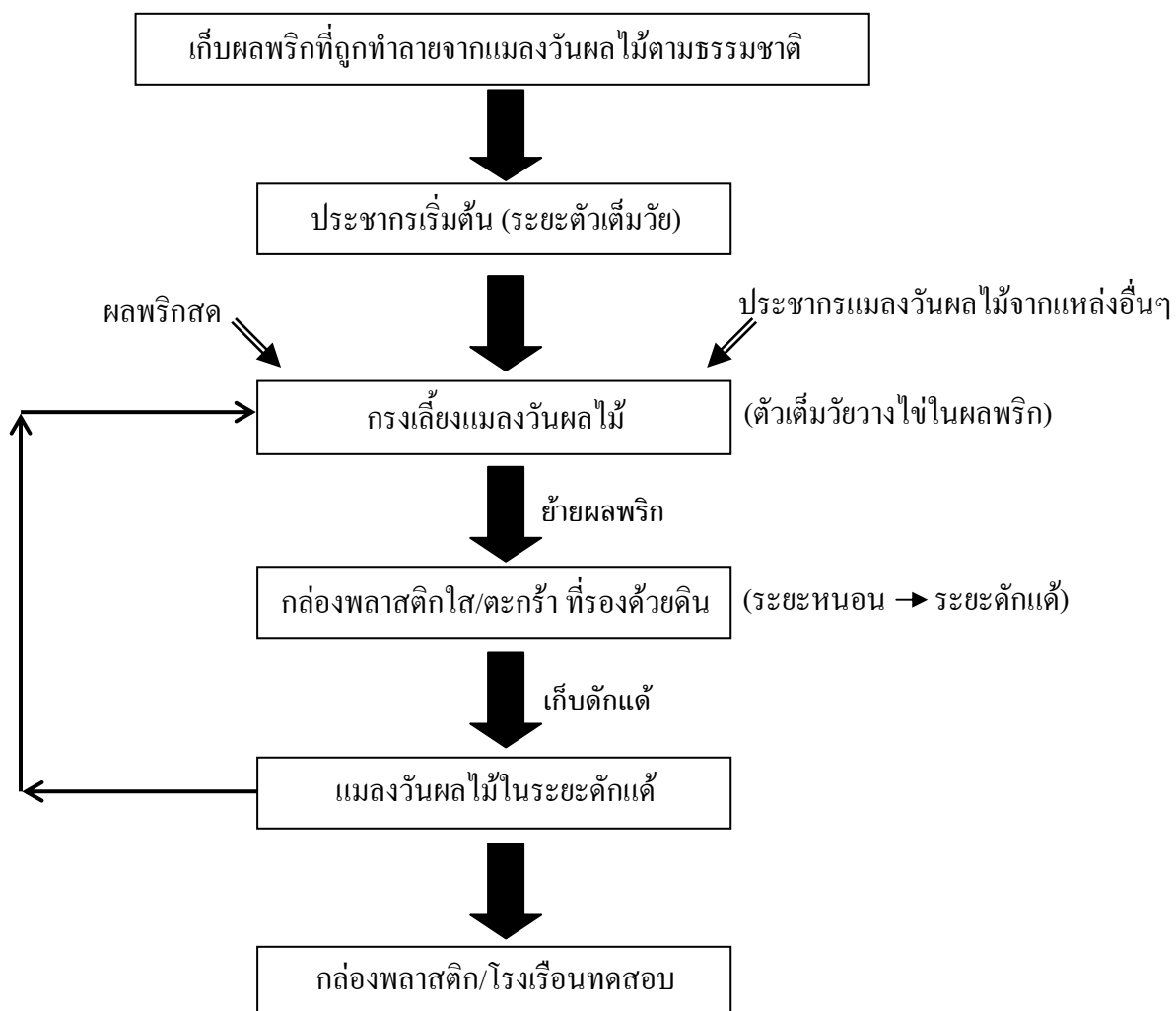
¹ แมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยในรุ่นพ่อแม่

² แมลงวันผลไม้ระยะไข่ หนอน และคักเค้ในรุ่นลูก ตามลำดับ

ดังนั้น ขั้นตอนการเลี้ยง และการเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้ มีดังนี้ (ภาพที่ 20)

1. นำผลพริกสดแขวนไว้ในกรงเลี้ยงที่มีแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย
2. นำผลพริกออกจากกรงหลังจากปล่อยให้มีการวางไข่นาน 1 – 2 วัน
3. ย้ายผลพริกที่ผ่านการวางไข่ลงในกล่องพลาสติกใสหรือตะกร้าที่รองพื้นด้วยดินร่อนละเอียดหนา 1 – 2 เซนติเมตร โดยวางผลพริกให้อยู่เหนือผิวดินเล็กน้อย
4. ปล่อยให้แมลงวันผลไม้พัฒนาเข้าสู่ระยะดักแด้ในดิน
5. เก็บดักแด้จากดิน ย้ายดักแด้ไปไว้ในกรงเลี้ยงแมลง หรือใช้ในการทดลอง
6. วัสดุที่ใช้เลี้ยงแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย คือ น้ำ อาหารเทียมซึ่งประกอบด้วยยีสต์สกัด 3 ส่วน และน้ำตาลทราย 1 ส่วน และผลกล้วยน้ำว้าสุก

ทั้งนี้การเลี้ยงและการเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้ นั้น จำเป็นที่จะต้องนำประชากรแมลงวันผลไม้จากธรรมชาติเพิ่มเข้าไปเป็นระยะๆ เพื่อเป็นการลดการผสมแบบเลือดชิด (inbreeding) เนื่องจากการสังเกต พบว่า ประชากรแมลงวันผลไม้ที่มีการผสมแบบเลือดชิดมากกว่า 3ชั่วรุ่น ขนาดของดักแด้ ขนาดตัวเต็มวัย เพอร์เซ็นต์การพัฒนาจากระยะดักแด้เป็นระยะตัวเต็มวัย และอายุของตัวเต็มวัย มีแนวโน้มลดลงตามลำดับ นำไปสู่ความสมบูรณ์ของแมลงและประสิทธิภาพในการเข้าทำลาย ซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการประเมินเชื้อพันธุกรรมพันธุกรรมพริกในลักษณะด้านทนต่อแมลงวันผลไม้ต่อไป



ภาพที่ 20 ขั้นตอนการเลี้ยง และการเพิ่มจำนวนประชากรแมลงวันผลไม้

การทดลองที่ 2

การตอบสนองของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริกระยะตัวเต็มวัยต่อการเข้าทำลาย และการดูดกินในพืชดั้งเดิมต่างๆ

การทดลองที่ 2.1 การตอบสนองของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริกระยะตัวเต็มวัยต่อการเข้าทำลายในพืชดั้งเดิมชนิดต่างๆ

จากการทดลองวางผลพืชทดสอบชุดแรกไว้ภายนอกโรงทดสอบ พบว่า ผลมะม่วงสุก แสดงอาการเน่าและ และสามารถเก็บดักแด้ของแมลงวันผลไม้ได้ คือ 8.4 ตัวต่อผล (ตารางที่ 2) โดยที่ไม่พบดักแด้ที่เก็บได้จากผลพริกหวานสีเขียว ฝรั่ง และชมพู แสดงให้เห็นว่า ผลมะม่วงสุกมีการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้มาก่อนการทดลอง

จากการวางผลพืชทดสอบในโรงทดสอบที่มีแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก จำนวน 5 คู่ ต่อกรง พบว่า มีการวางไข่ในผลพริกพริกหวานสีเขียวเพียงชนิดเดียว โดยมีจำนวนไข่ต่อผล เท่ากับ 22.6 ฟองต่อผล และไม่พบการวางไข่ในผลมะม่วงสุก ฝรั่ง และชมพู (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับการสังเกตในระหว่างการทดลองที่พบว่า แมลงวันผลไม้มีการวางไข่เฉพาะกับผลพริกหวานสีเขียว เท่านั้น และถึงแม้ว่าจะมีแมลงวันผลไม้บางส่วนที่เกาะบนผลมะม่วงสุก ฝรั่ง และชมพู ก็ตาม แต่จากการสังเกต พบว่า ไม่มีพฤติกรรมการวางไข่แต่อย่างใด

ในการศึกษาจำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล พบว่า จำนวนดักแด้ที่เก็บได้จากผลพริกหวานสีเขียว มีค่าสูงที่สุด คือ 12.9 ต่อผล ซึ่งมากกว่าจำนวนดักแด้ที่เก็บได้จากผลมะม่วงสุก คือ 7.5 ตัวต่อผล โดยที่ไม่พบดักแด้ในผลฝรั่ง และชมพู (ตารางที่ 4) จากการศึกษาข้างต้นที่ไม่พบการวางไข่ในผลมะม่วงสุก แต่กลับเก็บดักแด้ของแมลงวันผลไม้จากผลมะม่วงสุกนั้น แสดงว่า มีการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้มาก่อนการทดลอง เมื่อนำข้อมูลจำนวนดักแด้ที่เก็บได้มาสร้างแผนภาพการกระจายตัวของจำนวนดักแด้ที่เก็บได้ตามจำนวนวันหลังจากนำผลพริก และมะม่วงสุก ใส่ในโรงทดสอบ พบว่า ดักแด้ที่ได้จากผลมะม่วงสุกใช้เวลา 3 – 12 วัน หลังจากใส่ผลมะม่วงสุกในโรง (ภาพที่ 21) ทั้งนี้ จาก อรรถยา (มปป.) กล่าวว่า ระยะไข่จนถึงระยะดักแด้ อยู่ในช่วง 9 – 12 วัน ซึ่งจากการทดลองนี้ พบว่า สามารถเก็บดักแด้ของแมลงวันผลไม้จากผลมะม่วงสุกได้เร็วกว่าวงจรชีวิตปกติ และเมื่อนำตัวเต็มวัยที่ได้ไปศึกษาภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป พบว่า ตัวเต็มวัยที่ได้จากผลมะม่วงสุกเป็นแมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis* ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างจากแมลงวันผลไม้ที่ได้

จากผลพริกอย่างชัดเจน (ภาพที่ 22) ดังนั้น จากการทดลองนี้สามารถกล่าวได้ว่าแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริกไม่เข้าทำลายในผลมะม่วงสุก ฝรั่ง และชมพู ที่ใช้ทดสอบ

จากผลการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่า แมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก มีความชอบวางไข่ในผลพริกโดยเฉพาะ โดยมีความแตกต่างจากการศึกษาของ Thomas (2004) ซึ่งนำผลพืชทดสอบ คือ ผลมะม่วง ส้ม และพริก ใสในกรงที่มีแมลงวันผลไม้ Mexican fruit fly (*A. ludens*) ซึ่งเก็บได้จากผลพริก harbanero พบว่า แมลงวันผลไม้ชนิดดังกล่าวมีความชอบวางไข่ในผลมะม่วงสุกมากที่สุด รองลงมา คือ พริก และส้ม ตามลำดับ ทั้งนี้ ลักษณะของแมลงวันผลไม้ Mexican fruit fly มีความแตกต่างจากแมลงวันผลไม้ที่ใช้ในการทดลองนี้อย่างชัดเจนเช่นกัน (ภาพที่ 23) แต่ทั้งนี้ Temell *et al.* (1986) และ Mabberley (1987) รายงานว่า *B. latifrons* เป็นแมลงวันผลไม้ที่จัดอยู่ในกลุ่มต้องสงสัยว่ามีมะม่วงเป็นพืชอาหาร แต่อาจมีความคลาดเคลื่อนได้เนื่องจากตัวเต็มวัยอาจไปอาศัยอยู่ได้

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของจำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล ขนาดของดักแด้ และจำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล ในพืชทดสอบชนิดต่างๆ ที่วางไว้ภายนอกกรุงเทพมหานคร
เพื่อศึกษาจำนวนแมลงวันผลไม้ที่มีการเข้าทำลายก่อนการทดลอง

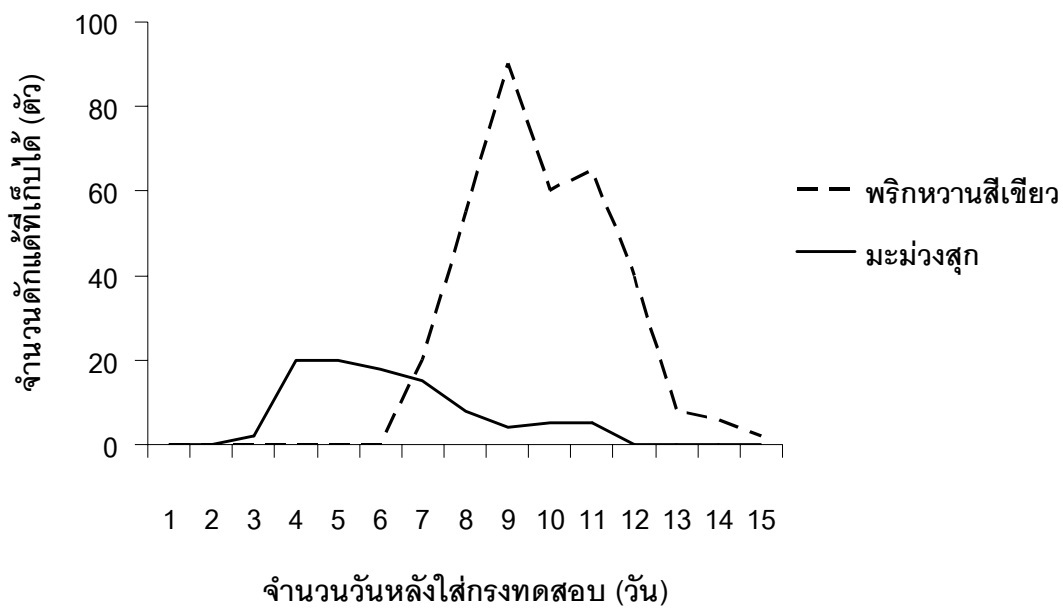
พืชทดสอบ	จำนวนดักแด้ต่อผล	ขนาดของดักแด้ที่เก็บได้		จำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล
		(มิลลิเมตร)		
		ความกว้าง	ความยาว	
มะม่วงสุก	8.4	2.5	5.0	5.3
ฝรั่ง	0	- ¹	-	-
ชมพู	0	-	-	-
พริก	0	-	-	-

¹ เนื่องจากไม่พบดักแด้ จึงไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่ต่อผล จำนวนดักแด้ต่อผล ขนาดของดักแด้ และจำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล ในพืชทดสอบชนิดต่างๆ ที่ผ่านการวางไว้ใน
 กรงทดสอบที่มีแมลงวันผลไม้ จำนวน 5 คู่ต่อกรง

พืชทดสอบ	จำนวนไข่ต่อผล	จำนวนดักแด้ต่อผล	ขนาดของดักแด้ที่เก็บได้		จำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล
			(มิลลิเมตร)		
			ความกว้าง	ความยาว	
มะม่วงสุก	0	7.5	2.5	5.0	5.1
ฝรั่ง	0	0	- ¹	-	-
ชมพู	0	0	-	-	-
พริกหวานสีเขียว	22.6	12.9	2.5	5.0	8.9

¹ เนื่องจากไม่พบดักแด้ จึงไม่มีข้อมูล



ภาพที่ 21 จำนวนดักได้รวมที่เก็บได้จากผลพริกหวานสีเขียว และมะม่วงสุก ที่ผ่านการวางไว้ในทรงทดสอบ

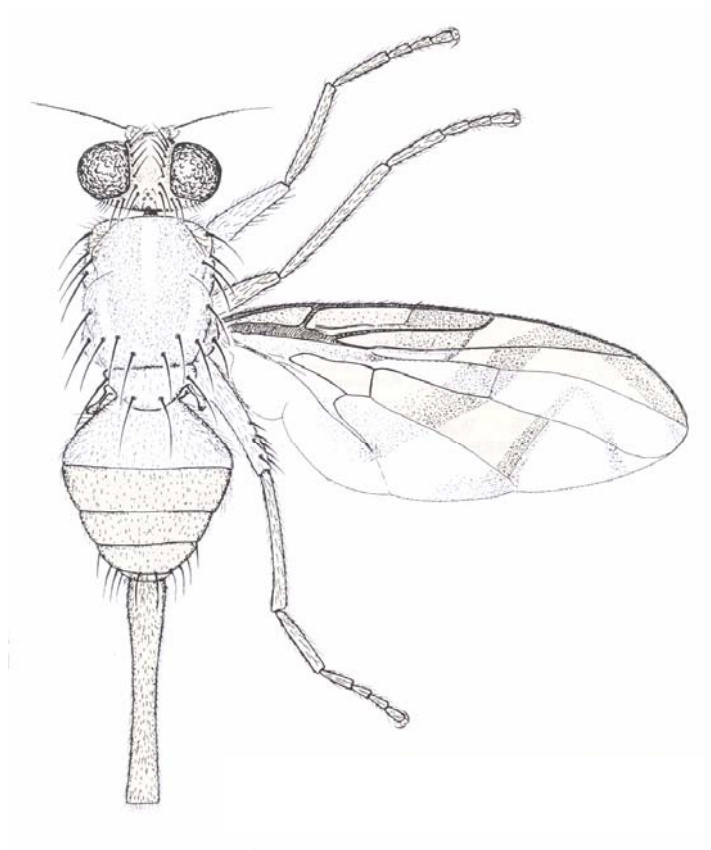


(ก)



(ข)

ภาพที่ 22 (ก) ลักษณะของแมลงวันผลไม้ที่พบการเข้าทำลายในผลพริกหวานสีเขียว (*Bactrocera latrifrons*) และ (ข) แมลงวันผลไม้ที่พบการเข้าทำลายในผลมะม่วงสุก (*Bactrocera dorsalis*) (5x)



ภาพที่ 23 ลักษณะของแมลงวันผลไม้ Mexican fruit fly ที่พบการเข้าทำลายในผลพริก harbanero
ที่มา: White and Elson-Harris (1992)

การทดลองที่ 2.2 การตอบสนองของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยในสารดึงดูดชนิดต่างๆ

จากการศึกษาในกรงทดสอบที่มีสารดึงดูดครบทั้ง 4 ชนิด (ตารางที่ 4) คือ น้ำคั้นจากผลมะม่วงสุก น้ำคั้นจากผลฝรั่ง น้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว และเมธิลยูจินอล โดยใช้ น้ำคั้นชนิดละ 1 มิลลิลิตรต่อแผ่นสำลี สำหรับสารเมธิลยูจินอล ใช้ 2 ระดับ คือ ใส่เมธิลยูจินอลในปริมาณแนะนำ คือ 1 หยดต่อแผ่นสำลี และในปริมาณเดียวกับสารดึงดูดชนิดอื่นๆ คือ 1 มิลลิลิตรต่อแผ่นสำลี โดยมีน้ำเปล่าเป็นสิ่งที่ควบคุม ดำเนินการทดลองภายใต้กรงทดสอบ ที่มีตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ 40 คู่ ต่อกรง พบว่า มีแมลงวันผลไม้เกาะบนสำลีบริเวณรอยหยดของน้ำคั้นจากผลมะม่วงสุก น้ำคั้นจากผลฝรั่ง และน้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียวนั้น โดยจำนวนแมลงวันผลไม้รวมที่เกาะบริเวณรอยหยดของน้ำคั้นจากผลมะม่วงสุก มีมากที่สุด คือ 10 ตัวต่อแผ่นสำลี ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ กับจำนวนแมลงวันผลไม้รวมที่เกาะบริเวณรอยหยดของน้ำคั้นจากผลฝรั่ง และน้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว คือ 2.4 และ 1.2 ตัวต่อแผ่นสำลี ตามลำดับ โดยจำนวนแมลงวันผลไม้ตัวผู้และตัวเมียต่อแผ่นสำลี มีผลการทดลองเช่นเดียวกันจำนวนรวมของแมลงวันผลไม้ต่อแผ่นสำลี และจำนวนแมลงวันผลไม้ตัวเมียต่อแผ่นสำลี มีแนวโน้มที่มากกว่าจำนวนแมลงวันผลไม้ตัวผู้ต่อแผ่นสำลี ทั้งนี้ ไม่พบแมลงวันผลไม้ที่เกาะสำลีที่มีสารเมธิลยูจินอลทั้ง 2 ระดับ และสำลีที่มีน้ำเปล่า

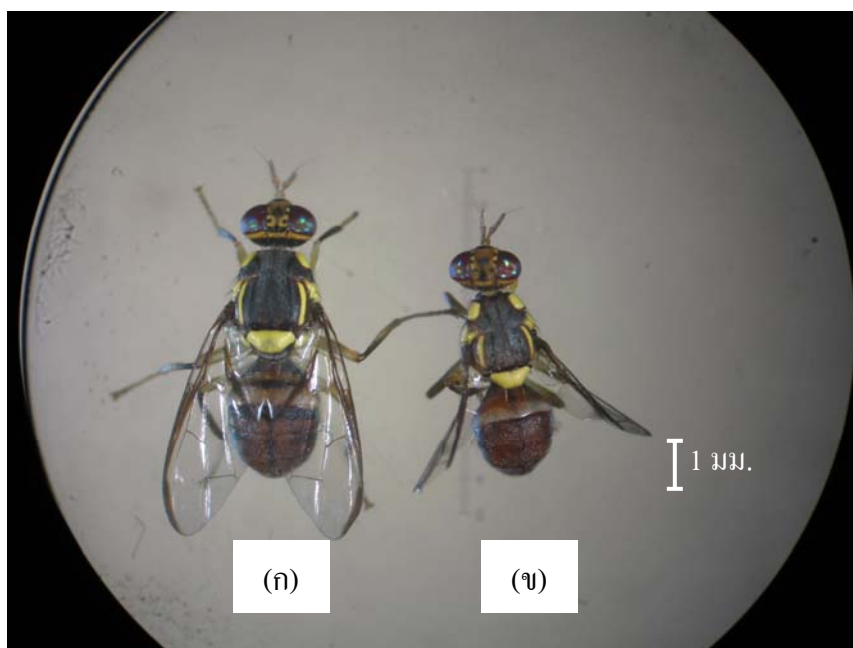
แสดงให้เห็นว่า สารเคมีที่มีผลต่อการดึงดูดต่อแมลงวันผลไม้ นั้น สามารถพบในพืชอื่นๆ ได้นอกเหนือจากพริก ทั้งนี้ ไม่พบแมลงวันผลไม้ที่เกาะบริเวณรอยหยดของสารเมธิลยูจินอล ทั้ง 2 ระดับ แต่อย่างใด และเพื่อให้เกิดความชัดเจนมากยิ่งขึ้น จึงได้นำสำลีที่มีสารเมธิลยูจินอล ใส่ในกรงเลี้ยงแมลงวันผลไม้ที่ได้จากผลชมพู ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างจากแมลงวันผลไม้ที่เข้าทำลายในผลพริก (ภาพที่ 24) พบว่า มีแมลงวันผลไม้ตัวผู้เกาะบริเวณรอยหยดของสารจำนวนมาก โดยไม่พบแมลงวันผลไม้ตัวเมีย แสดงว่า สารเมธิลยูจินอลนั้น ไม่มีความสามารถในการดึงดูดตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก ทั้งตัวผู้และตัวเมีย

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของจำนวนแมลงวันผลไม้รวม จำนวนแมลงวันผลไม้ตัวผู้และตัวเมีย ที่เกาะบนลำลีบริเวณรอยหยดของสารดึงดูดชนิดต่างๆ

ทริทเมนต์	จำนวนแมลงวันผลไม้ (ตัวต่อแผ่นลำลี) ¹		
	ตัวผู้	ตัวเมีย	รวม
น้ำคั้นจากผลมะม่วงสุก	3.4	6.6	10.0
น้ำคั้นจากผลฝรั่ง	1.0	1.4	2.4
น้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว	0.7	0.6	1.2
เมธิลยูจินอล (1 มล.)	0	0	0
เมธิลยูจินอล (1 หยด)	0	0	0
น้ำเปล่า	0	0	0
LSD ²	0.4	0.7	1.0
C.V. (%)	38.5	33.2	35.7

¹ จำนวนรวมของแมลงวันผลไม้ที่เกาะบนลำลี มีค่าไม่เท่ากับจำนวนแมลงวันผลไม้ที่ใส่ในกรงทดสอบ คือ 80 ตัว เนื่องจากมีแมลงวันผลไม้บางส่วนกินอาหาร น้ำ หรือเกาะอยู่ข้างๆ กรง

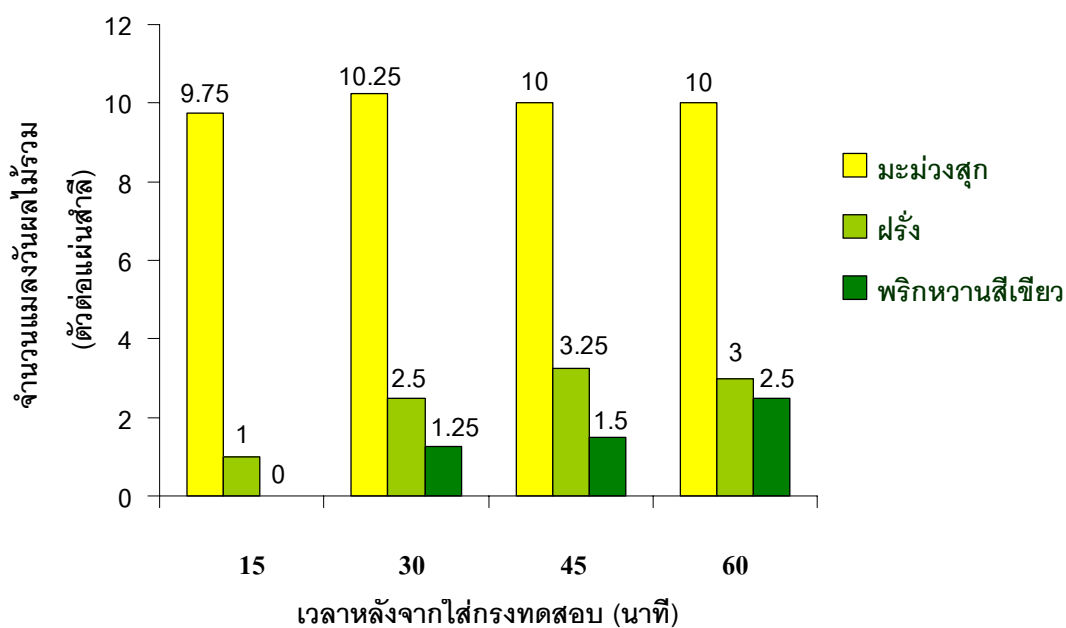
² เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธีของ Least Significant Difference ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์



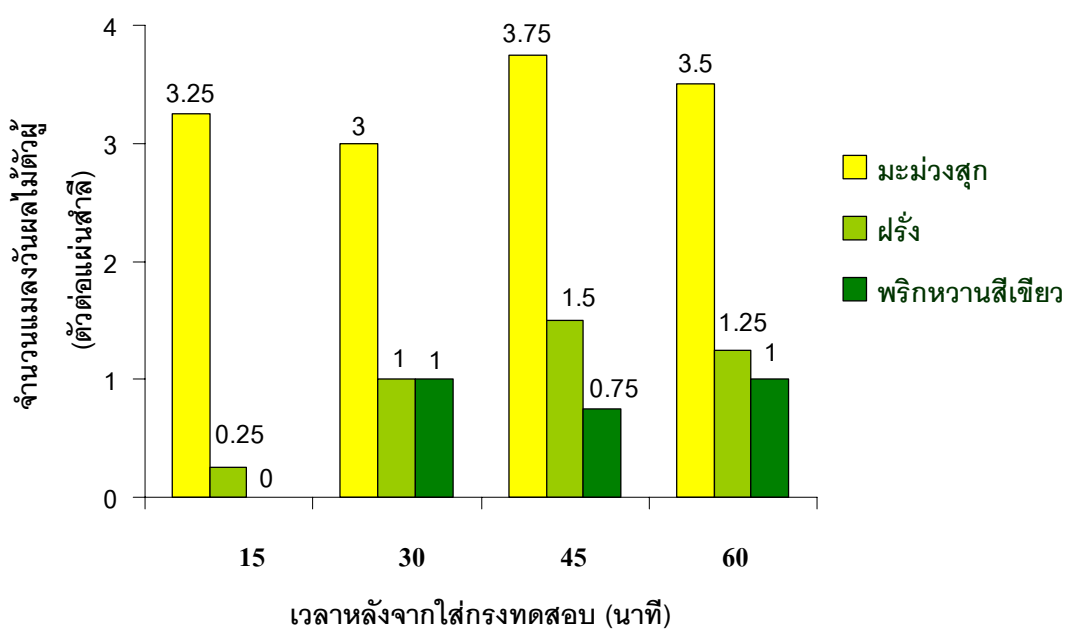
ภาพที่ 24 เปรียบเทียบลักษณะของแมลงวันผลไม้ (ก) แมลงวันผลไม้ที่พบการเข้าทำลายในผลชมพู และ (ข) แมลงวันผลไม้ที่พบการเข้าทำลายในผลพริกหวานสีเขียว (5x)

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนแมลงวันผลไม้รวม ที่พบการเกาะบริเวณรอยหยดของสารดึงดูดชนิดต่างๆ ในเวลา 15 30 45 และ 60 นาที หลังจากใส่ในกรงทดสอบ พบว่า ในช่วง 15 นาทีแรกของการทดลอง แมลงวันผลไม้มีพฤติกรรมสนใจต่อน้ำคั้นจากผลมะม่วงสุกมากที่สุด และมีจำนวนที่ใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาของการทดลอง เช่นเดียวกับพฤติกรรมของแมลงวันผลไม้ต่อน้ำคั้นจากผลฝรั่ง ก็พบไปในแนวทางเดียวกับน้ำคั้นจากผลมะม่วงสุก แต่มีจำนวนที่น้อยกว่ามาก สำหรับการตอบสนองของแมลงวันผลไม้ต่อน้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียวนั้น ไม่พบแมลงวันผลไม้ที่เกาะบริเวณรอยหยดของน้ำคั้นในช่วง 15 นาทีแรกของการทดลอง แต่มีจำนวนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในแต่ละช่วงเวลาของการทำการทดลอง จนมีค่าที่ใกล้เคียงกันกับจำนวนแมลงวันผลไม้ที่เกาะบริเวณรอยหยดของน้ำคั้นจากผลฝรั่ง เมื่อเวลาผ่านไป 60 นาที (ภาพที่ 25)

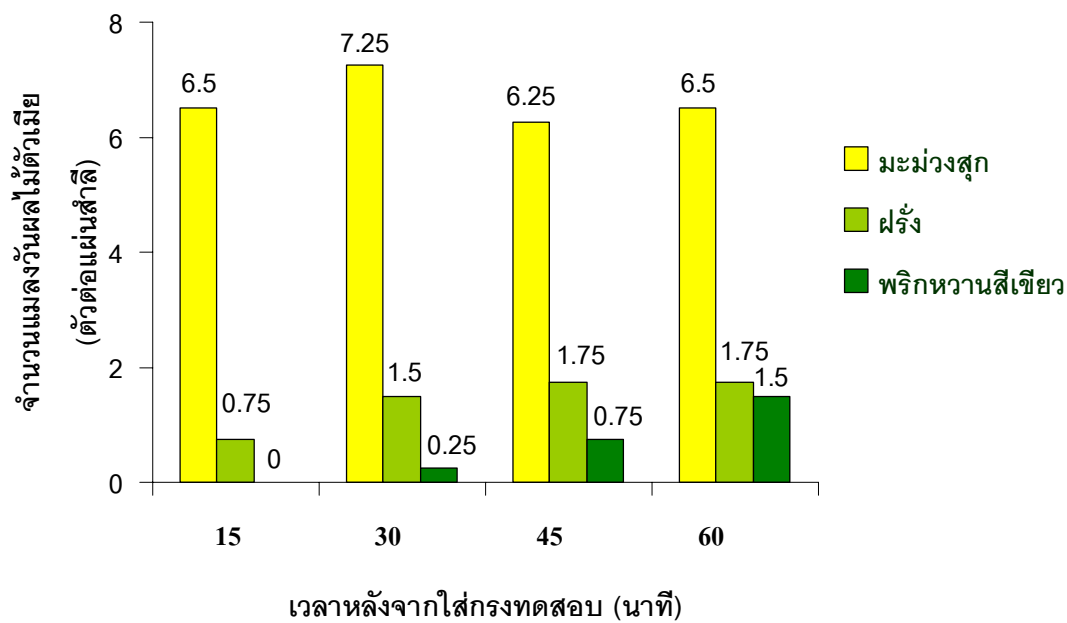
ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนแมลงวันผลไม้ตัวผู้ และตัวเมีย ที่ตอบสนองต่อสารดึงดูดในช่วงเวลาต่างๆ กัน พบว่า เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับจำนวนแมลงวันผลไม้รวม (ภาพที่ 26 และ 27)



ภาพที่ 25 จำนวนแมลงวันผลไม้รวมที่พบบริเวณรอยหยดของสารดึงดูดชนิดต่างๆ ในช่วงเวลา 15 30 45 และ 60 นาที หลังจากใส่ในกรงทดสอบ



ภาพที่ 26 จำนวนแมลงวันผลไม้ตัวผู้ที่พบบริเวณรอยหยดของสารดึงดูดชนิดต่างๆ ในช่วงเวลา 15 30 45 และ 60 นาที หลังจากใส่ในกรงทดสอบ



ภาพที่ 27 จำนวนแมลงวันผลไม้ตัวเมียที่พบบริเวณรอยหยดของสารดึงดูดชนิดต่างๆ ในช่วงเวลา 15 30 45 และ 60 นาที หลังจากใส่ในกรงทดสอบ

ในการศึกษาต่อมา ซึ่งได้นำลำต้นที่พบแมลงวันผลไม้เกาะมากที่สุด คือ ลำต้นที่มีน้ำคั้นจากผลมะม่วงสุก ออกจากกรงทดสอบ ดังนั้น ภายในกรงทดสอบจึงเหลือสารดึงดูด 3 ชนิด คือ น้ำคั้นจากผลฝรั่ง น้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว และสารเมธิลยูจินอล โดยมีน้ำเปล่าเป็นสิ่งแวดล้อม (ตารางที่ 5) พบว่า มีแมลงวันผลไม้เกาะบริเวณรอยหยดของน้ำคั้นจากผลฝรั่ง และน้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว เท่านั้น โดยจำนวนแมลงวันผลไม้รวมที่เกาะบริเวณรอยหยดน้ำคั้นจากผลฝรั่ง เท่ากับ 4.3 ตัวต่อแผ่นลำต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ กับจำนวนแมลงวันผลไม้รวมที่เกาะบริเวณรอยหยดน้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว คือ 2.6 ตัวต่อแผ่นลำต้น ส่วนจำนวนแมลงวันผลไม้ตัวผู้และตัวเมียต่อแผ่นลำต้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ เช่นกัน ทั้งนี้ จำนวนแมลงวันผลไม้รวมที่เกาะบริเวณรอยหยดของน้ำคั้นจากผลฝรั่ง และน้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว มีจำนวนมากกว่าการทดลองที่มีสารดึงดูดครบทุกชนิด และไม่พบแมลงวันผลไม้เกาะบริเวณรอยหยดของสารเมธิลยูจินอล ทั้ง 2 ระดับ และรอยหยดของน้ำเปล่าเช่นกัน

เมื่อนำลำต้นที่มีน้ำคั้นจากผลฝรั่งออกจากกรงทดสอบ โดยเหลือสารดึงดูดภายในกรงทดสอบ 2 ชนิด คือ น้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว และสารเมธิลยูจินอล โดยมีน้ำเปล่าเป็นสิ่งแวดล้อม พบว่า น้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียวมีจำนวนแมลงวันผลไม้ เท่ากับ 6.7 ตัว (ตารางที่ 6) และไม่พบแมลงวันผลไม้ที่เกาะบริเวณรอยหยดของสารเมธิลยูจินอล ทั้ง 2 ระดับ และน้ำเปล่าเช่นกัน

ในการศึกษาที่มีเฉพาะสารเมธิลยูจินอล โดยมีน้ำเปล่าเป็นสิ่งแวดล้อมพบพบว่า ไม่มีแมลงวันผลไม้เกาะลำต้นบริเวณรอยหยดสารเมธิลยูจินอล ทั้ง 2 ระดับ และน้ำเปล่าเลย (ตารางที่ 7)

จากการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่า ตัวเต็มวัยและหนอนของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริกมีพฤติกรรมวางไข่และการเข้าทำลายในผลพริกเท่านั้น โดยที่แหล่งอาหารของตัวเต็มวัยนั้นไม่จำเป็นต้องมาจากผลพริกเสมอไป ดังเช่นการทดลองที่พบว่า แมลงวันผลไม้ชอบดูดกินน้ำคั้นจากผลไม้ที่มีรสชาติดหวาน คือ มะม่วง และฝรั่ง

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของจำนวนแมลงวันผลไม้รวม จำนวนแมลงวันผลไม้ตัวผู้และตัวเมีย ที่เกาะบน
สำลับริเวณรอยหยดของน้ำคั้นจากผลฝรั่ง น้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว เมธิลยูจินอล
และน้ำเปล่า

ทรีทเมนต์	จำนวนแมลงวันผลไม้ (ตัวต่อแผ่นสำลั) ¹		
	ตัวผู้	ตัวเมีย	รวม
น้ำคั้นจากผลฝรั่ง	1.9	2.4	4.3
น้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว	1.3	1.4	2.6
เมธิลยูจินอล (1 มล.)	0	0	0
เมธิลยูจินอล (1 หยด)	0	0	0
น้ำเปล่า	0	0	0
<i>t</i> -value ²	0.5	0.7	0.9
C.V. (%)	32.6	35.8	33.9

¹ จำนวนแมลงวันผลไม้รวมที่เกาะบนสำลัมีค่าไม่เท่ากับจำนวนแมลงวันผลไม้ที่ใส่ในกรงทดสอบ
คือ 80 ตัว เนื่องจากมีแมลงวันผลไม้บางส่วนกินอาหาร น้ำ หรือเกาะอยู่ข้างๆ กรง

² เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยใช้ *t*-test เมื่อ $t_{0.025(38)} = 2.025$

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยของจำนวนแมลงวันผลไม้รวม จำนวนแมลงวันผลไม้ตัวผู้และตัวเมียที่เกาะบน
สำลับริเวณรอยหยดของน้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว เมธิลยูจินอล และน้ำเปล่า

ทรีทเมนต์	จำนวนแมลงวันผลไม้ (ตัวต่อแผ่นสำลั) ¹		
	ตัวผู้	ตัวเมีย	รวม
น้ำคั้นจากผลพริก	3.2	3.5	6.7
เมธิลยูจินอล (1 มล.)	0	0	0
เมธิลยูจินอล (1 หยด)	0	0	0
น้ำเปล่า	0	0	0
C.V. (%)	28.5	32.3	29.4

¹ จำนวนแมลงวันผลไม้รวมที่เกาะบนสำลัมีค่าไม่เท่ากับจำนวนแมลงวันผลไม้ที่ใส่ในกรงทดสอบ
คือ 80 ตัว เนื่องจากมีแมลงวันผลไม้บางส่วนกินอาหาร น้ำ หรือเกาะอยู่ข้างๆ กรง

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของจำนวนแมลงวันผลไม้รวม จำนวนแมลงวันผลไม้ตัวผู้และตัวเมีย ที่เกาะบน
ลำต้นบริเวณรอยหยดของเมธิลยูจินอล และน้ำเปล่า

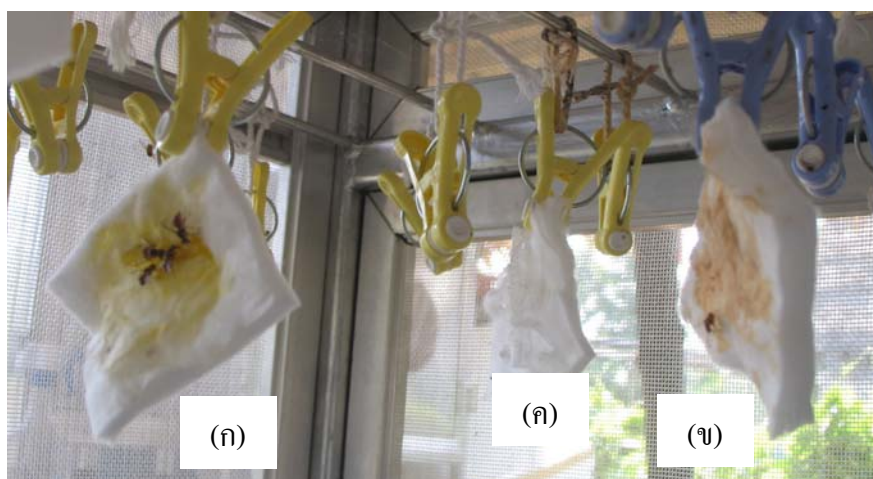
ทรีทเมนต์	จำนวนแมลงวันผลไม้ (ตัวต่อแผ่นล่อ)		
	ตัวผู้	ตัวเมีย	รวม
เมธิลยูจินอล (1 มล.)	0	0	0
เมธิลยูจินอล (1 หยด)	0	0	0
น้ำเปล่า	0	0	0

จากการศึกษา พบว่า แผลงวันผลไม้มีการตอบสนองต่อสารดึงดูดชนิดต่างๆ แบบการดูดกิน โดยที่ไม่พบพฤติกรรมการวางไข่ และเมื่อวิเคราะห์ผลการศึกษาก็แสดงให้เห็นได้ว่า แผลงวันผลไม้ที่ศึกษามีพฤติกรรมในการเลือกสารดึงดูดที่แตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดของสารดึงดูดที่มีอยู่ในขณะนั้น และเมื่ออธิบายในด้านของสารดึงดูด ก็จะพบว่า สารดึงดูดแต่ละชนิดมีความสามารถในการดึงดูดต่อแผลงวันผลไม้ที่แตกต่างกันไป (ภาพที่ 27) โดยที่สารดังกล่าวไม่ได้มีอย่างเฉพาะเจาะจงในผลพริกเท่านั้น และจากการศึกษานี้ ยังพบว่า น้ำคั้นจากผลมะม่วงสุก มีความสามารถในการดึงดูดต่อแผลงวันผลไม้มากกว่าน้ำคั้นจากผลฝรั่ง และน้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว ตามลำดับ

จากการสังเกตพฤติกรรมของแผลงวันผลไม้ที่เกาะบนลำต้นบริเวณรอยหยดของน้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว ที่พบว่า มีพฤติกรรมแบบดูดกินเท่านั้น โดยที่ไม่พบพฤติกรรมการวางไข่ เช่นเดียวกับสารดึงดูดชนิดอื่นๆ ดังนั้น จึงมีการใส่ผลพริกหวานสีเขียวเข้าไปในกรงทดสอบ พบว่ามีพฤติกรรมการวางไข่เกิดขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการดึงดูดต่อการวางไข่บนผลพริกของแผลงวันผลไม้ นั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านสารเคมีที่อยู่ในผลพริกเท่านั้น แต่อาจมีปัจจัยด้านผิวสัมผัส ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้แมลงรับรู้ถึงแหล่งของการวางไข่เช่นกัน

ทั้งนี้ ในบางช่วงของการทดลอง มีแผลงวันผลไม้เกาะที่ลำต้นแต่ไม่อยู่ในบริเวณรอยหยดของสารดึงดูด ซึ่งไม่มีการนับจำนวนแผลงวันผลไม้ดังกล่าวรวมกับแมลงที่อยู่บริเวณรอยหยดของสารดึงดูด สันนิษฐานว่าเป็นเพียงการเกาะเพื่อหยุดพักของแผลงวันผลไม้ดังเช่นที่เกาะอยู่บริเวณส่วนอื่นๆ ของกรงทดสอบเท่านั้น

จากการศึกษานี้ ประเด็นสำคัญที่ได้ ก็คือ การป้องกันและกำจัดแผลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริกในสภาพแปลงของเกษตรกรนั้น ไม่สามารถใช้สารเมธิลยูจินอลเป็นสารดึงดูด ดังเช่นที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในการผลิตไม้ผลชนิดต่างๆ ซึ่งในปัจจุบัน เกษตรกรและผู้ประกอบการยังไม่ทราบข้อมูลดังกล่าว ทั้งนี้ ยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมทั้งในสภาพกรงทดสอบ และสภาพแปลงเปิด เพื่อเป็นการยืนยันข้อมูลให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปศึกษา และพัฒนาวิธีการป้องกันและกำจัดแผลงวันผลไม้ที่เข้าทำลายในผลพริกต่อไปได้



ภาพที่ 28 ความแตกต่างของจำนวนแมลงวันผลไม้ที่เกาะบริเวณรอยหยดของสารดึงดูดชนิดต่างๆ (ก) แมลงวันผลไม้ที่เกาะบริเวณน้ำคั้นจากผลมะม่วงสุก (ข) แมลงวันผลไม้ที่เกาะบริเวณน้ำคั้นจากผลพริกหวานสีเขียว และ (ค) แผ่นล้าที่หยดด้วยสารเมธิลยูจินอล

การทดลองที่ 3

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริก กับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในสภาพทรงทดสอบ

1. ลักษณะผลของพริก

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริกมีความแตกต่างกันทั้งในลักษณะขนาดของผลและสีผล (ตารางที่ 8) โดยพริกหยวก และพริกชี้ฟ้าสีแดง มีความกว้างผลมากที่สุด คือ 2.7 และ 2.5 เซนติเมตร ตามลำดับ ในลักษณะความยาวผล พบว่า พริกชี้ฟ้าสีแดงมีความยาวผลมากที่สุด คือ 13.1 เซนติเมตร ส่วนพริกชี้ฟ้าผลเล็กสีเขียวมีความยาวผลน้อยที่สุด คือ 2.1 เซนติเมตร และในลักษณะความหนาเนื้อ พบว่า พริกผลใหญ่สีแดงมีความหนาเนื้อมากที่สุด คือ 3.1 มิลลิเมตร สำหรับในลักษณะสีผลนั้น สามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มผลสีเขียวอ่อน คือ พริกหยวก กลุ่มผลสีเขียว คือ พริกชี้ฟ้าสีเขียว พริกชี้ฟ้าผลใหญ่สีเขียว และพริกชี้ฟ้าผลเล็กสีเขียว กลุ่มผลสีแดง คือ พริกชี้ฟ้าสีแดง และพริกชี้ฟ้าผลใหญ่สีแดง และกลุ่มผลสีเหลืองส้ม คือ พริกเหลือง

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยของความกว้างผล ความยาวผล ความหนาเนื้อผล และสีผลของพริกประเภทต่างๆ ที่ศึกษา

ประเภทของพริก	ความกว้างผล (เซนติเมตร)	ความยาวผล (เซนติเมตร)	ความหนาเนื้อ (มิลลิเมตร)	สีผล
พริกชี้ฟ้าสีเขียว	1.9	8.4	1.8	สีเขียว
พริกชี้ฟ้าสีแดง	2.5	13.1	3.1	สีแดง
พริกหยวก	2.7	9.5	2.1	สีเขียวอ่อน
พริกเหลือง	1.4	6.8	2.1	สีเหลืองส้ม
พริกขี้หนูผลใหญ่สีเขียว	0.7	4.1	0.6	สีเขียว
พริกขี้หนูผลใหญ่สีแดง	0.7	5.6	0.8	สีแดง
พริกขี้หนูผลเล็กสีเขียว	0.6	2.1	0.5	สีเขียว

2. การเข้าทำลาย และวงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ในพริกประเภทต่างๆ

จากการทดลอง พบว่า พริกส่วนที่วางไว้ภายนอกทรงทดสอบนั้น ไม่พบผลที่แสดงอาการ ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ และไม่พบแมลงวันผลไม้ในระยะดักแด้ ซึ่งสามารถที่จะกล่าวได้ว่าข้อมูลการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในผลพริกที่ทดสอบในทรงทดสอบนั้น เป็นผลจากการทดลองภายใต้สภาพทรงทดสอบเท่านั้น

สำหรับพริกส่วนที่นำไปทดสอบในทรงทดสอบนั้น พบว่า มีผลที่ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล และจำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล ในพริกเกือบทุกประเภทที่ระดับแตกต่างกัน ยกเว้นพริกขี้หนูผลเล็กสีเขียวที่ไม่พบข้อมูลในทุกลักษณะที่ศึกษา โดยพบการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในพริกขี้ฟ้าสีเขียว พริกขี้ฟ้าสีแดง และพริกหยวก สูงที่สุด คือ 5 ผล นั่นคือพบการเข้าทำลายในทุกผลที่ศึกษา ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ กับจำนวนผลที่ถูกทำลายในพริกเหลือง พริกขี้หนูผลใหญ่สีแดง และพริกขี้หนูผลใหญ่สีเขียว ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 2.4 – 3.1 ผล

จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล (ตารางที่ 9) พบว่า จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผลในพริกขี้ฟ้าสีแดง และพริกหยวก มีค่าสูงที่สุด คือ 12.5 และ 11.3 ตัวต่อผล ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ กับจำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผลในพริกขี้ฟ้าสีเขียว คือ 6.7 ตัวต่อผล โดยจำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผลในพริกเหลือง พริกขี้หนูผลใหญ่สีแดง และพริกขี้หนูผลใหญ่สีเขียวมีค่าต่ำที่สุด คืออยู่ในช่วง 1.1 – 1.9 ตัวต่อผล

จำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล (ตารางที่ 9) พบว่า จำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผลในพริกหยวกมีค่าสูงที่สุด คือ 8.8 ตัวต่อผล ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ กับจำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผลในพริกขี้ฟ้าสีแดง คือ 7.8 ตัวต่อผล และในพริกขี้ฟ้าสีเขียว คือ 3.2 ตัวต่อผล โดยจำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผลในพริกเหลือง พริกขี้หนูผลใหญ่สีแดง และพริกขี้หนูผลใหญ่สีเขียว มีค่าต่ำที่สุด คือ อยู่ในช่วง 0.8 – 0.9 ตัวต่อผล

ในการศึกษาเปอร์เซ็นต์การพัฒนาจากดักแด้เป็นตัวเต็มวัย (ตารางที่ 9) พบว่า เปอร์เซนต์การพัฒนาจากดักแด้เป็นตัวเต็มวัยในพริกหยวกมีค่าสูงที่สุด คือ 78.2 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ กับเปอร์เซ็นต์การพัฒนาจากดักแด้เป็นตัวเต็มวัยใน

พริกชี้ฟ้าสีแดง คือ 62.4 เปอร์เซ็นต์ โดยเปอร์เซ็นต์การพัฒนาจากดักแด้เป็นตัวเต็มวัยในพริกเหลือง และพริกชี้ฟ้าสีเขียวมีค่าน้อยที่สุด คือ 46.87 และ 45.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อัตราส่วนระหว่างตัวผู้และตัวเมียของแมลงวันผลไม้ในพริกแต่ละประเภทที่ศึกษา (ตารางที่ 10) พบว่า พริกที่ศึกษาส่วนใหญ่มีค่าอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกับ 1 ต่อ 1 โดยพริกชี้หนุผลใหญ่สีแดง และพริกชี้หนุผลใหญ่สีเขียว มีอัตราส่วนระหว่างตัวผู้และตัวเมียที่แตกต่างกันออกไป คือ 2 ต่อ 1 และ 3 ต่อ 1 ตามลำดับ

ขนาดของดักแด้ (ตารางที่ 10) พบว่า ขนาดของดักแด้ที่เก็บได้ในพริกทุกประเภทที่ศึกษา (ยกเว้นพริกชี้หนุผลเล็กสีเขียว) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยความกว้าง และความยาวดักแด้ มีค่าอยู่ในช่วง 1.6 – 2.1 และ 4.0 – 5.1 มิลลิเมตร ตามลำดับ

วงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ที่เก็บได้จากผลพริกประเภทต่างๆ (ยกเว้นพริกชี้หนุผลเล็กสีเขียว) พบว่า จำนวนวันในการพัฒนาจากระยะไข่เป็นระยะหนอน จำนวนวันในการพัฒนาจากระยะไข่เป็นระยะดักแด้ และจำนวนวันในการพัฒนาจากระยะดักแด้เป็นระยะตัวเต็มวัย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.4 – 2.5 9.2 – 13.6 และ 9.7 – 10.7 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ซึ่งมีวงจรชีวิตที่ใกล้เคียงกับการทดลองที่ 1

จากการสำรวจในสภาพธรรมชาติ ณ ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม พบว่า มีการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในพริกชี้หนุผลเล็ก (ภาพที่ 28) แต่จากข้อมูลการศึกษา (ตารางที่ 9 และ 10) ไม่พบการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในพริกชี้หนุผลเล็กที่ศึกษา ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากพริกชี้หนุผลเล็กสีเขียวไม่สามารถคงความสดได้นานเท่ากับพริกประเภทอื่นๆ จึงไม่เพียงพอต่อระยะเวลาในการพัฒนาจากระยะหนอนเป็นระยะดักแด้ และตัวเต็มวัย ตามลำดับ ดังนั้น ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะผลพริกกับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ จึงไม่นำข้อมูลของพริกชี้หนุผลเล็กสีเขียวมาวิเคราะห์ เนื่องจากเป็นข้อมูลที่เกิดจากการจัดสิ่งทดลองที่ไม่เหมาะสมต่อการทดลอง

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยของจำนวนผลที่ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล จำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล เปอร์เซ็นต์การพัฒนาจากดักแด้เป็นตัวเต็มวัย และอัตราส่วนระหว่างตัวผู้และตัวเมีย ในพริกประเภทต่างๆ ที่ผ่านการทดสอบในกรงทดสอบ

ชนิดของพริกที่ศึกษา	จำนวนผลที่ถูกทำลาย ¹	จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล	จำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล	เปอร์เซ็นต์การพัฒนาจากดักแด้เป็นตัวเต็มวัย	อัตราส่วนระหว่างตัวผู้และตัวเมียของแมลงในรุ่นลูก
พริกชี้ฟ้าสีเขียว	5.0	6.7	3.2	45.5	1.2:1
พริกชี้ฟ้าสีแดง	5.0	12.5	7.8	62.4	0.9:1
พริกหยวก	5.0	11.3	8.8	78.2	1.3:1
พริกเหลือง	3.1	1.9	0.9	46.8	1.1:1
พริกชี้หนุผลใหญ่สีเขียว	2.4	1.5	0.8	51.7	2.2:1
พริกชี้หนุผลใหญ่สีแดง	2.5	1.1	0.8	69.6	1.9:1
พริกชี้หนุผลเล็กสีเขียว	- ²	- ²	- ²	- ²	- ²
LSD	0.6	2.2	0.8	15.3	-
C.V. (%)	14.5	13.3	20.2	42.2	-

¹ จำนวนแมลงวันผลไม้รุ่นพ่อแม่ตัวผู้และตัวเมียที่ศึกษา เท่ากับ 32.2±4.1 และ 13.0±2.7 ตัว ตามลำดับ

² ไม่มีข้อมูล เนื่องจากไม่พบดักแด้รุ่นลูก

ตารางที่ 10 ขนาดของดักแด้ จำนวนวันจากระยะไข่เป็นระยะหนอน (DEL) จำนวนวันจากระยะไข่เป็นระยะดักแด้ (DEP) และจำนวนวันจากระยะดักแด้เป็นระยะตัวเต็มวัย (DPA) ของพริกประเภทต่างๆ ที่ผ่านการวางไข่ในกรงเลี้ยงแมลงวันผลไม้

ชนิดของพริกที่ศึกษา	ขนาดของดักแด้		DEL	DEP	DPA
	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)			
พริกชี้ฟ้าสีเขียว	1.9	4.2	2.6	12.7	10.0
พริกชี้ฟ้าสีแดง	2.0	4.8	2.7	12.4	10.8
พริกหยวก	2.0	5.0	2.6	13.1	11.7
พริกเหลือง	2.1	5.1	2.7	12.1	11.0
พริกชี้หนูผลใหญ่สีเขียว	1.6	4.7	2.4	10.2	10.5
พริกชี้หนูผลใหญ่สีแดง	1.7	4.7	2.5	10.0	9.9
พริกชี้หนูผลเล็กสีเขียว	- ¹	-	-	-	-
<i>P</i> -value	0.8	0.9	0.9	0.3	0.3
C.V. (%)	5.6	6.5	5.2	14.4	13.5

¹ ไม่มีข้อมูล เนื่องจากไม่พบดักแด้รุ่นลูก



ภาพที่ 29 พริกชี้หนูผลเล็กที่ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ (2x)

3. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริกกับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้

3.1 ความกว้างผลพริก

จากการศึกษา (ตารางที่ 11) พบว่า ความกว้างผลพริกมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบมีทิศทางเดียวกันในระดับสูงกับจำนวนผลที่ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล และจำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล คือ 0.95 0.95 และ 0.93 ตามลำดับ แสดงว่าพริกผลใหญ่มีโอกาสถูกทำลายโดยแมลงวันผลไม้มากกว่าพริกผลเล็ก เนื่องมาจากมีพื้นที่ในการวางไข่มากกว่า

3.2 ความยาวผลพริก

จากการศึกษา (ตารางที่ 11) พบว่า ความยาวผลพริกมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบมีทิศทางเดียวกันในระดับสูงกับจำนวนผลที่ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล และจำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล คือ 0.88 0.92 และ 0.85 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะความกว้างผล เนื่องจากผลพริกที่ยาวกว่า จะมีผลพื้นที่ในการวางไข่มากขึ้นเช่นกัน

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของผลพริกกับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ พบว่า ให้ผลที่คล้ายคลึงกับการศึกษาของ Latheef and Irwin (1979) ที่พบว่า การตอบสนองต่อการวางไข่ของ *Pieris rapae* ขึ้นอยู่กับขนาดของหัวกะหล่ำ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบบวกระหว่างพื้นที่ใบต่อจำนวนไข่ของแมลง แต่ทั้งนี้ ก็ให้ผลการทดลองที่แตกต่างกับ กฤษฎา (2549) ที่พบว่า ความกว้างผล และความยาวผลไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนผลที่ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ในสภาพแปลงเปิด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง $-0.39 - 0.26$

3.3 ความหนาเนื้อผลพริก

จากการศึกษา (ตารางที่ 11) พบว่า ความหนาเนื้อผลพริกมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบมีทิศทางเดียวกันในระดับสูงกับจำนวนผลที่ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล และจำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล คือ 0.95 0.95 และ 0.93 ตามลำดับ

3.4 สีผลพริก

จากการศึกษาลักษณะสีผลพริกที่มีความสัมพันธ์กับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ พบว่า แมลงวันผลไม้สามารถเข้าทำลายในทุกสีของผลพริกที่ศึกษา คือ สีเขียว สีเขียวอ่อน สีแดง และสีเหลือง ทั้งนี้ Smith (1989) รายงานว่า แมลงที่อยู่ในอันดับ Coleoptera, Diptera, Homoptera, Lepidoptera และ Thysanoptera มีการตอบสนองต่อเม็ดสี (pigment) สีเหลือง หรือสีเหลืองเขียว (500 – 580 nm)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของผลพริกกับวงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ พบว่า จำนวนวันจากระยะไข่เป็นระยะหนอนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบทิศทางเดียวกันในระดับสูงกับความหนาเนื้อ คือ 0.89 โดยไม่พบความสัมพันธ์ใดๆ ในลักษณะอื่นๆ (ตารางที่ 12)

ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์พริกชี้ฟ้าสีแดง พริกชี้ฟ้าสีเขียว และพริกหยวก พบว่า มีผลที่ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ในทุกผลและทุกซ้าของการทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า พริกกลุ่มดังกล่าวเป็นกลุ่มที่มีปัจจัยที่ดึงดูดต่อการเข้าวางไข่แมลงวันผลไม้ และเหมาะสมต่อการพัฒนาในแต่ละระยะของแมลงวันผลไม้ในรุ่นลูก ซึ่งปัจจัยหลักที่เห็นได้อย่างชัดเจนก็คือ ขนาดของผล แต่ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้ของพริกทั้ง 3 ประเภทดังกล่าวก็มีความแตกต่างกันไป ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากมีปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น สารเคมีที่มีอยู่ภายในผลพริก เป็นต้น นอกจากนี้ ลักษณะจำนวนผลต่อช่อ ขนาดทรงพุ่ม สีผล และระยะของผล ก็มีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้เช่นกัน โดยจากการทดลองของ กฤษณา (2549) พบว่า จำนวนผลต่อช่อเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ โดยสายพันธุ์พริกที่มีการติดผลแบบช่อนั้น มีจำนวนผลที่ถูกทำลายน้อยกว่าสายพันธุ์พริกที่มีการติดผลแบบผลเดี่ยว และ Liquido *et al.* (1989) พบว่า แมลงวันผลไม้ oriental fruit fly (*D. dorsalis*) และ melon fruit fly (*D. cucurbitae*) มีอัตราการเข้าทำลายที่เพิ่มขึ้นตามระยะการสุกของผลมะละกอ โดยปัจจัยที่มีผลน่าจะมาจากแรงดันเต่ง (turgor pressure) ของน้ำยางในผลอ่อนที่ปกป้องการวางไข่ และการเป็นพิษของสาร benzyl isothiocyanate ที่มีต่อไข่และหนอนระยะแรก และอาจเป็นอุปสรรคในการวางไข่ (Mason, 1932; Seo *et al.*, 1983)

Armstrong (1983) รายงานว่า ผลอะโวคาโด พันธุ์ 'Sharwil' ที่อยู่ในระยะผลแก่สีเขียว (mature green) มีลักษณะที่ต้านทานต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ melon fruit fly

(*D. cucurbitae*) โดยลักษณะของผิวผลและการสร้างแคลลัสหลังจากถูกแมลงวันผลไม้วางไข่เป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดลักษณะด้านทาน

นอกจากลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชจะมีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้แล้ว ความผิดปกติของผลพืชนั้นๆ ก็มีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้เช่นกัน โดย กรมส่งเสริมการเกษตร (2530) รายงานว่า ไม่พบหลักฐานการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ (*D. spp.*) ในผลลำไยที่ปกติ

ในลักษณะทางเคมีของพริก พบว่า ascorbic acid เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อวงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ที่เข้าทำลายในผลพริก โดย Chang and Kurashima (1999) ศึกษาส่วนผสมของอาหารเทียมที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงแมลงวันผลไม้ *B. latrifrons* พบว่า เมื่อให้ปริมาณของพริกเบลลีเขียว (green bell pepper) ทั้งในรูปผงสด และผงแห้ง (fresh and dehydrate powder) ในอาหารเทียม ส่งผลให้จำนวนดักแด้ที่ได้ (pupal recovery) และจำนวนแมลงวันผลไม้ในระยะตัวเต็มวัย (adult emergence) เพิ่มขึ้น 21 และ 17.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีผลต่อดัชนีการเจริญเติบโตทั้งหมด (overall growth index) โดยปริมาณของ ascorbic acid phosphate ที่มีอยู่ในอาหารเทียมที่เหมาะสม คือ 5 มิลลิกรัมต่ออาหารเทียม 1 กรัม และถ้ามีปริมาณของ ascorbic acid phosphate ในอาหารเทียมมากกว่า 15 มิลลิกรัมต่ออาหารเทียม 1 กรัม จะมีผลอันตรายต่อแมลงวันผลไม้ คือ ตัวหนอนมีความยาวมากขึ้น จำนวนของดักแด้ที่ได้มีจำนวนน้อยลง น้ำหนักของดักแด้ลดลง และยังมีผลต่อดัชนีการเจริญเติบโตทั้งหมดด้วย ซึ่งจากการทดลองดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ascorbic acid อาจเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของลักษณะที่ต้านทานต่อแมลงวันผลไม้ในพริก ซึ่งจะต้องมีการศึกษาในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r: Pearson's correlation coefficient) ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริก กับจำนวนผลที่ถูกทำลาย จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล (NPR) จำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล (NAE) และความกว้างและความยาวของดักแด้

ลักษณะ	ความยาวผล	ความหนาเนื้อผล	จำนวนผล ที่ถูกทำลาย	NPR	NAE	ขนาดดักแด้รุ่นลูก	
						ความกว้าง	ความยาว
ความกว้างผล (n = 240)	0.88 (0.04) ¹	0.85 (0.03)	0.95 (0.004)	0.95 (0.004)	0.93 (0.006)	0.67 (0.14)	-0.36 (0.48)
ความยาวผล (n = 240)		0.94 (0.005)	0.88 (0.03)	0.92 (0.008)	0.85 (0.03)	0.56 (0.21)	-0.22 (0.64)
ความหนาเนื้อ (n = 240)			0.95 (0.004)	0.95 (0.003)	0.93 (0.006)	0.67 (0.14)	-0.36 (0.48)
จำนวนผลที่ถูกทำลาย (n = 48)				0.82 (0.04)	0.87 (0.04)	0.61 (0.20)	-0.53 (0.28)
NPR (n = 183)					0.97 (0.001)	0.46 (0.36)	-0.34 (0.51)
NAE (n = 183)						0.41 (0.42)	-0.20 (0.73)
ความกว้างดักแด้รุ่นลูก (n = 183)							-0.20 (0.70)

¹ ค่าความน่าจะเป็น (probability) เมื่อ $H_0: r = 0$ (ไม่มีความสัมพันธ์กัน) และ $H_a: r \neq 0$ (มีความสัมพันธ์กัน) และยอมรับ H_0 เมื่อ $P\text{-value} > 0.05$

ตารางที่ 12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r: Pearson's correlation coefficient) ระหว่างลักษณะทาง
 สัณฐานวิทยาของผลพริก กับจำนวนผลที่ถูกทำลาย จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล (NPR)
 จำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล (NAE) ความกว้างและความยาวของดักแด้ จำนวนวันจาก
 ระยะไข่เป็นระยะหนอน (DEL) จำนวนวันจากระยะไข่เป็นระยะดักแด้ (DEP) จำนวน
 วันจากระยะดักแด้เป็นระยะตัวเต็มวัย (DPA)

ลักษณะ	DEL (n = 68)	DEP (n = 50)	DPA (n = 40)
ความกว้างผล	0.55 (0.25) ^{1/}	0.76 (0.10)	0.36 (0.48)
ความยาวผล	0.74 (0.09)	0.74 (0.09)	0.36 (0.47)
ความหนาเนื้อ	0.89 (0.02)	0.81 (0.05)	0.47 (0.35)
DEL		0.60 (0.21)	0.30 (0.56)
DEP			0.58 (0.22)

¹ ค่าความน่าจะเป็น (probability) เมื่อ $H_0: r = 0$ (ไม่มีความสัมพันธ์กัน) และ $H_a: r \neq 0$
 (มีความสัมพันธ์กัน) และยอมรับ H_0 เมื่อ $P\text{-value} > 0.05$

4. วิเคราะห์สมการถดถอย

เมื่อวิเคราะห์ และเลือกสมการถดถอยที่ดีที่สุด โดยใช้วิธีเพิ่มตัวแปรแบบขั้นตอน (stepwise) ได้สมการถดถอยดังนี้

4.1 จำนวนผลพริกที่ถูกทำลาย (Y_{nfd})

$$Y_{nfd} = 1.36 + 1.45 X_{fw} \quad (R^2 = 0.90)$$

4.2 จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล (Y_{npr})

$$Y_{npr} = -3.86 + 5.68 X_{fw} \quad (R^2 = 0.90)$$

4.3 จำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล (Y_{nac})

$$Y_{nac} = 8.46 + 5.18 X_{fw} \quad (R^2 = 0.95)$$

เมื่อ X_{fw} คือ ค่าตัวแปรของความกว้างผล และจำนวนประชากรที่ศึกษา (n) เท่ากับ 183

จากการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ตัวแปรอิสระที่เป็นองค์ประกอบในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรจำนวนผลพริกที่ถูกทำลาย จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล และจำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล (สมการที่ 4.1 4.2 และ 4.3) นั้น มีเพียงตัวแปรความกว้างของผลพริกเท่านั้น โดยจากสมการสามารถกล่าวได้ว่า เมื่อความกว้างของผลเพิ่มมากขึ้น จำนวนผลพริกที่ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล และจำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล ก็มีค่ามากขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้ จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกับความยาวของผลพริก มีค่าอยู่ในระดับสูงแบบมีทิศทางเดียวกัน คือ 0.88 (ตารางที่ 13) นั่นคือ จำนวนผลพริกที่ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล และจำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล มีค่ามากขึ้นตามขนาดของผลพริก

จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผลนั้น เป็นค่าที่สามารถบ่งบอกได้ถึงความสามารถในการอยู่รอดของหนอนจนสามารถพัฒนาเป็นดักแด้ รวมไปถึงจำนวนไข่และหนอนต่อผลของพริกนั้นๆ นั่นคือ

ขนาดของผลพริกที่ใหญ่ ย่อมมีพื้นที่ในการวางไข่สูงและมีอาหารเพียงพอในการพัฒนาของหนอนไปเป็นดักแด้ จึงทำให้ผลพริกที่มีขนาดใหญ่มีจำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผลมาก

สมการถดถอยที่ได้จากการทดลองนี้ เป็นสมการเบื้องต้นที่สามารถนำไปปรับใช้เฉพาะกับกลุ่มของพริกที่ศึกษาเท่านั้น ทั้งนี้ ในกรณีที่ต้องการสมการที่ครอบคลุม และสามารถนำไปใช้กับพริกชนิดอื่นๆ ได้นั้น จำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาในเชื้อพันธุกรรมพริกที่มีความหลากหลายสูง และสามารถเป็นตัวแทนของประชากรพริกที่มีการผลิตอยู่ในปัจจุบันได้

ในการวิเคราะห์สมการถดถอย มีหลักในการพิจารณา คือ เลือกสมการที่มีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination; R^2) ที่มีค่าสูง และมีจำนวนตัวแปรอิสระ (X) ในสมการน้อยที่สุด ดังนั้น สมการที่ได้ในการศึกษานี้ จึงไม่ได้เป็นสมการสมบูรณ์ (complete model) ซึ่งเป็นสมการที่มีองค์ประกอบของตัวแปรอิสระที่ศึกษาครบทุกตัว และมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดสูงที่สุด แต่เป็นสมการที่ตัดตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัวแปร (drop model) และมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดที่ไม่แตกต่างจากสมการสมบูรณ์มากนัก เพราะในกรณีที่มีตัวแปรอิสระในสมการมากขึ้น นั้นหมายถึง ในการศึกษาความผันแปรของตัวแปรตาม (Y) นั้น จะต้องเสียเวลา และค่าใช้จ่ายในการวัดตัวแปรอิสระนั้นๆ มากขึ้น โดยที่สมการที่มีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

จากการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในผลพริกนั้น มีมากกว่า 1 ปัจจัย ทั้งนี้จากข้อมูลพื้นฐานที่ว่า ผลพริกที่ถูกทำลายเนื่องจากแมลงวันผลไม้ นั้น เป็นผลเนื่องมาจากการกักกินของหนอนที่อยู่ภายใน และมีการเข้าทำลายซ้ำของจุลินทรีย์ และหนอนแมลงวันผลไม้เพียงตัวเดียวก็สามารถทำให้ผลพริกนั้นแสดงอาการเน่าเสียได้ ดังนั้น แนวคิดของลักษณะที่มีผลต่อความต้านทานของพริกต่อแมลงวันผลไม้ มีดังนี้

1. ไม่มีการวางไข่บนผลพริก โดยพริกมีลักษณะใดลักษณะหนึ่งลักษณะหรือมากกว่า ที่แมลงวันผลไม้ไม่ชอบวางไข่ หรือไม่สามารถวางไข่ได้ เช่น สีผล รูปร่างผล ผิวผล ทรงพุ่ม และกลิ่น เป็นต้น

2. มีการวางไข่ในผลพริก แต่ไข่ไม่สามารถพัฒนาเป็นระยะหนอนได้ ซึ่งเป็นผลเนื่องจากภายในผลพริกมีสารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งหรือมากกว่า ที่มีผลทำให้ไข่ผิดปกติ จนไม่สามารถพัฒนาต่อไปได้ เป็นต้น

3. มีการวางไข่บนผลพริก และไข่สามารถพัฒนาเป็นระยะหนอนได้ แต่หนอนไม่สามารถดำรงชีวิตต่อไปได้ หรือสามารถดำรงชีวิตต่อไปได้แต่ไม่ทำให้ผลผลิตเสียหาย ซึ่งเป็นผลเนื่องจากภายในผลพริกมีสารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งหรือมากกว่า ที่เป็นพิษต่อหนอน หรือขาดสารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งหรือมากกว่าที่จำเป็นต่อการพัฒนาของหนอน นอกจากนี้ อาจรวมถึงลักษณะของเนื้อเยื่อภายในผลพริกที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการกักกินของหนอน เป็นต้น

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาหลักเกณฑ์การนำเข้าผลผลิตพริกสดของประเทศต่างๆ นั้น จะไม่ยอมรับผลผลิตพริกที่พบไข่หรือหนอนของแมลงวันผลไม้ นั่นคือ แนวคิดของลักษณะด้านทานของพริกต่อแมลงวันผลไม้จึงควรเป็นลักษณะที่ทำให้แมลงวันผลไม้ไม่สามารถวางไข่ในผลพริก ในข้อที่ 1 มากกว่าลักษณะด้านทานในข้อที่ 2 และ 3

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้ สามารถนำไปปรับใช้ในการประเมินเชื้อพันธุกรรมพริกในลักษณะด้านทานต่อแมลงวันผลไม้ต่อไป โดยมีเชื้อพันธุกรรมพริกที่ใช้ในการประเมิน จำนวน 600 สายพันธุ์ ประกอบด้วยเชื้อพันธุกรรมพริกจากศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำนวน 300 accession และเชื้อพันธุกรรมจากกระทรวงเกษตร ประเทศสหรัฐอเมริกา (USDA) จำนวน 300 accession ซึ่งเชื้อพันธุกรรมดังกล่าวมีความหลากหลายของลักษณะสูง อาจจะมีลักษณะด้านทานต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ และสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของพริกการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ที่มีความแม่นยำมากขึ้นต่อไป

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ลักษณะการเข้าทำลาย วงจรชีวิต ปัจจัยที่มีผลต่อการติดจุด และวิธีการเลี้ยงและเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้

1.1 การสูญเสียของผลพริกเนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ เป็นผลเนื่องมาจากการวางไข่ของแมลงวันผลไม้ในผลพริก โดยเมื่อไข่พัฒนาเป็นหนอนจะกัดกินภายในผลพริก และมีการเข้าทำลายซ้ำของจุลินทรีย์ ทำให้ผลพริกเกิดอาการเน่าและ มีกลิ่นเหม็นรุนแรง

1.2 วงจรชีวิตโดยรวมของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริกในสภาพทรง คือ ระยะไข่ ประมาณ 2 – 3 วัน ระยะหนอน ประมาณ 7 – 9 วัน ระยะดักแด้ ประมาณ 9 – 12 วัน และระยะตัวเต็มวัย ประมาณ 32 – 50 วัน

1.3 วิธีการเลี้ยง และเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้ คือ นำผลพริกสดแขวนในกรงที่มีแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย โดยมีวัสดุเลี้ยง คือ น้ำ อาหารเทียมที่มีส่วนผสมของยีสต์สกัด 3 ส่วน และน้ำตาลทราย 1 ส่วน และกล้วยน้ำว้าสุก ปล่อยให้มีการวางไข่ 1 – 2 วัน นำผลพริกที่ผ่านการวางไข่ไปไว้ในกล่องพลาสติกใสหรือตะกร้าที่รองพื้นด้วยดินร่อนละเอียด เก็บดักแด้ที่อยู่ในดินนำไปใช้เพื่อการเพิ่มจำนวนและเป็นประชากรในการศึกษาต่อไป

1.4 ประชากรแมลงวันผลไม้ที่ศึกษา มีพฤติกรรมการวางไข่ และการพัฒนาไปเป็นระยะหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย เฉพาะกับผลพริกเท่านั้น โดยที่ไม่พบพฤติกรรมดังกล่าวในผลมะม่วงสุก ฝรั่ง และชมพู และสารเมธิลยูจินอล ไม่ดึงดูดต่อแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริกในสภาพทรง

1.5 น้ำคั้นจากผลมะม่วงสุก และผลฝรั่ง มีความดึงดูดต่อพฤติกรรมการดูดกินมากกว่าน้ำคั้นจากผลพริก

2. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริกกับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้

2.1 ความกว้างผล ความยาวผล และความหนาเนื้อของผลพริก มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบมีทิศทางเดียวกันในระดับสูง กับจำนวนผลที่ถูกทำลาย จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ และจำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ คือ มีค่าอยู่ในช่วง 0.85 – 0.95

2.2 แมลงวันผลไม้ที่ศึกษามีพฤติกรรมการวางไข่ และการเข้าทำลายของหนอนในทุกสีผลพริกที่ศึกษา คือ แดง เขียว เขียวอ่อน และเหลือง

2.3 สมการถดถอยระหว่างลักษณะของผลพริกกับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ ประกอบด้วย

$$Y_{nfd} = 1.36 + 1.45 X_{fw} \quad (R^2 = 0.90)$$

$$Y_{npr} = -3.86 + 5.68 X_{fw} \quad (R^2 = 0.90)$$

และ $Y_{nac} = 8.46 + 5.18 X_{fw} \quad (R^2 = 0.95)$

เมื่อ Y_{nfd} คือ จำนวนผลพริกที่ถูกทำลาย

Y_{npr} คือ จำนวนดักแด้ที่เก็บได้ต่อผล

Y_{nac} คือ จำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ต่อผล

และ X_{fw} คือ ความกว้างผลพริก

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในผลพริกที่มีขนาดเล็ก จำเป็นต้องหาวิธีในการรักษาความสดของผลให้ยาวนานยิ่งขึ้น เช่น การวางไว้ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่าปกติ หรือการใส่ถุงพลาสติก รวมทั้งต้องมีการตรวจสอบภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคปว่ามีการวางไข่หรือไม่ เป็นต้น เพื่อให้การทดลองภายใต้สภาพทรงทดสอบสามารถดำเนินการได้ครอบคลุมพริกทุกประเภท และรองรับต่อการประเมินเชื้อพันธุกรรมพริกต่อไป

2. ตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ที่ใช้ในการศึกษาจำเป็นต้องควบคุมเพศ อายุ และจำนวน ให้เท่ากันตลอดทุกการทดลอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดลองที่ใช้ระยะเวลานาน เพราะอาจมีแมลงวันผลไม้ตายระหว่างการทดลอง ส่งผลให้การทดลองอาจมีความคลาดเคลื่อนได้

3. การเลี้ยงและเพิ่มจำนวนแมลงวันผลไม้จำเป็นต้องมีการนำประชากรใหม่ๆ เข้ามาผสมกับประชากรที่เลี้ยงไว้เป็นระยะๆ เพื่อป้องกันการผสมพันธุ์แบบเลือดชิด (inbreeding) เพราะอาจส่งผลต่อความแข็งแรง และประสิทธิภาพการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในการประเมินเชื้อพันธุกรรมพริกต้านทานต่อแมลงวันผลไม้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กฤษฎา จาตุรัส. 2549. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพริกที่สูญเสียกับการ
เข้าทำลายของแมลงวันผลไม้. ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2535. การปรับปรุงพันธุ์พริก. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2530. การศึกษาการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ (*Dacus* sp :
Tephritidae) ในผลลำไย. กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- _____. 2546. สถิติการเพาะปลูกพืชผักประจำปี 2545/46.
- กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูไม้ผล สมุนไพรและเครื่องเทศ. 2542. แมลงศัตรูไม้ผล. โรงพิมพ์ชุมนุม
สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- จานุลักษณ์ ขนบดี. 2541. การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก. พิมพ์ครั้งที่ 2. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- จารุวรรณ คงครอง. 2543. แมลงวันผลไม้ ศัตรูสำคัญของชาวพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร,
กรุงเทพฯ.
- ฉันทน์ เสงส์สวัสดิ์ และ จารุวรรณ ศุภเสถียร. 2533. การศึกษาอนุกรมวิธานของแมลงวันผลไม้ที่
พบในภาคเหนือของประเทศไทย, น. 57–95 ใน เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการ
กองกีฏและสัตววิทยา ครั้งที่ 5. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. อ้างถึง จารุวรรณ คงครอง.
2543. แมลงวันผลไม้ ศัตรูสำคัญของชาวพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ทรงศิริ แต่สมบัติ. 2548. การวิเคราะห์สมการถดถอย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

นพพร สายัมพล. 2543. **เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืช**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิพนธ์ ไชยมงคล และ รานี วิทย์โอภาส. 2536. การผลิตเมล็ดพันธุ์พริก, น. 214-233 ใน ชูพาทพ พงศ์สร้อยเพชร, บรรณาธิการ. **การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก**. กองขยายพันธุ์พืช กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ประเสริฐ ประภานภสินธุ์. 2544. **เปรียบเทียบเทคนิคการสกัดสารแคปไซซินในพริกพันธุ์ต่าง ๆ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิศมัย หาญมงคลพิพัฒน์. 2547ก. **หลักสถิติ 1**. คณะศิลปศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

_____. 2547ข. **สถิติและการวางแผนการทดลองทางการเกษตร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มณีจักร นิกรพันธุ์. 2541. **พริก**. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

มนตรี จิรสूरัน. 2529. **การศึกษาความผันแปรประชากรแมลงวันผลไม้ในประเทศไทย**. การประชุมวิชาการหลังการเก็บเกี่ยว. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

มานนท์ สุตันทวงษ์. 2543. **การเพาะเลี้ยงแมลงให้ได้จำนวนมาก**. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

สง่า ไฝเจริญมงคล. 2548. **รายงานการวิจัย การศึกษาการระบาดของแมลงวันผลไม้ในมะม่วงของ จังหวัดอุดรธานี**. กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2525. การสำรวจประชากรแมลงวันผลไม้ต่อการทำลายผลมะม่วง. วารสาร
 แก่นเกษตร. 10 (3-4): 49–5. อ้างอิง สง่า ไผ่เจริญมงคล. 2548. รายงานการวิจัย
 การศึกษาการระบาดของแมลงวันผลไม้ในมะม่วงของจังหวัดอุดรธานี. กรมส่งเสริม
 การเกษตร, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2526. แมลงศัตรูพืชทางการเกษตรของประเทศไทย. ภาควิชาชีววิทยา
 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุชาดา เสกสรรค์วิริยะ. 2534. การจำแนกชนิดแมลงวันผลไม้ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ. เอกสาร
 ประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร การป้องกันกำจัดแมลงวันผลไม้โดยวิธีผสมผสาน ตอน
 เทคนิคการใช้แมลงที่เป็นหมี. กรมส่งเสริมการเกษตรและสำนักงานปราชญ์เพื่อสันติ,
 กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

สุปรียา ยืนยงสวัสดิ์. ม.ป.ป. พริก. ภาควิชาเกษตรเขตและเกษตรพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. แหล่งที่มา: <http://pcog.pharmacy.psu.ac.th/thi/Article/2545/03-45/chili.html>, 8 พฤษภาคม 2548.

สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์. 2539. การปรับปรุงพันธุ์พืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุธรรม อารีกุล. 2524. แมลงศัตรูสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย. สำนักพิมพ์
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานปราชญ์เพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2540. รายงาน
 วิชาการประจำปี 2540.

_____. 2541. รายงานวิชาการประจำปี 2541.

_____. 2542. รายงานวิชาการประจำปี 2542.

อรรจยา มาลากรอง. ม.ป.ป. **แมลงวันผลไม้**. แหล่งที่มา: <http://www.oaep.go.th/agri/Insect%20Group/projectus/fruitfly.htm>, 16 กุมภาพันธ์ 2548.

Armstrong, J.W., W.C. Michael and G.J. Farias. 1983. Resistance of ‘Sharwil’ avocados at harvest maturity to infestation by three fruit fly species (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. **J. Econ. Entomol.** 76: 119-121.

Asian Vegetable Research and Development Center. 1992. **AVRDC Progress Report 1991**.

Baker, A.C., W.E. Stone, C.C. Plummer and M. Mcphall. 1944. **A review of study on the Mexican fruit fly and relayed Mexican species**. U.S.D.A. Misc. Pulb. 531: 155 pp.
Cited Thomas, D.B. 2004. Hot peppers as a host for the Mexican fruit fly *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**. 87(4): 603-608.

Bellotti, A.C. and B. Arias. 2001. Host plant resistance to whiteflies with emphasis on cassava as a case study. **Crop Protection**. 20: 813-823.

Bosland, P.W. and E.J. Votara. 1999. **Peppers : Vegetable and Spice Capsicum**. CABI Publishing, USA.

Chang, C.L. and R. Kurashima. 1999. Effects of ascorbic acid rich bell peppers on development of *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae). **J. of Econ. Entomol.** 92(5): 1108-1112.

Dewitt, D. and P.W. Bosland. 1996. **Peppers of the World: An Identification Guide**. Ten Speed Press, California.

Decoteau, R.F. 2000. **Vegetable Crops**. The Pennsylvania State University, USA

- Delfibado, M.D. and D.E. Hardy. 1977. **A Catalog of the Diptera of the Oriental Region.**
Vol. 3. University Press of Hawaii, Honolulu. *Cited* Vargas, R.I. and T. Nishida. 1985.
Life history and demographic parameters of *Dacus latifrons* (Diptera: Tephritidae).
J. Econ. Entomol. 78: 1242-1244
- Enkerlin, D., L. Garcia R., and F. Lopez M. 1989. **Mexico, Central and South America,**
Chapter 2.7, pp. 83-90 *Cited* Bronson, C. H. 2003. Regional management of fruit fly
on Pacific part I. Available Source: http://www.spc.org.nc/pacifly/Country_profiles/Tonga.htm, April 25, 2005.
- Eshbaugh, W.H. 1980. **Chilli peppers in Bolivia.** Plant Gent. Resource Nwsl. 43: 17-19.
Cited IBPGR Secretariat. 1983. **Genetic Resource of *Capsicum*,** International Board
For Plant Genetic Resource, Italy.
- FAO. 2006. **FAOSTAT.** Available Source: <http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Trade.CropsLivestockProducts&Domain=Trade&servlet=1&hasbulk=0&version=ext&language=EN>, January 12, 2006.
- Finlayson, D. 2000. **Hight risk fly threat on red hot chilli peppers.** Available Source:
http://www.affa.gov.au/corporate_docs/publications/media_releases/quarantine/archive/mrchillies.htm, February 18, 2005.
- Flath, R.A., R.T. Cunningham, N.J. Liquido and T.P. McGovern. 1994. Alpha-ionol as attractant
for trapping *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae). **J. Econ. Entomol.** 87(6): 1470-
1479.
- Gressitt, J.L. 1952. **Semiannual report, Oct. to Dec. 1952.** *Cited* Vargas, R.I. and T. Nishida.
1985. Life history and demographic parameters of *Dacus latifrons* (Diptera: Tephritidae).
J. Econ. Entomol. 78: 1242-1244

- Hainrihar, G. 1991. **Spice Oleoresin: Production, Benefits and Application**. Int. Food Ing.,
Netherland.
- Hardy, D.E. 1973. **The fruit flies (Tephritidae – Diptera) of Thailand and bordering countries**. Pacific insects monograph. 31: 1-353.
- Harris, E., N. liquido and C. Lee. 2003a. **Biological, Control and Area Wide Management of Fruit Flies and Other Pests**. Research project. Available Source: http://www.ars.usud.gov/research/publications/Publications.htm?seq_no_115=150494, March 23, 2005.
- _____, _____ and J. Spencer. 2003b. **Distribution and Host Utilization of *Bactrocera latrifrons* (Doptera: Tephritidae) on the Island of Kauai, Hawii**. Research project.
Available Source: http://www.ars.usud.gov/research/publications/Publications.htm?seq_no_115=150494, March 23, 2005.
- Heiser, C.B. 1976. **Peppers Capsicum (Solanaceae)**. 265-268. *Cited* IBPGR Secretariat.
Genetic Resource of *Capsicum*, Rome.
- Hull C.D. and B.W. Cribb. 1997. Ultrastucture of the antennal sensila of Queenland fruit fly,
Bactrocera tryoni (Froggatt) (Diptera: Tephritidae). **Int. J. Insect Morphol. Embryol.**
26: 27-34
- IBPGR Secretariat. 1983. **Genetic Resource of *Capsicum***, Rome.
- Leghari, B., n.d. **Mango fruit fly is hitting hard to the mango growers in sindh Hadi**.
Available Source: <http://www.pakissan.com/English/allabout/orchards/mango/mamgo.fruit.shtml>, April 5, 2005

- Mason, A.C. 1932. The economic importance of the Mediterranean fruit fly to Hawaiian horticulture. **Proc. Hawii. Entomol. Soc.** 8: 163-178. *Cited* Liquido, N.J., R.T. Cunningham and H.M. Couey. 1989. Infestation rates of papaya by fruit flies (Diptera; Tephritidae) in relation to the degree of fruit ripeness. **J. Econ. Entomol.** 82(1): 213 -219.
- Mabberley, D.J. 1987. **The Plant-Book; A Portable Dictionary of the Higher Plant.** Cambridge University Press, UK. *Cited* Phaijareonmongkhon, S. 2005. **Study on fruit flies outbreak in mango in Udonthanee province of Thailand.** Department of Agricultural Extention, Thailand. (in Thai)
- Mollema, C. and Cole. R.A. 1996. Low aromatic amino acid concentrations in leaf proteins determine resistance to *Frankliniella occidentalis* in four vegetable crops. **Entomologia Experimentalis et Applicata.** 78(3): 325-333.
- Narayanan, E.S. and H.N. Batra. 1960. **Fruit Flies and Their Control.** Indian Concil of Agricultural Reserch, New Dalhi. *Cited* Vargas, R.I. and T. Nishida. 1985. Life history and demographic parameters of *Dacus latifrons* (Diptera: Tephritidae). **J. Econ. Entomol.** 78: 1242-1244
- Pickersgill, B. 1969. Genetic resources of *Capsicum* for tropical regions. pp. 1-9. *In* **Proceeding of the International Symposium on Integrated Management Practices.** Asian Vegetable Research and Development Center, Taiwan.
- Prokopy, R.J., T.A. Green and T.T.Y. Wong. 1989. Learning to find fruit in *Ceratitis capitata* flies. **Entomol. Exp. Appl.** 53: 65-72.
- _____, _____ and R.I. Vergas. 1990. *Dacus dorsalis* flies can learn to find and accept host fruit. **J. of Insect Behavior.** 3(5): 663-672.

- Rice, M.J. 1989. The sensory physiology of pest fruit flies: conspectus and prospectus, pp. 249-272. *In* Robinson, A.S. and Hooper, G., eds. **Fruit Flies –Their Biology, Natural Enemies and Control** . Elsevier, Amsterdam. *Cited* Stange, G. 1992. High resolution measurement of atmospheric carbon dioxide concentration changes by the labial palp organ of the moth *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **J. Comp Physiol A**. 171: 317-324
- Seo, S.T., C.S. Tang, S. Sanidad and T.N. Takenaka. 1983. Hawaiian fruit flies: variation of index of infestation with benzyl isothiocyanate concentration and color of maturing papaya. **Econ. Entomol.** 75: 173-175. *Cited* Liquido, N.J., R.T. Cunningham and H.M. Couey. 1989. Infestation rates of papaya by fruit flies (Diptera; Tephritidae) in relation to the degree of fruit ripeness. **J. Econ. Entomol.** 82(1): 213-219.
- Smith, C.M. 1989. **Plant Resistance to Insects: A Fundamental Approach**. John Wiley and Sons, USA.
- Stange, G. 1992. High resolution measurement of atmospheric carbon dioxide concentration changes by the labial palp organ of the moth *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **J. Comp Physiol A**. 171: 317-324
- Steiner, L.F. and R.K.S. Lee. 1955. Large-area tests of a male-annihilation method for Oriental fruit fly control. **J. Econ. Entomol.** 48: 311-317
- Stonehouse, J, J. Mumford, A. Poswell, R. Mahmood, A.H. Makhdum, 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 Protection**. 23: 293-296

- Terrell, E.T., S.R. Hill, J.H. Wiersema and W.E. Rice. 1986. **A Checklist of Names for 3,000 Vascular Plants of Economic Importance.** USDA, USA. *Cited* Phaijareonmongkhon, S. 2005. **Study on fruit flies outbreak in mango in Udonthanee province of Thailand.** Department of Agricultural Extention, Thailand. (in Thai)
- Thomas, D.B. 2004. Hot peppers as a host for the Mexican fruit fly *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist.** 87(4): 603-608.
- Tuinstra, G.E. Wilde and T. Kriegshauser. 2001. Genetic analysis biotype I greenbug resistance in sorghum. **Euphytica.** 121(1): 87-91.
- Vargas, R.I. and T. Nishida. 1985. Life history and demographic parameters of *Dacus latifrons* (Diptera: Tephritidae). **J. Econ. Entomol.** 78: 1242-1244
- Warayos, Y. 1986. **Collection of *Capsicum* germplasm in Thailand.** IBGPR Newsletter: 10(3), Thailand.
- White, I.M. and M.M. Elson-Harris. 1992. **Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics.** CABI International and ACIAR, UK.
- Wiseman, B.R. and K. Bondari. 1992. Genetics of anitibiotic resistance in corn silks to corn earworm (Lepdoptera: Noctuidae). **J. Econ. Entomol.** 85(1): 293-298.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 อายุของไข่ หนอน และคักแด่ของแมลงวันผลไม้ที่เลี้ยงภายใต้กรงทดสอบ โดยใช้
พริกขี้หนูผลใหญ่พันธุ์ ‘ซูปเปอร์ฮอท’ เป็นแหล่งวางไข่

ลำดับที่	อายุ (วัน)		
	ไข่	หนอน	คักแด่
1	2	7	12
2	2	8	9
3	3	7	9
4	3	8	11
5	2	8	9
6	3	8	12
7	2	9	11
8	2	9	12
9	3	7	9
10	2	8	12
ค่าเฉลี่ย	2.4	7.9	10.6

ตารางผนวกที่ 2 อายุของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยในรุ่นพ่อแม่ และอายุไข่ หนอน และดักแด้
ของแมลงวันผลไม้ในรุ่นลูก ที่เลี้ยงภายใต้กรงทดสอบ โดยใช้วัสดุเลี้ยง คือ
น้ำเปล่า และอาหารเทียม

ลำดับที่	อายุ (วัน)			
	รุ่นพ่อแม่		รุ่นลูก	
	ตัวเต็มวัย	ไข่	หนอน	ดักแด้
1	14	2	7	9
2	9	2	7	9
3	8	2	7	11
4	11	2	8	12
5	9	2	7	9
6	11	2	7	10
7	8	3	7	11
8	8	2	8	12
9	11	2	9	9
10	7	2	7	9
ค่าเฉลี่ย	9.6	2.1	7.4	10.1

ตารางผนวกที่ 3 อายุของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยในรุ่นพ่อแม่ และอายุไข่ หนอน และดักแด้
ของแมลงวันผลไม้ในรุ่นลูก ที่เลี้ยงภายใต้กรงทดสอบ โดยใช้วัสดุเลี้ยง คือ
น้ำเปล่า อาหารเทียม และกล้วยน้ำว้าสุก

ลำดับที่	อายุ (วัน)			
	รุ่นพ่อแม่		รุ่นลูก	
	ตัวเต็มวัย	ไข่	หนอน	ดักแด้
1	43	2	7	9
2	35	2	7	9
3	40	2	8	12
4	45	2	8	12
5	41	3	7	9
6	50	2	8	10
7	40	2	9	11
8	35	3	8	12
9	41	2	9	11
10	32	2	7	10
ค่าเฉลี่ย	40.2	2.2	7.8	10.5

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ	นายกฤษฎา จาตุรัส
เกิดวันที่	8 ตุลาคม 2525
สถานที่เกิด	แขวงพระโขนง เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	นิสิตบัณฑิตศึกษา
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ผลงาน	1. ถั่วฝักยาว พันธุ์ ‘แสนขจี’ 2. การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย จำนวน 2 เรื่อง 2.1 เรื่อง “การเปรียบเทียบถั่วฝักยาว 9 พันธุ์” ในการประชุมวิชาการสาขาพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 1 2.2 เรื่อง “ความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์ ถั่วฝักยาวเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิต” ในการประชุมวิชาการสาขาพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 2 3. การนำเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ จำนวน 4 เรื่อง 3.1 เรื่อง “อัตราพันธุกรรม และการกระจายตัวของ ลักษณะผลผลิตและคุณภาพผลผลิตที่สำคัญในถั่วฝักยาว ช่วงที่ 2” ในงานประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 4 3.2 เรื่อง “แสนขจี ถั่วฝักยาวประเภทถั่วเนื้อที่ทนทาน ต่อโรคราสนิมสายพันธุ์ใหม่” ในงานประชุมวิชาการ พืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 6 3.3 เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริกกับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้” ในงานประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 6

ผลงาน (ต่อ)

3.4 เรื่อง “พฤติกรรมกรเข้าทำลาย วงจรชีวิต และวิธีการ
เลี้ยงแมลงวันผลไม้ที่เข้าทำลายในผลพริก” ในงาน

ประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 6

ทุนการศึกษาที่ได้รับ

ทุนพัฒนาบุคลากรระดับปริญญาโท-เอก ประจำปี 2549

สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและ

เทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

และสิ่งแวดล้อม

