ศักยภาพการควบคุมของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin
ไอโซเลต PSUM02 ต่อแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel)
(Diptera: Tephritidae) ในห้องปฏิบัติการและเรือนทดลอง

Control Potential of the Entomopathogenic Fungus, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.)
Sorokin Isolate PSUM02, on the Solanum Fruit Fly, *Bactrocera latifrons*
(Hendel) (Diptera: Tephritidae), in Laboratory and Greenhouse

หงส์ฟ้า แซ่เตื้อง

Hongfa Saetueng

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Entomology
Prince of Songkla University
2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ศักยภาพการควบคุมของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin ไอโซเลต PSUM02 ต่อแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) ในห้องปฏิบัติการและเรือนทดลอง

ผู้เขียน นางสาวหงส์ฟ้า แซ่เตื้อง

สาขาวิชา กีฏวิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

……..

(ดร. นริศ ท้าวจันทร์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

....

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนุชิต ชินาจริยวงศ์)

คณะกรรมการสอบ

....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิราพร เพชรรัตน์)

....กรรมการ

(ดร. นริศ ท้าวจันทร์)

....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนุชิต ชินาจริยวงศ์)

....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ งามผ่องใส)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา

……..

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

ลงชื่อ..
(ดร.นริศ ท้าวจันทร์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ..
(รองศาสตราจารย์ ดร.อนุชิต ชินาจริยวงศ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ..
(นางสาวหงส์ฟ้า แซ่เตื้อง)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ..

(นางสาวหงส์ฟ้า แซ่เตื้อง)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	ศักยภาพการควบคุมของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin ไอโซเลต PSUM02 ต่อแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) ในห้องปฏิบัติการและเรือนทดลอง
ผู้เขียน	นางสาวหงส์ฟ้า แซ่เตื้อง
สาขาวิชา	กีฏวิทยา
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

เชื้อราก่อโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) เป็นเชื้อราที่มีประสิทธิภาพสามารถเข้าทำลายแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด รวมทั้งแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) จากการศึกษาผลของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ต่อแมลงวันพริก *B. latifrons* ระยะหนอน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัยในห้องปฏิบัติการ เชื้อรา *M. anisopliae* PSUM02 สามารถก่อให้เกิดโรคและทำให้แมลงวันพริก *B. latifrons* ทุกระยะตายได้ โดยมีความรุนแรงในระยะหนอน 64.67 ± 14.08 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 12 วัน ระยะดักแด้ 72.50 ± 12.51 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 10 วันและระยะตัวเต็มวัย 100 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 8 วัน

การศึกษาผลของเชื้อรา *M. anisopliae* PSUM02 ต่อการจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *B. latifrons* ที่ความหนาแน่นสปอร์ 1×10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร แมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ที่ได้รับเชื้อรามีเปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ที่ลดลงเหลือ 0.43 ± 0.30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม 8.86 ± 1.26 เปอร์เซ็นต์ หลังการได้รับเชื้อรา 4 วัน และไม่พบการจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราในวันที่ 5 และ 6 หลังจากได้รับเชื้อ นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 สามารถถ่ายทอดจากแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราไปสู่ประชากรแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศเมียปกติโดยผ่านการผสมพันธุ์ ในการทดลองการเลือกจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ที่ได้รับเชื้อรากับแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศเมียปกติที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์ และแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศเมียที่ผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์ พบเปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราต่อแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศเมียที่ผ่านการผสมพันธุ์ที่ต่ำกว่าแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศเมียที่ยังไม่ผ่านการผสมพันธุ์ และแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ที่

ได้รับเชื้อราสามารถถ่ายทอดเชื้อราไปสู่ประชากรแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศเมียทั้งสองสถานะได้

จากการทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมแมลงวันพริก *B. latifrons* ผ่านการถ่ายทอดเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 จากประชากรแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้สู่แมลงวันพริกเพศเมียปกติ *B. latifrons* ที่พร้อมวางไข่ในต้นพริกภายในโรงเรือน พบว่าเชื้อราสามารถยับยั้งการพัฒนาของระยะตัวอ่อนแมลงวันพริก *B. latifrons* ก่อนเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยได้ จากการสุ่มเก็บผลพริกสดจำนวน 200 ผล มีจำนวนเฉลี่ยแมลงวันพริก *B. latifrons* ต่อผลพริกจากกรงที่ใช้เชื้อราจำนวน 3.70 ± 0.20 ตัวต่อผล ส่วนกรงชุดควบคุมพบ 7.00 ± 0.20 ตัวต่อผล มีจำนวนดักแด้เฉลี่ย 185.50 ± 11.40 ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมมีจำนวนดักแด้ 327.00 ± 10.10 ตัว จำนวนเฉลี่ยแมลงวันพริก *B. latifrons* ที่เข้าสู่ระยะตัวเต็มวัย 135.80 ± 6.80 ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมพบ 283.80 ± 6.80 ตัว นอกจากนี้ พบจำนวนเฉลี่ยดักแด้ที่ไม่ฟักเป็นตัวเต็มวัยเท่ากับ 50.00 ± 4.80 ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมพบ 43.30 ± 4.30 ตัว สำหรับดักแด้ที่ไม่ฟักเป็นตัวเต็มวัยถูกเชื้อราเข้าทำลายจำนนวนเฉลี่ย 17.00 ± 2.00 ตัว สำหรับชุดควบคุมไม่พบร่องรอยการเข้าทำลายของเชื้อรา

Thesis Title Control Potential of the Entomopathogenic Fungus, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin Isolate PSUM02, on the Solanum Fruit Fly, *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae), in Laboratory and Greenhouse

Author Miss Hongfa Saetueng

Major Program Entomology

Academic Year 2014

Abstract

The entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae*, is an efficiency and could infested many kind of insect pests including solanum fruit fly *Bactrocera latifrons* (Hendel). Laboratory tests revealed that *M. anisopliae* PSUM02 caused pathogenicity and mortality on larvae, pupae and adults of *B. latifrons.* The fungi showed average percentage of virulence on larvae 64.67 ± 14.08%, pupae 72.50 ± 12.51% and adults 100% within 12, 10 and 8 days after inoculation.

The study of *M. anisopliae* PSUM02 on mating behavior of *B. latifrons* at spore concentration 1×10^6 spores/ml was carried out. The infected adult male *B. latifrons* showed the lowest percentage of mating (0.43 ± 0.30%) when compared with un-infected adult male *B. latifrons* (8.86 ± 1.26%) after inoculation of the fungus 4 days. The percentage of mating was not detected on infected adult male *B. latifrons* after inoculation 5 and 6 days. The infected adult male *B. latifrons* transmitted the fungus to the opposite sex through mating behavior. For the mating behavior choice test of infected adult male *B. latifrons* on un-infected virgin and gravid female *B. latifrons*, the infected adult male *B. latifrons* more preferred to mate with un-infected virgin female fly than un-infected gravid female fly. However, the treated adult male could transmit the fungus to both untreated virgin and gravid females.

The efficiency of fungal transmission of infected male fly *B. latifrons* with *M. anisopliae* PSUM02 to gravid female fly in green house test were studied. The fungus

inhibited progeny development of *B. latifrons* in infested chili fruits. Two hundred chili fruits were collected and evaluated the average number of progeny of *B. latifrons*. The treated-green house cage with *M. anisopliae* PSUM02 showed average number of *B. latifrons/*chili fruit with 3.70 ± 0.20 fly/fruit and control cage showed 7.00 ± 0.20 fly/fruit. For the pupae and adult stage from treated-green house cage with *M. anisopliae* PSUM02 showed average number of pupae 185.50 ± 11.40 and adult 135.80 ± 6.80 fly, respectively. The control cage showed average number of pupae 327.00 ± 10.10 and adult 283.80 ± 6.80 fly, respectively. Moreover, un-immerged pupae were found in treated-green house cage with *M. anisopliae* PSUM02 and control cage with average number 50.00 ± 4.80 and 43.30 ± 4.30 fly, respectively. The un-immerged pupae from treated-green house cage showed average number of mycosis with 17.00 ± 2.00 pupae whereas the un-immerged pupae from control cage were not detected.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.นริศ ท้าวจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ นอกจากนี้ท่านยังให้ความกรุณาอบรมสั่งสอน ตลอดเวลาที่ศึกษาอยู่

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อนุชิต ชินาจริยวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.จิราพร เพชรรัตน์ รองศาสตราจารย์ ดร. สุรไกร เพิ่มคำ และรองศาสตราจารย์ ดร. อรัญ งามผ่องใส ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องวิทยานิพนธ์ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ที่ได้อนุเคราะห์เชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 และเอื้อเฟื้อสถานที่และความสะดวกในการทำวิจัย และภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ใช้ในการทดลองทั้งในห้องปฏิบัติการ และในสภาพเรือนทดลอง

ขอขอบคุณ คุณปัทมพร อินสุวรรโณ คุณสิริพร ศรีเจริญ และคุณบุญเชิญ แสงเทียน ที่อำนวยความสะดวกงานด้านธุรการ

ขอขอบคุณสถานวิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ คณะทรัพยากรธรรมชาติ และบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการทำวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่นปริญญาโท สาขากีฏวิทยา สำหรับความช่วยเหลือที่มีให้และกำลังใจยามท้อแท้เสมอมา และผู้เกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวนาม ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญในการศึกษาระดับปริญญาโทในครั้งนี้

หงส์ฟ้า แซ่เตื้อง

สารบัญ

สารบัญ	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
Abstract	(7)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(11)
รายการภาพ	(12)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	14
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	15
3. ผล และวิจารณ์	37
4. สรุป และข้อเสนอแนะ	57
เอกสารอ้างอิง	61
ภาคผนวก	69
ประวัติผู้เขียน	71

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิด และปริมาณของวัสดุ และสารเคมีที่ใช้ทำอาหารเทียมเพื่อเลี้ยงหนอนแมลงวันพริก	19
2	ผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ที่มีต่อระยะการเจริญต่างๆของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel)	38
3	ค่าเฉลี่ยการรอดชีวิต (Average Survival Time, AST) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 และชุดควบคุม	43
4	ค่าเฉลี่ยการรอดชีวิต (Average Survival Time, AST) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 และกรงชุดควบคุมที่ไม่ใช้เชื้อราในการทดสอบการแข่งขันการจับคู่ผสมพันธุ์	47
5	ค่าเฉลี่ยการรอดชีวิต (Average Survival Time, AST) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 และชุดควบคุมในการทดสอบการเลือกจับคู่ผสมพันธุ์ต่อแมลงวันเพศเมียที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์และผ่านการผสมพันธุ์	52
6	จำนวนรุ่นลูกของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะต่างๆ จากการทดสอบการถ่ายทอดเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* PSUM02 โดยใช้แมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้คลุกด้วยเชื้อราปล่อยในประชากรแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศเมียปกติในโรงเรือนปลูกพริก	57

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะหัวของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel)	6
2	ลักษณะส่วนอกของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel)	6
3	ลักษณะแถบสีน้ำตาลบริเวณปลายปีกของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel)	6
4	ลักษณะลำตัวด้านข้างตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ส่วนท้องแสดงเส้นขน pectin ที่พบได้ในเพศผู้	7
5	ลักษณะส่วนท้องของตัวเต็มวัยเพศเมียแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) แสดงส่วนของ aculeus	7
6	วงจรชีวิตของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae)	9
7	ลักษณะ conidia ของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin	10
8	เชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02	15
9	ตัวอย่างผลพริกที่ถูกทำลายโดยแมลงวันผลไม้ (ก) ขี้เลื่อยไม้ยางพาราอบฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เพื่อให้ตัวหนอนเข้าดักแด้ (ข)	16
10	แมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ตัวเต็มวัยเพศผู้ (ก) และเพศเมีย (ข)	17
11	อาหารเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงวันพริก *Bacetrocera latifrons* (Hendel) ยีสต์ (ก) น้ำตาลก้อน (ข) ฟองน้ำชุบด้วยน้ำเปล่า (ค)	17
12	แมลงวันพริก *Bacetrocera latifrons* (Hendel) เพศเมียกำลังวางไข่ในผลมะเขือยาวที่ได้รับการเจาะเป็นแผล	18
13	ลักษณะการวางผลมะเขือยาวที่แมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ได้วางไข่แล้วลงบนอาหารเทียม	19
14	ทดสอบผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อแมลงวันพริก *Bacetrocera latifrons* (Hendel) ในระยะตัวหนอน	20
15	การวางดักแด้แมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) บนดินทดสอบ	21
16	ทดสอบผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อแมลงวันพริก *Bacetrocera latifrons* (Hendel) ในระยะตัวเต็มวัย	22

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	แผนผังการทดลองผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อการผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ในสภาพห้องปฏิบัติการ (ก) ชุดคลุกเชื้อรา (ข) ชุดควบคุม	24
18	ลักษณะการจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) โดยเพศผู้อยู่ด้านบนของเพศเมีย	25
19	การแต้มสีบริเวณอกส่วนกลางด้านบนของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้ที่ปกติ	26
20	แผนผังการทดลองผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อการแข่งขันผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้ที่ได้รับเชื้อรากับแมลงวันเพศผู้ปกติในสภาพห้องปฏิบัติการ (ก) ชุดคลุกเชื้อรา (ข) ชุดควบคุม	27
21	แผนผังการทดลองผลของการถ่ายทอดเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราไปสู่เพศเมียสถานะต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ (ก) ชุดคลุกเชื้อรา (ข) ชุดควบคุม	29
22	ชั้นเหล็กโปร่งที่นำมาวางตะกร้าทดลอง (ก) และตะกร้าที่ภายในบรรจุดินและดักแด้ (ข)	31
23	กล่องดำที่เจาะรูด้านบน (ก) ลักษณะการวางกล่องดำบนชั้นเหล็ก (ข)	31
24	พันธุ์พริกหนุ่มเขียวลูกผสม จอมทอง 2 ตราศรแดง	32
25	ต้นกล้าพริก อายุ 25 วันหลังการเพาะเมล็ด	33
26	ต้นพริกที่ปลูก อายุ 75 วันหลังย้ายกล้า พร้อมใช้ในการทดสอบในสภาพโรงเรือน	33
27	โรงเรือนกรงเหล็กมุ้งไนล่อนตาข่ายสีขาวขนาด 2 × 2 × 2.50 เมตร	33
28	แผนผังการใช้เชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ควบคุมแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยในเรือนทดลอง	34

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
29	การบ่มผลพริกสดที่ได้จากการสุ่มเก็บจากโรงเรือนทดลอง	35
30	ลักษณะของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* ซากตัวหนอน (ก) ซากดักแด้ (ข) และซากตัวเต็มวัย (ค) ที่ถูกเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 เข้าทำลาย	39
31	ผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อเปอร์เซ็นต์การตายและการรอดชีวิต (mean± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ในระยะตัวหนอน เปรียบเทียบกับแมลงวันพริกเปรียบเทียบกับแมลงวันพริกที่ไม่ได้รับเชื้อราของชุดควบคุม	39
32	เปอร์เซ็นต์การฟักสะสมเป็นตัวเต็มวัย (mean ± SEM) ของดักแด้แมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 เปรียบเทียบกับแมลงวันพริกที่ไม่ได้รับเชื้อราของชุดควบคุม	40
33	เปอร์เซ็นต์การตายสะสม (mean ± SEM) ของตัวเต็มวัยแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 เปรียบเทียบกับแมลงวันพริกที่ไม่ได้รับเชื้อราในชุดควบคุม	40
34	เปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 (แถบสีเทา) และที่ไม่ได้รับเชื้อรา (แถบสีดำ)	42
35	เปอร์เซ็นต์การตายสะสม (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้และเพศเมียที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02	44
36	เปอร์เซ็นต์การตายสะสม (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้และเพศเมีย ที่ไม่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 (ชุดควบคุม)	45

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
37	เปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ที่ไม่ได้รับเชื้อรา (แถบสีดำ) และเพศผู้ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 (แถบสีเทา) ของการทดสอบการแข่งขันจับคู่ผสมพันธุ์ของกรงที่ใช้เชื้อรา	46
38	เปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ที่ปกติ (แต้มสี) และเพศผู้ที่คลุกน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (ไม่แต้มสี) ของการทดสอบการแข่งขันจับคู่ผสมพันธุ์ของกรงชุดควบคุม	46
39	เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยการตายสะสม (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้ปกติ เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 และเพศเมียปกติที่อยู่ภายในกรงเดียวกัน	48
40	เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยการตายสะสม (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้แต้มสี เพศผู้คลุกด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ และเพศเมียปกติที่อยู่ภายในกรงเดียวกันของชุดควบคุม	49
41	เปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อแมลงวันพริกเพศเมียที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์ (สีดำ) และผ่านการผสมพันธุ์ (สีเทา) ของกรงคลุกเชื้อรา	50
42	เปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ที่ไม่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อแมลงวันพริกเพศเมียที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์ (สีดำ) และผ่านการผสมพันธุ์ (สีเทา) ของกรงชุดควบคุม	51
43	เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยการตายสะสม (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยเพศเมียปกติที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์ (สามเหลี่ยมขาว) เพศเมียปกติที่ผ่านการผสมพันธุ์ (สามเหลี่ยมดำ) และเพศผู้ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 (วงกลมดำ) ในการทดสอบการเลือกจับคู่ผสมพันธุ์ของกรงชุดทดสอบ	54

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
44	เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสะสม (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยเพศเมียปกติที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์ (สามเหลี่ยมขาว) เพศเมียปกติที่ผ่านการผสมพันธุ์ (สามเหลี่ยมดำ) และเพศผู้ที่ไม่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 เข้าทำลาย (วงกลมดำ) ในการทดสอบการเลือกจับคู่ผสมพันธุ์ของกรงชุดควบคุม	54
45	เปอร์เซ็นต์การฟักเป็นตัวเต็มวัย (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะดักแด้ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium Anisopliae* PSUM02 ในดินของการทดสอบในเรือนทดลอง	55
46	เปอร์เซ็ต์ดักแด้ (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ในกรงทดสอบที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ในระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ (สีดำ) และชุดควบคุม (สีเทา) ในการทดสอบในโรงเรือนทดลอง	57
47	เปอร์เซ็นต์ตัวเต็มวัย (mean ± SEM) เพศผู้ (สีดำ) และเพศเมีย (สีเทา) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ในกรงที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ (สีดำ) และกรงควบคุม (สีเทา) ในการทดสอบสภาพโรงเรือนทดลอง	58

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปัจจุบันได้มีการส่งเสริมการเกษตรเพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนโดยเฉพาะอย่างยิ่งการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีอย่างแพร่หลาย การใช้เชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin เป็นวิธีการควบคุมโดยชีววิธีที่มีการนำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชหลายชนิด การควบคุมเกิดจากการ

เข้าทำลายเนื้อเยื่อต่างๆของแมลง เชื้อราโรคแมลงในสกุล *Metarhizium* ยังสามารถสร้างสารพิษชนิดต่างๆได้ เช่น เดสทรูซิน (destruxin) และไซโตชาลาซิน (cytochalasin) สารพิษเหล่านี้มีพิษรุนแรงต่อแมลง ดังนั้นการใช้เชื้อราโรคแมลงซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมและปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภคในการควบคุมแมลงศัตรูพืช โอกาสที่แมลงสร้างความต้านทานต่อเชื้อจุลินทรีย์มีน้อยมากหรือเกิดขึ้นช้ามากเมื่อเทียบกับการใช้สารฆ่าแมลง (ทิพย์วดี, 2535) เชื้อรา *M. anisopliae* สามารถทำให้เกิดโรคกับแมลงศัตรูมากกว่า 200 ชนิด (Cloyd, 1999) รวมทั้งแมลงศัตรูวงศ์ Tephritidae หลายชนิด เช่น olive fruit fly *Bactrocera oleae* ,mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* ,invasive fruit fly (Yousef *et al.*, 2013; Mochi *et al.*, 2006 and Ekesi *et al.*, 2010) และแมลงศัตรูพริก คือ แมลงวันพริก *B. latifrons* (มาลี และคณะ, 2553; นริศ และคณะ, 2551)

พริกเป็นพืชผักที่มีความสำคัญในชีวิตประจำวัน เช่น ใช้ประกอบอาหาร ทำพริกดอง พริกแห้ง พริกป่น และใช้เป็นส่วนประกอบของยารักษาโรคต่างๆ พริกเป็นแหล่งของวิตามินที่สำคัญ เช่น วิตามินซี วิตามินเอ และวิตามินอี นอกจากนี้พริกยังมีสารในกลุ่มแคปไซซินอยด์ (capsaicinoids) จำนวนมากซึ่งเป็นสารที่ทำให้รู้สึกเผ็ดร้อน (Perucka and Materska, 2001) และสารแคปไซซิน (capsaicin) เป็นสารที่มีปริมาณสูงที่สุดในสารกลุ่มแคปไซซินอยด์ (Kosuge and Furuta, 1970) ปัจจุบันมีการนำสารดังกล่าวมาใช้ประโยชน์มากขึ้นทั้งทางด้านสุขภาพของมนุษย์ โดยเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ เช่น เป็นส่วนประกอบของน้ำมันทาแก้ปวดเมื่อย แก๊สน้ำตา และเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์เพื่อใช้ทดแทนยาปฏิชีวนะ นอกจากนี้ยังมีการสกัด

น้ำมันพริกเพื่อนำไปใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์พริกแปรรูป ทำให้ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตพริกมีความสำคัญมากขึ้นตามลำดับ (จำนอง, มปป.)

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพริกรวมทั้งสิ้น 584,564 ไร่ แหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา รองลงมา คือจังหวัดชัยภูมิ อุบลราชธานี และศรีสะเกษ (นิรนาม, 2555 ก) ส่วนการปลูกพริกในภาคใต้ส่วนใหญ่มีพื้นที่ปลูกอยู่ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี พัทลุง นครศรีธรรมราช และสงขลา นอกนั้นมีปลูกบ้างแต่เป็นพื้นที่ขนาดเล็กๆ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557) ปี 2556 มีการส่งออกพริกในรูปพริกแห้งรวม 3,456.72 ตัน คิดเป็นมูลค่า 172.41 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) การผลิตพริกมีปัญหาหลายประการ เช่น ความไม่สม่ำเสมอของผลผลิตพริก ทั้งในด้านลักษณะผลผลิตและคุณภาพ การระบาดของโรคแอนแทรกโนส โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส และรวมถึงการเข้าทำลายของแมลงชนิดต่างๆ เช่น แมลงวันผลไม้ เพลี้ยไฟ และไรขาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพผลผลิต จำนวนผลผลิตต่อพื้นที่ และมูลค่าการส่งออกผลพริกสด (กฤษฎา, 2550)

แมลงศัตรูพริกที่มีแนวโน้มมีความสำคัญและทวีความรุนแรงมากขึ้น เป็นแมลงวันผลไม้ชนิดหนึ่ง คือ แมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) การเข้าทำลายของแมลงวันพริกส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพผลผลิต จำนวนผลผลิตต่อพื้นที่ และการส่งออกผลพริกสด (อโนทัย และนุชรีย์, 2554) โดยทั่วไปพบการระบาดอยู่ทั่วทุกภาคของแหล่งปลูกพริกต่างๆ โดยตัวหนอนแมลงวันผลไม้ชนิดนี้เข้าทำลายอยู่ภายในผลพริกจัดเป็นแมลงศัตรูสำคัญทางการกักกันพืช โดยเฉพาะประเทศที่มีการนำเข้าพริกสด ได้แก่ กลุ่มประเทศสหภาพยุโรป ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น ไต้หวัน และสหรัฐอเมริกา (สมศักดิ์, 2551) การเข้าทำลายของแมลงวันพริกเกิดจากตัวเต็มวัยเพศเมียใช้อวัยวะวางไข่แทงลงไปในผลพริกเพื่อวางไข่ จากนั้นตัวหนอนฟักออกมาชอนไชกินไส้ในผลพริก ทำให้พริกเน่า และร่วง นอกจากนี้รอยแผลที่เกิดขึ้นจากการวางไข่อาจส่งผลให้เชื้อสาเหตุโรคพืชเข้าทำลายซ้ำ ทำให้เกิดผลเน่า และร่วงหล่นก่อนระยะเก็บเกี่ยว การทำลายที่เกิดขึ้นอาจรุนแรงมากถึง 100 เปอร์เซ็นต์ หากไม่มีการป้องกันกำจัด จึงจำเป็นต้องป้องกันการเข้ามาวางไข่ของแมลงวันพริกเพื่อลดการเข้าทำลายผลผลิตพริกจากแมลงชนิดนี้

การจัดการแมลงวันพริกนั้นทำได้หลายวิธี อาทิ วิธีเขตกรรมโดยการไถพรวน และตากดินเพื่อกำจัดดักแด้ในดิน การเก็บทำลายผลที่ร่วงลงพื้นดิน การใช้เหยื่อพิษ การใช้เทคนิคการฉายรังสีทำให้แมลงตัวผู้เป็นหมัน และการใช้สารเคมีในการรมผลพริกสามารถลดการสูญเสียของผลผลิตได้ (กฤษฎา, 2550)

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงได้ศึกษาการใช้เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ควบคุมแมลงวันพริก *B. latifrons* เพื่อนำไปสู่การพัฒนาแนวทางในการป้องกันกำจัดและที่สำคัญคือสามารถลดการใช้สารเคมีที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อม

ตรวจเอกสาร

1. แมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel)

ข้อมูลทางอนุกรมวิธาน

Domain: Eukaryota

Kingdom: Metazoa

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Uniramia

Class: Insecta

Order: Diptera

Family: Tephritidae

Genus: *Bactrocera*

Species: *Bactrocera latifrons*

1.1 ความสำคัญ และลักษณะการเข้าทำลาย

แมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก *B. latifrons* มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษ คือ solanum fruit fly (ยุวรินทร์ และคณะ, 2553) Hardy (1973) รายงานว่าแมลงวันผลไม้ชนิดนี้มีเขตการแพร่ระบาดและเข้าทำลายพริกในประเทศมาเลเซีย ไทย จีน ลาว ไต้หวัน ศรีลังกา และฟิลิปปินส์ โดยพืชอาศัยหลักของแมลงวันพริก *B. latifrons* คือ พืชในวงศ์ Solanaceae เช่น พริก และมะเขือ ซึ่งตรงกับ White และ Elson-Harris (1992) ที่ระบุชนิดของแมลงวันผลไม้ที่เข้าทำลายพริก คือ *B. latifrons* สำหรับในประเทศไทย แมลงวันพริก *B. latifrons* มีเขตการแพร่กระจายทั่วทุกภาคของประเทศไทย (มนตรี, 2544)

นอกจากนี้แมลงวันพริก *B. latifrons* ยังก่อให้เกิดปัญหาด้านกักกันพืชและใช้เป็นเครื่องมือกีดกันทางการค้าของต่างประเทศ โดยเฉพาะสหภาพยุโรป ตรวจพบแมลงวันพริก *B. latifrons* ในผลพริกส่งออกจากประเทศไทยบ่อยครั้ง (วิภาดา และคณะ, 2553) แมลงวันพริก *B. latifrons* เข้าทำลายผลพริกในระยะที่ผลเริ่มสุกและเริ่มเปลี่ยนสี ผลพริกที่ถูกแมลงวันพริก *B. latifrons* เข้าทำลายระยะเริ่มต้น ถ้ามองจากภายนอก อาจเห็นรอยเป็นทางอยู่ภายในผลพริก

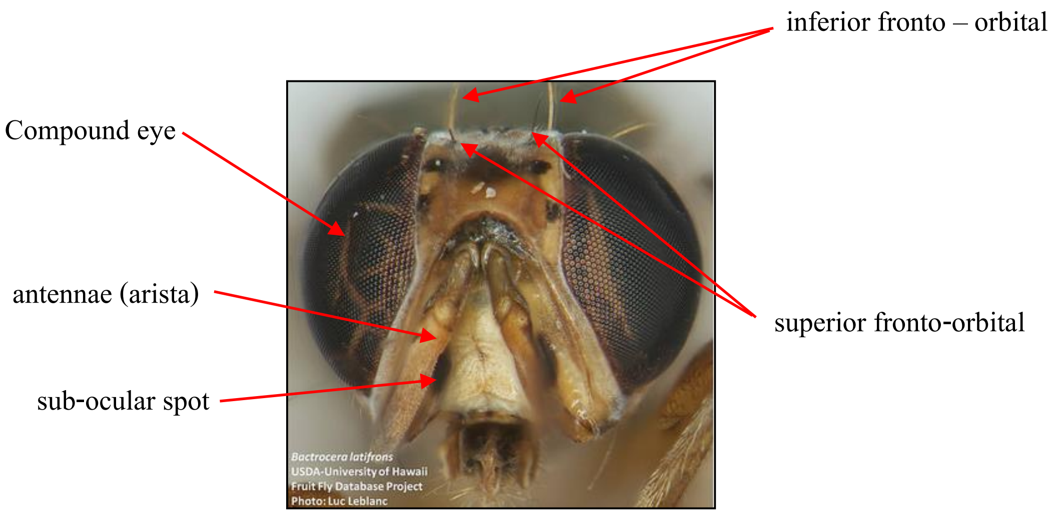
เนื่องจากตัวอ่อนแมลงวันพริกชอนไชเข้าทำลายผลพริกในบริเวณรกพริก (placenta) ทำให้พริกเปลี่ยนเป็นสีดำบางครั้งเรียกว่าอาการไส้ดำ ต่อมาผลพริกที่ถูกทำลายเกิดอาการเน่า นอกจากนี้ผลพริกอาจมีลักษณะกลวงภายใน คือมีแต่เปลือกแต่ไม่มีเนื้อ แกะดูอาจพบตัวอ่อนหรือไม่พบ ขึ้นอยู่กับระยะของตัวหนอน เพราะเมื่อถึงระยะใกล้เข้าดักแด้ ตัวหนอนจะออกจากผลพริกมาเข้าดักแด้ในดิน (สัญญาณี และคณะ, 2551) แมลงวันพริกมักระบาดในช่วงฤดูร้อนเนื่องจากมีพืชอาหารหลายชนิด ทำให้มีการขยายพันธุ์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก (นิรนาม, มปป. ก) โดยระยะตัวหนอนกัดกินเนื้อภายในผลพริกจนหมดเหลือแต่เปลือก ภายในผลกลวง ผลพริกเน่าเสีย หลังจากนั้นอาจมีโรคหรือแมลงชนิดอื่นๆ ตามเข้ามาทำลายซ้ำ ทำให้ผลพริกร่วงหล่นไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ (อโนทัย และนุชรีย์, 2554) ในประเทศมาเลเซียแมลงวันพริก *B. latifrons* สร้างความเสียหายต่อผลผลิตสูงถึง 60-80 เปอร์เซ็นต์ (Shimizu *et al*., 2007)

1.2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

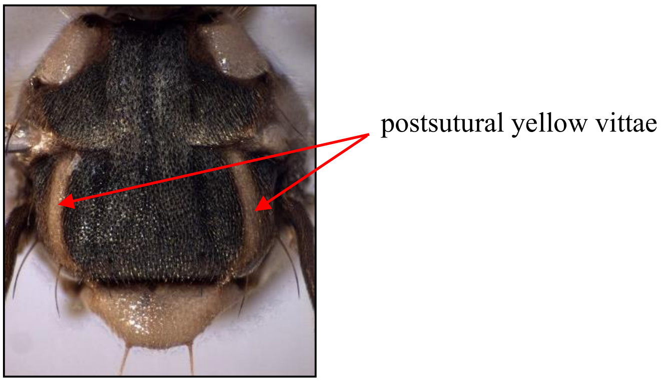
ตัวเต็มวัยของแมลงวันพริก *B. latifrons* ทั้งเพศผู้และเพศเมียมีตารวมขนาดใหญ่สีน้ำตาลแดง ตาเดี่ยวสีดำเรียงเป็นรูปสามเหลี่ยม ส่วนหัวมีสีเหลือง fron กว้าง มีขน inferior fronto – orbital 2 คู่ และขน superior fronto-orbital 1 คู่ มีจุดดำใต้หนวดค่อนข้างกลมสีน้ำตาล (sub-ocular spot) หนวดสีเหลืองมีสามปล้อง บริเวณปลายหนวดมีสีเข้ม arista เป็นเส้นขนสีดำ (ภาพที่ 1)

ที่ส่วนอก scutum มีสีดำ มี postsutural yellow vittae 2 แถบ ด้านข้างนอก scutellum สีเหลือง ฐานสีดำ (ภาพที่ 2) ขามีสีเหลืองแถบสีน้ำตาล ปีก basal costal และ costal cell มีลักษณะใส พบ costal band สีน้ำตาลขยายถึงเส้นปีก R_{2+3} และขยายลงมาตรงขอบปลายปีกบริเวณ R_{4+5} มีลักษณะเป็นจุด anal streak สีน้ำตาล ปีกยาว 4.20 – 4.60 มิลลิเมตร (ภาพที่ 3)

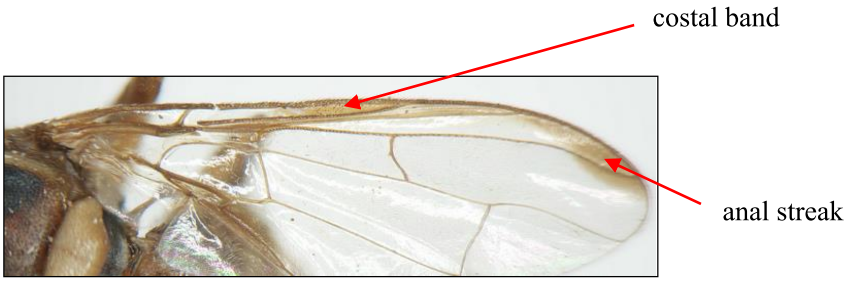
ลักษณะท้องยาวสีน้ำตาลแดง ปล้องที่ 1 และ 2 มีสีจาง บริเวณท้องปล้องที่ 3-5 อวัยวะเพศผู้พบ pecten (ภาพที่ 4) ส่วนอวัยวะเพศเมีย aculeus เป็นรูปร่างแบบ trilobe (ภาพที่ 5) ลำตัวมีขนาดยาว 4.00 – 4.30 มิลลิเมตร (วัชรวิทย์, มปป.; ยุวรินทร์ และคณะ, 2553)



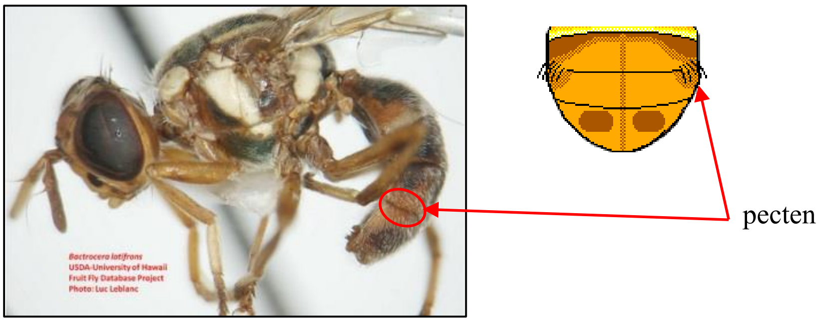
ภาพที่ 1 ลักษณะหัวของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel)
ที่มา: นิรนาม (2555 ข)



ภาพที่ 2 ลักษณะส่วนอกของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel)
ที่มา: นิรนาม (มปป. ค)

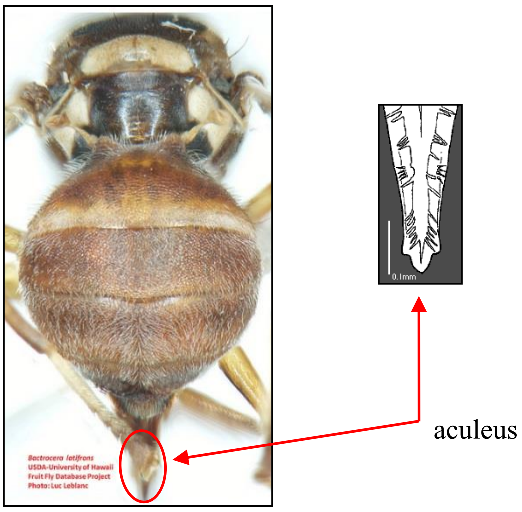


ภาพที่ 3 ลักษณะแถบสีน้ำตาลบริเวณปลายปีกของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel)
ที่มา: นิรนาม (2555 ค)



ภาพที่ 4 ลักษณะลำตัวด้านข้างตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ส่วนท้องแสดงเส้นขน pectin ที่พบได้ในเพศผู้

ที่มา: นิรนาม (2555 ง); Carroll *et al*. (2002)



ภาพที่ 5 ลักษณะส่วนท้องของตัวเต็มวัยเพศเมียแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) แสดงส่วนของ aculeus

ที่มา: นิรนาม (2555 จ); Carroll *et al*. (2002)

1.3 วงจรชีวิตของแมลงวันพริก *B. latifrons* (สัญญาณี และคณะ, 2551)

แมลงวันพริกมีการเจริญเติบโตแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis) แบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ ระยะไข่ ระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย (ภาพที่ 6)

ระยะไข่: ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆ ในผลพริก ผลละ 1-2 ฟอง โดยวางไข่ตามแนวนอนในเนื้อพริกลึกจากผิวประมาณ 0.50-1.00 มิลลิเมตร ในช่วงที่พริกเริ่มเข้าสี (สี

ของผลพริกเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดง) ไข่มีลักษณะยาวรีสีขาวผิวเป็นมันสะท้อนแสง เมื่อใกล้ฟักมีสีขาวขุ่น ขนาดกว้างเฉลี่ย 0.32 ± 0.04 มิลลิเมตร ยาวเฉลี่ย 1.26 ± 0.11 มิลลิเมตร ระยะไข่ 44-68 ชั่วโมง เฉลี่ย 63.68 ± 9.27 ชั่วโมง ไข่มีเปอร์เซ็นต์การฟัก 88 เปอร์เซ็นต์

ระยะหนอน: หนอนแบบ vermiform มีลักษณะหัวแหลม ท้ายป้าน ไม่มีขา ส่วนหัวมีลักษณะเป็นตะขอแข็งสีดำ เมื่อฟักออกจากไข่ใหม่ๆ ลำตัวใสส่วนหัวที่เป็นตะขอมีสีน้ำตาล ขนาดลำตัวกว้างเฉลี่ย 0.25 ± 0.05 มิลลิเมตร ยาวเฉลี่ย 1.18 ± 0.13 มิลลิเมตร ตัวหนอนเคลื่อนที่ได้โดยการยืดและหดของลำตัว หนอนมี 3 วัย หนอนโตเต็มที่มีขนาดลำตัวกว้างเฉลี่ย 1.70 ± 0.16 มิลลิเมตร ยาวเฉลี่ย 7.43 ± 0.73 มิลลิเมตร หนอนในระยะนี้มีลักษณะพิเศษ คือ ตัวหนอนสามารถดีดตัวได้ไกลประมาณ 30 เซนติเมตร การดีดตัวเพื่อช่วยในการหาทำเลที่เหมาะสมในการเข้าดักแด้ในดิน ระยะหนอน 8-10 วัน มีเปอร์เซ็นต์การรอด 50 เปอร์เซ็นต์

ระยะดักแด้: ดักแด้แบบ coarctate มีลักษณะกลมรีคล้ายถังเบียร์ ลำตัวเป็นปล้องๆ ตามแนวขวาง ดักแด้ในระยะแรกมีสีขาวและค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน จากนั้นสีจะค่อยๆ เข้มขึ้นเมื่อดักแด้ใกล้ฟักระยะนี้แมลงไม่มีการเคลื่อนไหว ดักแด้อาศัยในดินลึกประมาณ 2.00-5.00 เซนติเมตร ดักแด้มีขนาดกว้างเฉลี่ย 2.06 ± 0.16 มิลลิเมตร ยาวเฉลี่ย 4.93 ± 0.28 มิลลิเมตร ระยะดักแด้ 11-14 วัน มีเปอร์เซ็นต์การรอด 75 เปอร์เซ็นต์

ระยะตัวเต็มวัย: ตัวเต็มวัยมีสีน้ำตาลแดงทั้งลำตัวและขา มีแถบสีเหลืองที่ส่วนอก ปีกบางใสสะท้อนแสง ขอบปีกมีสีทึบและที่ปลายปีกมีจุดสีดำขนาดใหญ่ ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะเด่นในการจำแนกชนิดของแมลงวันพริก *B. latifrons* ได้ชัดเจน ระยะนี้ไม่ทำลายพืช แต่กินน้ำหวาน และวิตามิน ที่ได้จากสิ่งขับถ่ายจากแมลง นก น้ำยางจากแผลของต้นไม้ น้ำหวานจากพืช และเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นดิน (Drew and Lloyd, 1989) ตัวเต็มวัยหลังออกจากดักแด้ 8 วัน จึงเริ่มจับคู่ผสมพันธุ์และวางไข่ โดยจับคู่ผสมพันธุ์ในช่วงเวลาเย็นถึงพลบค่ำและวางไข่ในผลของพืชอาศัย ตัวเต็มวัยเพศเมียมีความสามารถในการวางไข่ตลอดอายุขัยได้ 124-325 ฟอง เฉลี่ย 192.17 ± 75.18 ฟอง วางไข่ได้สูงสุด 17 ฟอง/วัน เมื่อกางปีกมีขนาดกว้างเฉลี่ย 1.36 ± 0.07 เซนติเมตร ลำตัวยาวเฉลี่ย 0.91 ± 0.07 เซนติเมตร ตัวเต็มวัยเพศเมียมีอายุ 93-183 วัน เฉลี่ย 147.90 ± 29.03 วัน ตัวเต็มวัยเพศผู้เมื่อกางปีกมีขนาดกว้างเฉลี่ย 1.35 ± 0.07 เซนติเมตร ลำตัวยาวเฉลี่ย 0.73 ± 0.05 เซนติเมตร ตัวเต็มวัยเพศผู้มีอายุ 77-151 วัน เฉลี่ย 131.50 ± 12.79 วัน

ภาพที่ 6 วงจรชีวิตของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae)

2. เชื้อราโรคแมลง

เชื้อราโรคของแมลงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการตายของแมลงในธรรมชาติ เชื้อราโรคของแมลงที่ทำให้เกิดโรคในแมลงมีหลายชนิด และมีประสิทธิภาพในการทำลายแมลงที่แตกต่างกัน (ทิพย์วดี, 2535) ชนิดของเชื้อราโรคของแมลงส่วนใหญ่ที่นิยมนำมาผลิตในเชิงพาณิชย์ ได้แก่เชื้อราโรคแมลงในสกุล *Beauveria, Metarhizium*, *Lecanicillium* และ *Paecilomyes* เนื่องจาก

เป็นเชื้อราโรคแมลงที่มีตัวให้อาศัยกว้างสามารถเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วยอาหารเทียมได้ง่ายมีความคงทน (persistence) และนำไปใช้ได้ง่าย (Vega *et al*., 2009; Gilbert and Gill, 2010)

2.1 เชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin

เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* จัดอยู่ในกลุ่ม Deuteromycetes อันดับ Moniliales วงศ์ Moniliaceae เป็นเชื้อราโรคแมลงที่อาศัยอยู่ในดิน มีวงจรชีวิตไม่สมบรูณ์มักไม่พบระยะการสืบพันธุ์โดยอาศัยเพศของเชื้อราโรคแมลงในกลุ่มนี้ เรียกว่า imperfect fungi (มลิวัลย์, 2534) เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส และไม่เจริญเติบโตถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส เส้นใยของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* มีผนังกั้นเป็นปล้องๆ ไม่มีสี สร้าง conidia เป็นรูปยาวรีคล้ายเมล็ดข้าว เป็นลูกโซ่ต่อกันตรงรอยคอคอด (ภาพที่ 7) แต่ละ conidium ที่เกิดใหม่มีสีขาว ต่อมาเปลี่ยนเป็นสีเขียวคล้ำ (ทิพย์วดี, 2535)

ภาพที่ 7 ลักษณะ conidia ของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin

2.2 ลักษณะการเข้าทำลายและอาการของโรคที่เกิดจากเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae*

เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ทำให้เกิดโรคในแมลงโดยเข้าสู่แมลงทางผนังลำตัว หรือช่องเปิดต่างๆ ของแมลง เช่น รูหายใจ หรือบาดแผลที่ผนังลำตัว โดยเริ่มจากสปอร์ของเชื้อราตกลงบนผนังลำตัวของแมลง เมื่อมีความชื้นที่พอเหมาะเชื้อรางอกโดยสร้าง germ tube แทงทะลุผนังลำตัวแมลงเข้าไป โดยปกติเข้าบริเวณที่มีผนังบางๆ เช่น รอยต่อระหว่างปล้องหรือข้อต่อของระยางค์ต่างๆ การแทงทะลุผ่านผนังลำตัวของแมลง อาศัยเอนไซม์ต่างๆ ที่เชื้อราสร้างขึ้น เช่น lipase ช่วยย่อยสลายชั้นไขมัน ที่เคลือบอยู่บนผนังลำตัว หรือเอนไซม์ chitinase และ proteinase ช่วยย่อยสลายชั้นต่างๆ ของผนังลำตัว เมื่อเชื้อราเข้าไปในช่องว่างภายในตัวแมลงจะเจริญสร้างเส้น

ใยกระจายทั่วบริเวณภายในลำตัวของแมลง แย่งแร่ธาตุอาหาร และทำลายอวัยวะต่างๆ ในตัวแมลง เมื่อแมลงตายเชื้อราแทงทะลุผนังลำตัวแมลงออกมา โดยทั่วไปออกมาตรงจุดที่เชื้อราแทงเข้าไป เชื้อราสร้างก้านชูสปอร์บนผนังลำตัวของแมลงและเริ่มสร้างสปอร์ ระยะแรกสปอร์มีสีขาว และค่อยเปลี่ยนเป็นสีเขียวเมื่ออายุมากขึ้นจนถึงสีเขียวเข้มเกือบดำ ซึ่งในที่สุดคลุมทั่วตัวแมลง ทำให้แมลงมีลักษณะคล้ายมัมมี่ คือเป็นซากแห้งแข็งและมีสปอร์ขึ้นปกคลุมทั้งตัว เรียกลักษณะเช่นนี้ว่า mummified เมื่อถูกสัมผัสสปอร์บนผนังลำตัวแมลงจะปลิวกระจายไป เพื่อเข้าทำลายแมลงตัวอื่นต่อไป นอกจากการเข้าเบียดเบียนและทำลายเนื้อเยื่อต่างๆ ของแมลงแล้วเชื้อราโรคแมลงในสกุล *Metarhizium* ยังสร้างสารพิษเดสทรูซิน สารพิษชนิดนี้มีพิษรุนแรงต่อแมลง (ทิพย์วดี, 2535; Schrank and Vainstein, 2010)

2.3 การใช้เชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* ในการควบคุมแมลงศัตรูชนิดอื่นๆ

เชื้อราโรคแมลง *Metarhizium* spp. หรือเชื้อราเขียว (green muscardine fungus) เป็นเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคกับแมลงและทำลายแมลงได้มากกว่า 200 ชนิด (Zimmerman, 1992) สำหรับการนำเชื้อราโรคแมลงที่นำมาใช้กับแมลง เช่น การทดสอบเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* กับยุงลาย ช่วงเวลาที่เชื้อราทำให้ยุงลายตายได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (LT_{50}) ที่ได้ใกล้เคียงกันคือ อยู่ระหว่าง 1.20 และ 5.40 วัน (Riba *et al*., 1985) นอกจากนี้ในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ที่ความเข้มข้น 10^4 สปอร์/มิลลิลิตร กับลูกน้ำยุงรำคาญระยะที่ 3 และ 4 พบว่าลูกน้ำระยะ 4 มีค่า LC_{50} สูงกว่าในลูกน้ำระยะ 3 และที่ความเข้มข้นที่สูงขึ้นที่ 10^5 และ 10^6 สปอร์/มิลลิลิตร ตามลำดับ สามารถทำให้ลูกน้ำยุงตายภายใน 1-4 วัน (นิรนาม, มปป. ข) การทดสอบเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ไอโซเลต 3MaTIS กับการเข้าทำลายตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล มีค่าการตายจากเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* เท่ากับ 33.00 เปอร์เซ็นต์ (ศิวิลัย และคณะ, 2545) นอกจากนี้เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ไอโซเลต E9 และ IBCB425 กระตุ้นให้เกิดการตายได้ในระยะดักแด้และตัวเต็มวัยของแมลงวัน *Haematobia irritans* (Dinalva *et al*., 2010) และยังมีการทดลองการใช้เชื้อราโรคแมลงในการควบคุมในแมลงอื่นๆ อีก เช่น แมลงสาบอเมริกัน *Periplaneta americana* Linnaeus (เกรียงไกร, 2541) หนอนด้วงหนวดยาวเจาะลำต้นอ้อย *Dorysthenes buqueti* Guerin (นิรนาม, 2549) หนอนกระทู้หอม *Spodoptera exigua* Hübner (อัญชลี และคณะ, 2553) ด้วงแรดมะพร้าว *Oryetes rhinoceros* Linnaeus (มลิวัลย์, 2534)

2.4 การใช้เชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* ควบคุมแมลงวันผลไม้

เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* สามารถทำให้เกิดโรคในตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ *Ceratitis capitata* (Wiedemann) ทุกสายพันธุ์ของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ที่ใช้ทดลองทำให้แมลงตาย 69-78 เปอร์เซ็นต์ (Espin *et al*., 1989) นอกจากนี้เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ยังสามารถเข้าทำลายแมลงวันผลไม้ชนิดอื่นๆในสกุลเดียวกัน เช่น *C. fasciventris* (Bezzi) และ *C. cosyra* (Walker) ในระยะตัวเต็มวัยได้ มีเปอร์เซ็นต์การตายอยู่ระหว่าง 86-100 เปอร์เซ็นต์ภายในระยะเวลา 4 วัน (Dimbi *et al*., 2004) นอกจากนี้ยังประยุกต์ใช้กับระยะอื่นๆ ของแมลงวันผลไม้ เช่น ระยะดักแด้ของแมลงวันผลไม้ *C. rosa* (Karsch), *C. fasciventris* และ *C. cosyra* เมื่อทดสอบด้วยเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* สายพันธุ์ ICE20 สามารถเข้าทำลายได้ถึง 60-80 เปอร์เซ็นต์ (Ekesi *et al*., 2003 a) และในการศึกษาประเมินประสิทธิผลของ *M. anisopliae* ไอโซเลต E9 ในแมลงวันผลไม้ *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) ระยะดักแด้ในสภาพแปลงทดลอง สามารถทำให้เกิดโรคโดยมีอัตราการตายถึง 86 เปอร์เซนต์ (Ricardo *et al*., 2005) นอกจากนี้เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ไอโซเลต EAMa 01/58-su ทำให้ระยะดักแด้ของแมลงวันผลไม้ *C. capitata* ตาย 30-100 เปอร์เซ็นต์ (Quesada *et al*., 2006) และเมื่อนำเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ไอโซเลต ICIPE 20 คลุกลงในดิน สามารถเข้าทำลายแมลงวันผลไม้ระยะตัวหนอนวัยที่ 3 ที่กำลังเข้าดักแด้ในดินของแมลงวันผลไม้ *C. capitata, C. cosyra, C. rosa* และ *C. fasciventris* ได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ (Ekesi *et al*., 2003 b) นอกจากนี้เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ยังส่งผลต่อพฤติกรรมการจับคู่ผสมพันธุ์ในแมลงวันผลไม้ *C. capitata, C. cosyra* และ *C. fasciventris* โดยเปรียบเทียบในช่วงของการเริ่มต้นการจับคู่ผสมพันธุ์ในเพศผู้ปกติใช้เวลาเริ่มต้นที่ระยะเวลา 15-16 นาที ส่วนเพศผู้ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ใช้เวลาการจับคู่ผสมพันธุ์ที่ยาวนานขึ้น โดยเริ่มต้นที่ระยะเวลา 70-80 นาที (Susan *et al*., 2009)

นริศ และอนุชิต (2551) ได้นำเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* จำนวน 4 ไอโซเลต (M1, M2, M3 และM4) ความหนาแน่นของสปอร์ที่ 1×10^6 สปอร์/มิลลิลิตร สามารถฆ่าแมลงวันผลไม้ *B. papayae* ได้ โดยเชื้อราโรคแมลงไอโซเลต M1 และ M3 ทำให้ประชากรแมลงตายทั้งหมดในวันที่ 4 ส่วนเชื้อราโรคแมลงไอโซเลต M2 และ M4 ทำให้ประชากรแมลงตายทั้งหมดในวันที่ 6 หลังจากที่แมลงสัมผัสกับเชื้อราตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีการทดสอบการใช้สปอร์ของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ในรูปสปอร์แขวนลอยที่ความหนาแน่นของสปอร์ 1×10^8 สปอร์/มิลลิลิตร ในแมลงวันผลไม้ *B. oleae* (Gmelin) ระยะตัวเต็มวัย พบระยะเวลาที่ทำให้แมลงตายได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (LT_{50}) ด้วยวิธีการให้กินที่ 8.30 วัน และพบระยะเวลาที่ทำให้แมลงตายได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (LT_{50}) ด้วยวิธีการฉีดพ่นที่ 26.07 วัน (Mahmoud, 2009)

เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ไอโซเลต PSUM02 ในรูปสปอร์แขวนลอยที่ความหนาแน่น 1×10^6 สปอร์/มิลลิลิตร มีผลต่อการวางไข่ของแมลงวันแตง *B. cucurbitae* เพศเมีย โดยแมลงที่ได้รับเชื้อราเป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมง วางไข่เพียง 13.33 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น มากไปกว่านั้นเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ยังส่งผลต่อการจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันแตง *B. cucurbitae* ได้อีกด้วย โดยแมลงวันแตงเพศผู้ที่ติดเชื้อรามีเปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ลดลงเมื่อเปรียบกับแมลงวันแตงเพศผู้ปกติ (ปาณิศา และนริศ, 2557 ก) ในขณะเดียวกันแมลงวันแตงเพศผู้ที่ติดเชื้อราสามารถถ่ายทอดเชื้อราไปสู่แมลงวันแตงเพศเมีย และทำให้ตาย 52 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 10 ส่วนแมลงวันแตงเพศผู้ที่ติดเชื้อรา ตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 8 หลังจากการทดสอบ (ปาณิศา และนริศ, 2557 ข)

จากประสิทธิภาพดังกล่าวข้างต้นของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* จึงได้ศึกษาวิจัยผลของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ไอโซเลต PSUM02 (นริศ, 2554) ต่อการก่อให้เกิดโรคกับแมลงวันพริก *B. latifrons* ในระยะตัวหนอนก่อนเข้าดักแด้ ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย และการจับคู่ผสมพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ และเพื่อทดสอบความสามารถของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ในการควบคุมแมลงวันพริก *B. latifrons* ในสภาพเรือนทดลอง เพื่อใช้เป็นแนวทางเลือกในการควบคุมแมลงวันพริก ลดการพึ่งพาสารเคมีทางการเกษตรที่อาจจะเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เกษตรกรและตลอดจนผู้บริโภค

2.5 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการอยู่รอด (Mean or average survival analysis)

ค่าเฉลี่ยการอยู่รอดเป็นวิธีการวิเคราะห์การรอดชีวิตของสิ่งมีชีวิตหลังจากได้รับสิ่งทดสอบ เช่น สารเคมี หรือเชื้อโรค เป็นวิธีการที่ประยุกต์มาจาก Kaplan-Meier analysis โดยนำค่าการรอดชีวิตของสิ่งมีชีวิตแต่ละตัวที่ระยะเวลาเริ่มต้นทดลองจนถึงระยะเวลาสิ้นสุดการทดลองมาคำนวณหาค่าการรอดชีวิต โดยมีหน่วยเป็นระยะเวลาของการรอดชีวิตของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ แล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้สิ่งมีชีวิตที่ทดสอบทั้งหมดต้องอยู่ครบจนถึงระยะเวลาสิ้นสุดการทดลอง วิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทดสอบการใช้เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* กับแมลงวันผลไม้ได้เช่นกัน (บัณฑิต, 2545; Yousef *et al.*, 2013, Thaochan and Ngampongsai, 2015)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ต่อแมลงวันพริก *B. latifrons* ในระยะตัวหนอนก่อนเข้าดักแด้ ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัยในสภาพห้องปฏิบัติการ
2. เพื่อศึกษาผลของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ต่อการแข่งขันการจับคู่ผสมพันธุ์ในแมลงวันพริก *B. latifrons* ในสภาพห้องปฏิบัติการ
3. เพื่อทดสอบความสามารถของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ในการควบคุมแมลงวันพริก *B. latifrons* ในสภาพเรือนทดลอง

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. การเตรียมเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae*

เตรียมเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ไอโซเลต PSUM02 (นริศ, 2554) ที่ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์ควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ศูนย์ภาคใต้ (ภาพที่ 8) มาเพาะเลี้ยงในอาหาร Sabouraud Dextrose Agar plus Yeast (SDAY) ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร บ่มที่ตู้บ่มเชื้อในที่มืด (L:D = 0:24 ชั่วโมง) อุณหภูมิ 28 ± 0.20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 สัปดาห์หรือจนกว่าเชื้อราจะสร้างสปอร์ นำเชื้อรามาทำสปอร์แขวนลอยในน้ำกลั่นโดยใช้แท่งแก้วรูปตัว L ขูดผิวหน้าของเชื้อราผสมกับ Tween 80 ความเข้มข้น 0.10 % ที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นกรองสารแขวนลอยสปอร์ด้วยผ้าขาวบาง นับสปอร์ด้วย hemacytometer เพื่อคำนวณหาความเข้มข้นสปอร์ของเชื้อรา ปรับความเข้มข้นให้ได้ 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร

ภาพที่ 8 เชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02

2. การเลี้ยง และเพิ่มจำนวนแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel)

เก็บรวบรวมผลพริกชี้ฟ้า *Capsicum annuum* L. สีเขียวใกล้สุก ที่ถูกแมลงวันพริกเข้าทำลาย (ภาพที่ 9 ก) และคาดว่ามีหนอนแมลงวันพริกอยู่ภายในผลพริก จากแหล่งปลูกพริกแปลงภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มาวางบนจานแก้ว (Petri dish) เส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร และวางในกล่องพลาสติก ขนาด 16.50 × 23.50 × 9.50 เซนติเมตร ด้านฝากล่องเจาะรูและบุด้วยผ้ามุ้งสีขาวป้องกัน

แมลงหลบหนีและเพื่อการระบายอากาศ ส่วนก้นกล่องรองด้วยขี้เลื่อยอบฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 9 ข) โดยวางสูงประมาณ 1 นิ้ว เมื่อหนอนออกจากผลพริกจะเข้าดักแด้ในขี้เลื่อย จากนั้นใช้ตะแกรงร่อนเบอร์ 20 ร่อนดักแด้ออกจากขี้เลื่อย แล้วย้ายดักแด้ไปไว้ในกรงเลี้ยงแมลงผ้ามุ้งสีขาวขนาด 30 × 30 × 30 เซนติเมตร ที่ภายในมีอาหารตัวเต็มวัย ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลก้อน ยีสต์ สำหรับการให้น้ำตัวเต็มวัยแมลงวันพริกใช้แผ่นฟองน้ำอเนกประสงค์ (3M®) ตัดให้มีขนาดกว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร สอดผ่านฝากล่องพลาสติกทรงกลมขนาด 7 × 10 เซนติเมตรภายในกล่องบรรจุน้ำเปล่าปริมาตร 500 มิลลิลิตร โดยให้ส่วนปลายของแผ่นฟองน้ำแช่อยู่ในน้ำ แผ่นฟองน้ำจะดูดน้ำขึ้นมาทำให้มีลักษณะเปียกตลอดเวลา (ภาพที่ 11 ค) รอจนดักแด้ฟักเป็นตัวเต็มวัย ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 11-14 วัน นำตัวเต็มวัยที่ได้ไปจำแนกชนิดของแมลงวันผลไม้ที่เข้าทำลายพริก โดยใช้รูปวิธานของ White and Elson-Harris (1992) คัดเลือกเฉพาะแมลงวันพริก *B. latifrons* มาเลี้ยงเพิ่มจำนวนในห้องปฏิบัติการ ทางกีฏวิทยาที่ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ศูนย์ภาคใต้ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

(ก)

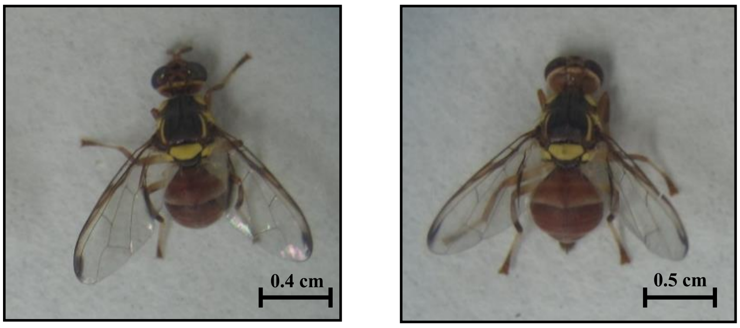
(ข)

ภาพที่ 9 ตัวอย่างผลพริกที่ถูกทำลายโดยแมลงวันผลไม้ (ก) ขี้เลื่อยไม้ยางพาราอบฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เพื่อให้ตัวหนอนเข้าดักแด้ (ข)

ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ภายในห้องปฏิบัติการ

1. การเลี้ยงตัวเต็มวัย เมื่อได้แมลงวันพริกจากการเก็บรวบรวมและคัดเลือกในขั้นต้น (ภาพที่ 10 ก และ ข) มาเลี้ยงเพิ่มปริมาณในกรงเลี้ยงแมลงผ้ามุ้งสีขาวขนาด 30 × 30 × 30 เซนติเมตร ที่บุด้วยผ้ามุ้งสีขาว เลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงด้วย น้ำตาลก้อน ยีสต์ อัตราส่วน 1:1 ต่อจำนวนประชากรแมลง 100 ตัวต่อกรง โดยเตรียมอาหารวางไว้ 2 ชุด ภายในกรง และวางฟองน้ำ

ชุบน้ำเปล่าเพื่อเป็นแหล่งน้ำของแมลง ทำการเปลี่ยนอาหารทุกๆ 3 วัน (ภาพที่ 11 ก ข และ ค ตามลำดับ)



(ก) **(ข)**

ภาพที่ 10 แมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ตัวเต็มวัยเพศผู้ (ก) และเพศเมีย (ข)

(ก) **(ข)** **(ค)**

ภาพที่ 11 อาหารเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงวันพริก *Bacetrocera latifrons* (Hendel) ยีสต์ (ก) น้ำตาลก้อน (ข) ฟองน้ำชุบด้วยน้ำเปล่า (ค)

2. การวางพืชอาหารเพื่อให้แมลงวางไข่ เมื่อแมลงมีอายุประมาณ 8 วัน เตรียมมะเขือยาวที่ไม่มีร่องรอยการเข้าทำลายของแมลงมาเจาะผลด้วยเข็มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.40 มิลลิเมตร ประมาณ 100 รู/ผล วางบนจานแก้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร เพื่อล่อแมลงวันพริกให้มาวางไข่ โดยวางไว้ภายในกรงเลี้ยงแมลงขนาด 30 × 30 × 30 เซนติเมตร แมลงวันเพศเมียใช้อวัยวะวางไข่ในผลมะเขือยาวที่ได้รับการเจาะเป็นแผล (ภาพที่ 12) โดยวางผลมะเขือให้แมลงเข้าวางไข่เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นให้นำผลมะเขือยาวมาบ่มไว้ในกล่อง

พลาสติกใสที่อุณหภูมิห้องและเปลี่ยนผลมะเขือยาวที่ให้แมลงวางไข่ใหม่ทุกวัน เพื่อให้ได้ไข่ที่มีอายุการฟักเฉลี่ยใกล้เคียงกัน

ภาพที่ 12 แมลงวันพริก *Bacetrocera latifrons* (Hendel) เพศเมียกำลังวางไข่ในผลมะเขือยาวที่ได้รับการเจาะเป็นแผล

3. วิธีการเตรียมอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงหนอนแมลงวันพริก *B. latifrons* ตามสูตรของแสน (2529) ดังรายละเอียดในตารางที่ 1 ชั่งน้ำหนักวัสดุและสารเคมีตามตารางก่อนการผสม เตรียมข้าวโพดและกล้วยน้ำว้าที่ปอกเปลือกแล้ว มาหั่นให้เป็นชิ้นขนาดเล็ก นำทิชชูมาแช่น้ำให้ชุ่ม และฉีกออกเป็นชิ้นขนาดล็ก เพื่อง่ายต่อการผสมกับวัสดุอื่นๆ จากนั้นนำส่วนผสมต่างๆ ปั่นด้วยเครื่องปั่น เริ่มจากใส่ข้าวโพด กล้วยน้ำว้า ทิชชูและน้ำตามลำดับ เป็นเวลา 60 วินาที เติมน้ำตาลทราย Brewer’s yeast Hydrochloric acid และ Sodium benzoate ลงไปในเครื่องปั่น ปั่นจนเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นบรรจุอาหารเทียมลงในกล่องพลาสติกขนาด 16.50 × 23.50 × 9.50 เซนติเมตร ที่มีฝาปิดมิดชิด พร้อมบันทึกวันที่เตรียมและนำไปเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 2-5 องศาเซลเซียส

4. หลังจากที่ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ในผลมะเขือยาว ปล่อยให้ตัวหนอนที่ฟักออกมาอยู่ภายในผลมะเขือยาว 1-2 วัน จากนั้นนำหนอนแมลงวันในผลมะเขือยาวไปเลี้ยงด้วยอาหารเทียม โดยนำมะเขือยาวมาแบ่งครึ่งและวางคว่ำบนอาหารเทียมในกล่องพลาสติกขนาด 16.50 × 23.50 × 9.50 เซนติเมตร ด้านฝากล่องเจาะรูและบุด้วยผ้ามุ้งสีขาวเพื่อระบายอากาศ โดยมีอาหารเทียมรองก้นกล่องประมาณ 250 กรัม สูงประมาณ 2 เซนติเมตร (ภาพที่ 13)

ตารางที่ 1 ชนิด และปริมาณของวัสดุ และสารเคมีที่ใช้ทำอาหารเทียมเพื่อเลี้ยงหนอนแมลงวันพริก

ชนิดวัสดุ/สารเคมี	ปริมาณ
ข้าวโพด	150.0 กรัม
กล้วยน้ำว้า	150.0 กรัม
ทิชชูหยาบ	30.0 กรัม
น้ำตาลทราย	30.0 กรัม
Brewer’s yeast	30.0 กรัม
Sodium benzoate	0.6 กรัม
Hydrochloric acid	6.0 มิลลิลิตร
น้ำ	300.0 มิลลิลิตร

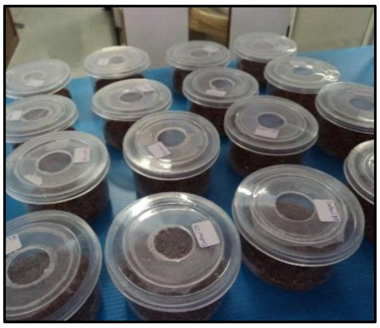
ที่มา : แสน (2529)

ภาพที่ 13 ลักษณะการวางผลมะเขือยาวที่แมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ได้วางไข่แล้วบนอาหารเทียม

5. เพาะเลี้ยงตัวหนอนจนมีอายุประมาณ 8-10 วัน นำอาหารเทียมที่มีหนอนแมลงวันเจริญอยู่ใส่ในจานแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร และวางลงในกล่องพลาสติกขนาด 16.50 × 23.50 × 9.50 เซนติเมตร ด้านบนฝากล่องเจาะรูและบุด้วยผ้ามุ้งสีขาวป้องกันแมลงหลบหนีและเพื่อระบายอากาศ ส่วนก้นกล่องรองด้วยขี้เลื่อยอบฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สูงประมาณ 3 เซนติเมตร เมื่อตัวหนอนดีดตัวลงไปเข้าดักแด้ภายในขี้เลื่อย จึงใช้ตะแกรงร่อนเบอร์ 20 ร่อนดักแด้ออกจากขี้เลื่อย แล้วย้ายดักแด้ไปไว้ในกรงเลี้ยงแมลงผ้ามุ้งสีขาวขนาด 30 × 30 × 30 เซนติเมตร ซึ่งภายในมีอาหารตัวเต็มวัย ประกอบด้วยน้ำตาลก้อน ยีสต์ และฟองน้ำชุบน้ำเปล่า รอจนดักแด้ฟักเป็นตัวเต็มวัยรุ่นที่ 1 (F1) เพื่อนำไปศึกษาหรือนำไปเลี้ยงเพิ่มปริมาณตามขั้นตอนข้างต้นต่อไป

3. การศึกษาผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อการตายและการเกิดโรคของแมลงวันพริก*Bactrocera latifrons* (Hendel) ในระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัยในสภาพห้องปฏิบัติการ

การทดสอบในระยะตัวหนอน นำตัวหนอนแมลงวันพริกวัยที่ 3 หลังฟักจากไข่ประมาณ 8 วัน) ซึ่งลำตัวมีสีเหลือง มีขนาดลำตัวยาวประมาณ 6-7 มิลลิเมตร และมีพฤติกรรมของการดีดตัว จำนวน 10 ตัว/ซ้ำ ใส่ในกล่องพลาสติกกลมใส กว้าง × ยาว × สูง เท่ากับ 10 × 10 ×10 เซนติเมตร บริเวณฝากล่องด้านบนเจาะรูและบุด้วยผ้ามุ้งเพื่อระบายอากาศ บรรจุดินร่วนที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วย autoclave จำนวน 2 ครั้ง แล้วนำมาอบต่อด้วยความร้อนแห้งด้วยเครื่อง hot air oven ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อให้ดินแห้งสนิทจำนวน 100 กรัม ราดด้วยสปอร์แขวนลอยเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ที่ความหนาแน่น 1×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 10 มิลลิลิตร คนดินให้เข้ากัน เพื่อให้สปอร์เชื้อรากระจายทั่วดิน จะได้ดินที่มีความหนาแน่นของสปอร์ 1×10^8 สปอร์ต่อน้ำหนักดิน 1 กรัม จากนั้นนำตัวหนอนใส่เข้าไปในภายในกล่อง (ภาพที่ 14) สำหรับชุดควบคุมใช้วิธีเดียวกันแต่เปลี่ยนจากเชื้อราเป็นน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อทำจำนวน 30 ซ้ำ

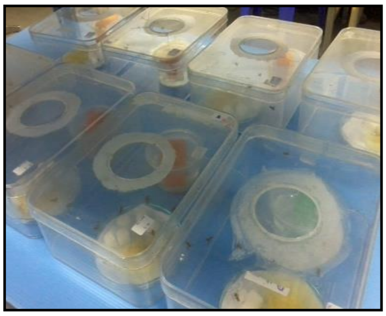


ภาพที่ 14 ทดสอบผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ในระยะตัวหนอน

การทดสอบในระยะดักแด้ นำดักแด้แมลงวันอายุ 3 วัน ของแมลงวันพริกจำนวน 10 ดักแด้/ซ้ำ ใส่ในกล่องพลาสติกกลมใสขนาด 10 × 10 × 10 เซนติเมตร บริเวณฝากล่องด้านบนเจาะรูและบุด้วยผ้ามุ้งเพื่อระบายอากาศ บรรจุดินร่วนที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วย autoclave จำนวน 2 ครั้ง แล้วนำมาอบต่อด้วยความร้อนแห้งด้วยเครื่อง hot air oven ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อให้ดินแห้งสนิทจำนวน 100 กรัม จากนั้นกลบดินให้ทับดักแด้หนาประมาณ 1 เซนติเมตร ราดด้วยสปอร์แขวนลอยเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ที่ความหนาแน่น 1×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 10 มิลลิลิตร (ภาพที่ 15) สำหรับชุดควบคุมใช้วิธีเดียวกันแต่เปลี่ยนจากเชื้อราเป็นน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ทำจำนวน 20 ซ้ำ

ภาพที่ 15 การวางดักแด้แมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) บนดินทดสอบ

การทดสอบในระยะตัวเต็มวัย นำตัวเต็มวัยของแมลงวันพริกเพศผู้และเพศเมียอายุ 10 วัน จำนวนอย่างละ 5 ตัว/ซ้ำ คลุกด้วยสปอร์แขวนลอยเชื้อราที่ความหนาแน่นสปอร์ 1×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร โดยนำแมลงวันพริกใส่ในขวดแก้วทรงกลมขนาด 5 × 9 เซนติเมตรที่ภายในบรรจุสปอร์แขวนลอยเชื้อราปริมาตร 1 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 นาที แล้วนำไปใส่รวมกันในกล่องพลาสติกใสขนาด 15 × 25 × 10 เซนติเมตร บริเวณฝากล่องเจาะรูและบุด้วยผ้ามุ้งเพื่อระบายอากาศ (ภาพที่ 16) ภายในกล่องจัดเตรียมน้ำตาลก้อน ยีสต์ และฟองน้ำชุบน้ำเปล่าเป็นแหล่งอาหารสำหรับแมลง สำหรับชุดควบคุมใช้วิธีเดียวกันแต่เปลี่ยนจากเชื้อราเป็นน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ทำจำนวน 20 ซ้ำ



ภาพที่ 16 ทดสอบผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ในระยะตัวเต็มวัย

บันทึกจำนวนหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย แมลงวันพริกที่ถูกเชื้อราเข้าทำลาย จากนั้นนำผลไปคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เปอร์เซ็นต์เชื้อราปกคลุม เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Independent - samples *t* test ของแมลงวันพริกแต่ละระยะกับชุดควบคุม

สำหรับแมลงที่ตายนำไปวางในจาน Petri dish ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตรที่รองด้วยกระดาษกรอง (Whatman® # 1) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ และเพิ่มความชื้นด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 7 วันจนปรากฏสปอร์เชื้อราบนซากของแมลงโดยดูจากเส้นใยของเชื้อราที่งอกออกมาบริเวณรอบๆแมลงจนสปอร์มีสีเขียว และนำสปอร์เชื้อราบนซากของแมลงมาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อยืนยันการตายของแมลงว่ามีสาเหตุการตายจากเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02

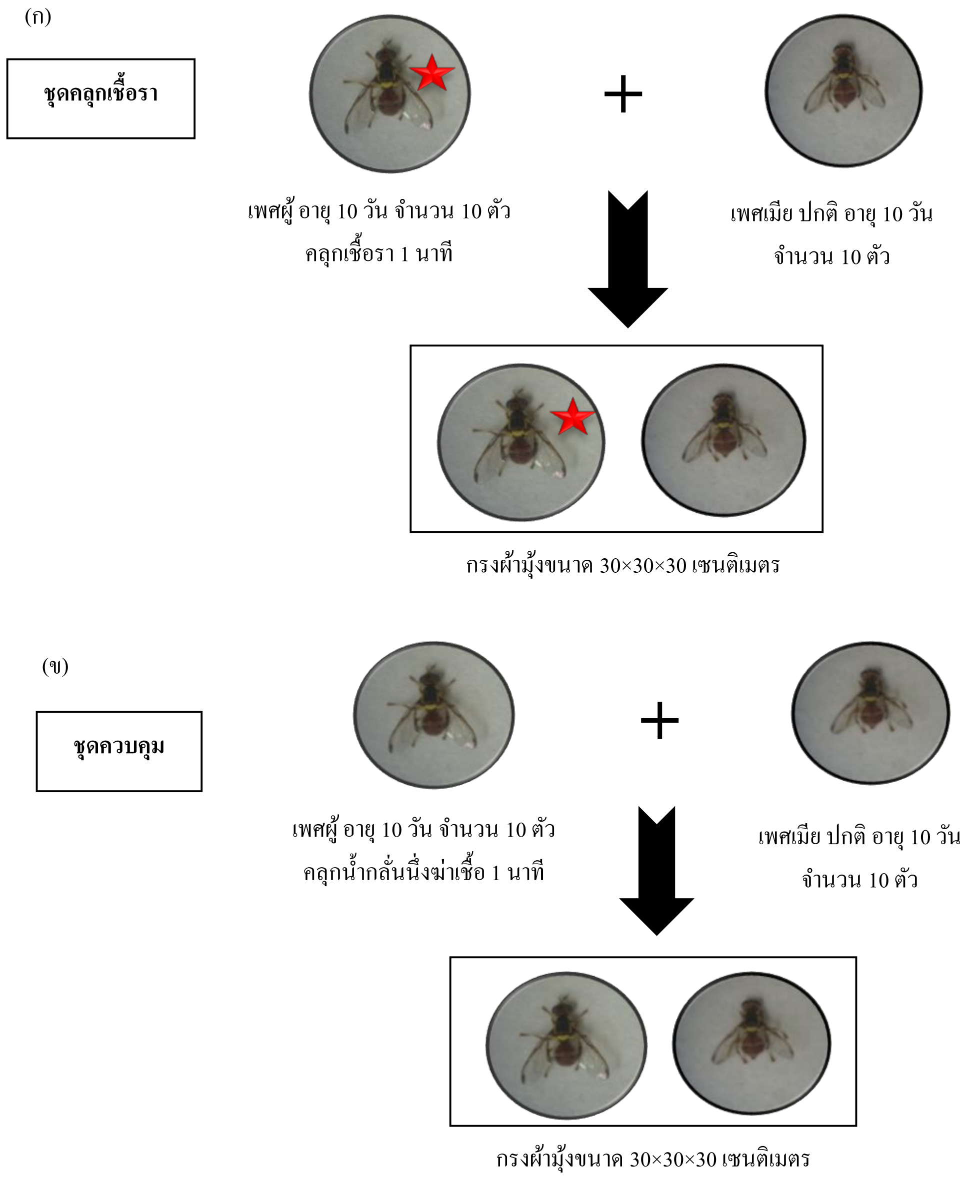
4. การศึกษาผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อการตายและเปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ และการตายหลังการจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ในสภาพห้องปฏิบัติการ

นำแมลงวันพริกเพศผู้อายุ 10 วันที่ยังไม่ได้รับการผสมพันธุ์จำนวน 10 ตัว มาคลุกกับสปอร์แขวนลอยของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ที่ความหนาแน่น 1×10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตรปริมาตร 1 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 นาที โดยคลุกภายในขวดแก้วทรงกลมขนาด 5×9 เซนติเมตร จากนั้นนำไปปล่อยในกรงผ้ามุ้งขนาด $30 \times 30 \times 30$ เซนติเมตร แล้วนำแมลงวันพริกเพศเมียอายุ 10 วันที่ยังไม่ได้รับการผสมพันธุ์จำนวน 10 ตัว และยังไม่ได้คลุกสปอร์แขวนลอยของเชื้อ

ราใส่เข้าไปในกรงเดียวกัน สำหรับชุดควบคุมใช้วิธีเดียวกันแต่เปลี่ยนจากเชื้อราเป็นน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ แผนผังการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 17

สังเกตการจับคู่ผสมพันธุ์กันของแมลงวันพริกในช่วงเวลา 18.00 -21.00 น. (นริศ และคณะ, 2554; สัญญานีและคณะ, 2551) ทุกวันหลังจากเริ่มปล่อยแมลงเข้ากรง บันทึกจำนวนแมลงวันพริกที่จับคู่ผสมพันธุ์ แมลงวันพริกที่ผสมพันธุ์กันอย่างสมบูรณ์ต้องจับคู่กันนานมากกว่า 10 นาที (ภาพที่ 18) (Dimbi *et al.,* 2009)

ทดสอบความแปรปรวนของการจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันพริกโดยใช้สถิติ Independent - samples *t* test ความแตกต่างของกลุ่ม นอกจากนี้บันทึกจำนวนการตายของแมลงวันพริกของแต่ละกรงทุกวันเป็นระยะเวลา 15 วัน นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยการรอดชีวิต (average survival time, AST) ทำจำนวน 10 ซ้ำ สำหรับแมลงที่ตายนำไปวางในจานแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตรที่รองด้วยกระดาษกรอง (Whatman® # 1) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ชื้น และเพิ่มความชื้นด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 7 วันจนปรากฏสปอร์เชื้อราบนซากของแมลงโดยดูจากเส้นใยของเชื้อราที่งอกออกมาปริเวณรอบๆแมลงจนสปอร์มีสีเขียว และนำสปอร์เชื้อราบนซากของแมลงมาตรวจใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อยืนยันการตายของแมลงว่ามีสาเหตุการตายจากเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02



ภาพที่ 17 แผนผังการทดลองผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อการผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ในสภาพห้อง ห้องปฏิบัติการ (ก) ชุดคลุกเชื้อรา (ข) ชุดควบคุม

ภาพที่ 18 ลักษณะการจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) โดยเพศผู้อยู่ด้านบนของเพศเมีย

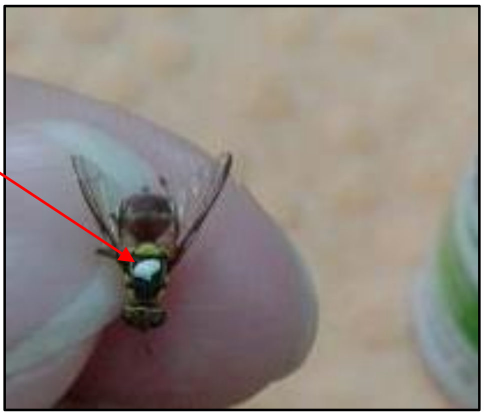
5. การศึกษาผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อการแข่งขันผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้ที่ได้รับเชื้อรากับแมลงวันเพศผู้ปกติในสภาพห้องปฏิบัติการ

นำแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้อายุ 10 วันที่ยังไม่ได้รับการผสมพันธุ์จำนวน 10 ตัว มาคลุกกับสปอร์แขวนลอยของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ที่ความหนาแน่น 1×10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 นาที โดยคลุกภายในขวดแก้วทรงกลมขนาด 5 × 9 เซนติเมตร แล้วนำไปปล่อยในกรงผ้ามุ้งขนาด 30 × 30 × 30 เซนติเมตร จากนั้นนำแมลงวันพริก อายุ 10 วัน ทั้งเพศผู้และเพศเมียจำนวน 10 คู่ ที่ยังไม่ได้รับการผสมพันธุ์และไม่ได้คลุกกับสปอร์แขวนลอยของเชื้อราใส่เข้าไปในกรงเดียวกัน โดยแต้มน้ำยาลบคำผิดสีขาวสูตรน้ำบริเวณด้านบนของอกปล้องกลาง (ภาพที่ 19) ของแมลงวันพริกเพศผู้อายุ 10 วันที่ยังไม่ได้รับการผสมพันธุ์และไม่ได้คลุกสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา เพื่อแยกความแตกต่างกับแมลงวันพริกเพศผู้ที่คลุกด้วยสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา (นริศและคณะ, 2554) สำหรับชุดควบคุมใช้วิธีเดียวกันแต่เปลี่ยนจากเชื้อราเป็นน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ แผนผังการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 20

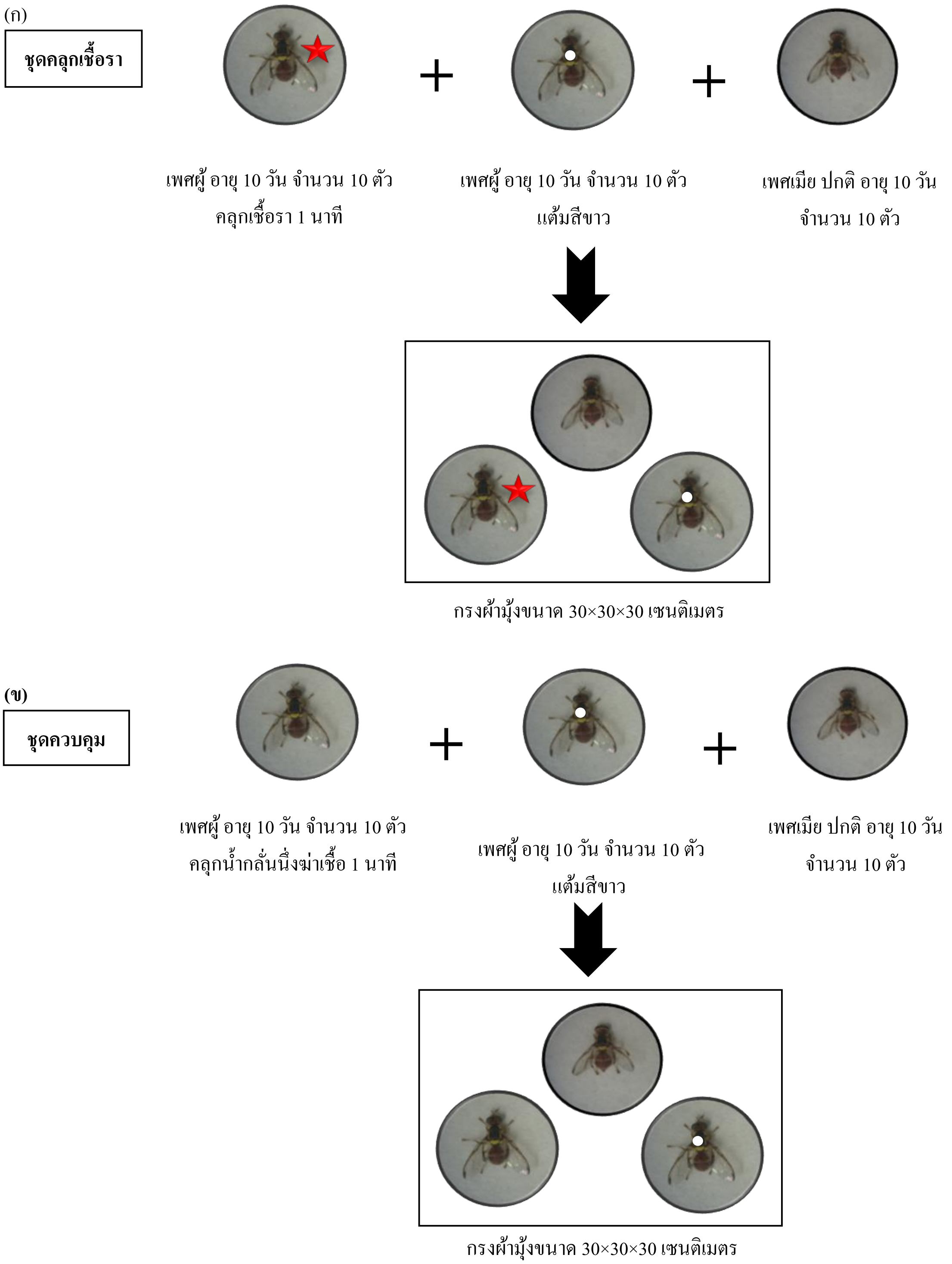
สังเกตการจับคู่ผสมพันธุ์กันของแมลงวันพริกในช่วงเวลา 18.00 – 21.00 น. ทุกวันหลังจากเริ่มปล่อยแมลงเข้ากรงเป็นเวลา 6 วัน บันทึกจำนวนแมลงวันพริกที่จับคู่ผสมพันธุ์กันแมลงวันพริกที่ถูกนับว่าผสมพันธุ์กันต้องจับคู่กันนานเป็นเวลานานกว่า 10 นาทีถึงถือว่าผสมพันธุ์กันอย่างสมบูรณ์ (Dimbi *et al.*, 2009)

ทดสอบความแปรปรวนของการแข่งขันจับคู่ผสมพันธุ์ในกรงที่คลุกเชื้อราของแมลงวันพริกเพศผู้ที่คลุกเชื้อรากับแมลงวันพริกเพศผู้ปกติ และกรงที่คลุกด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อของแมลงวันพริกเพศผู้ที่แต้มสีกับแมลงวันพริกเพศผู้ที่ไม่ได้แต้มสี โดยใช้สถิติ Independent - samples *t* test นอกจากนี้บันทึกจำนวนการตายของแมลงวันพริกของแต่ละกรงทุกวันเป็นระยะเวลา 15 วัน นำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การตายของแมลง และเปรียบเทียบระหว่างแมลงที่ได้รับกับที่ไม่ได้รับเชื้อรา ทำจำนวน 10 ซ้ำ สำหรับแมลงที่ตายนำไปวางในจานแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตรที่รองด้วยกระดาษกรอง (Whatman® # 1) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ชื้น และเพิ่มความชื้นด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 7 วันจนปรากฏสปอร์เชื้อราบนซากของแมลง โดยดูจากเส้นใยของเชื้อราที่งอกออกมาบริเวณรอบๆแมลงจนสปอร์มีสีเขียว และนำสปอร์เชื้อราบนซากของแมลงมาตรวจใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อยืนยันการตายของแมลงว่ามีสาเหตุการตายจากเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02

บริเวณที่แต้มสี



ภาพที่ 19 การแต้มสีบริเวณอกส่วนกลางด้านบนของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้ที่ปกติ



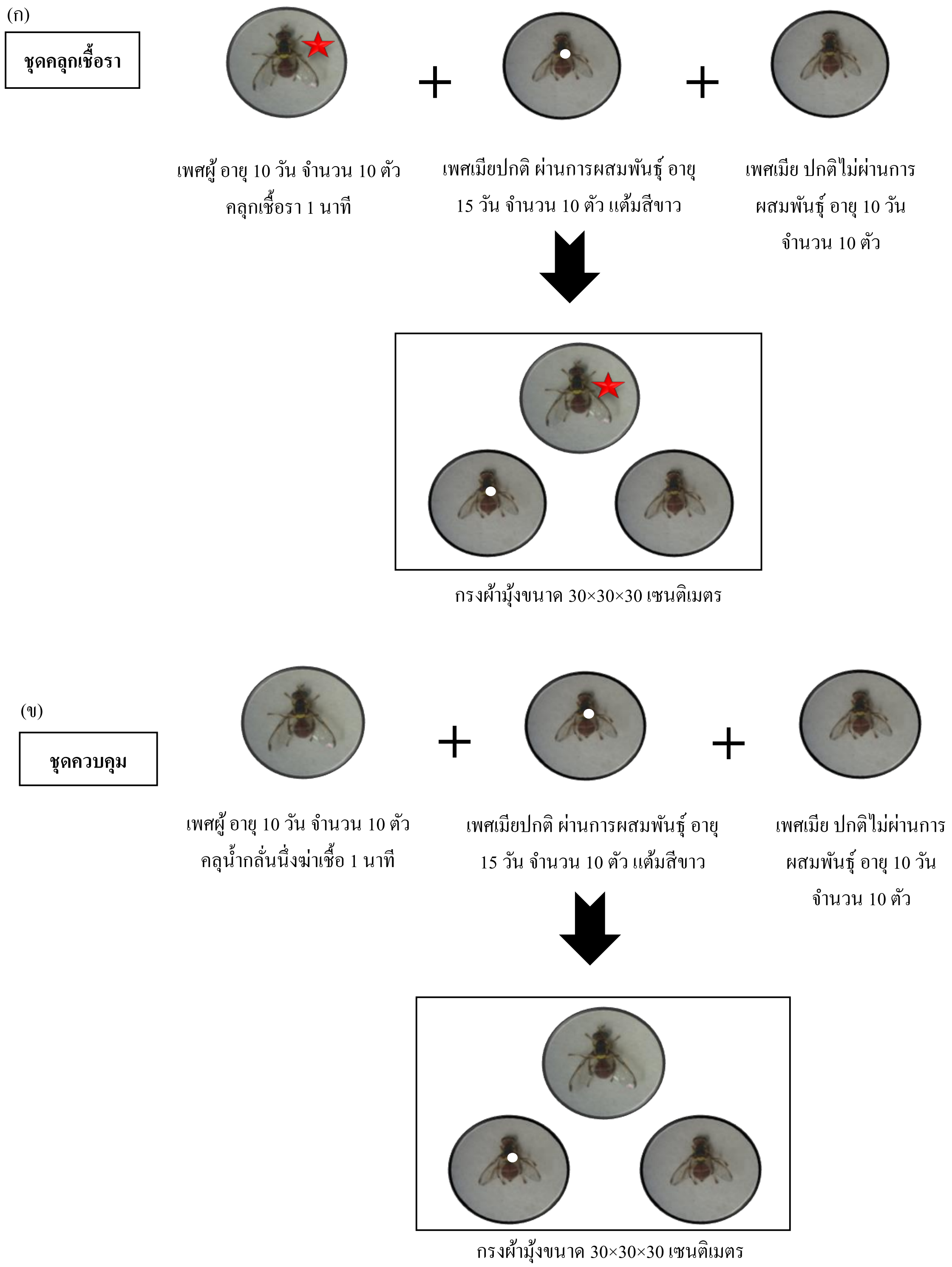
ภาพที่ 20 แผนผังการทดลองผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อการแข่งขันผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้ที่ได้รับเชื้อรากับแมลงวันเพศผู้ปกติในสภาพห้องปฏิบัติการ (ก) ชุดคลุกเชื้อรา (ข) ชุดควบคุม

6. การศึกษาการถ่ายทอดเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราไปสู่เพศเมียสถานะต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

นำแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศเมียที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการอายุ 10 วันที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์และอายุ 15 วัน ที่ผ่านการผสมพันธุ์มาแล้วและพร้อมวางไข่ สำหรับแมลงวันพริกเพศเมียที่ผ่านการผสมพันธุ์และพร้อมวางไข่ สังเกตจากส่วนท้องมีขนาดขยายใหญ่และมีสีขาวขุ่น เมื่อตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo microscope พบว่าภายในมีการพัฒนาการของไข่ที่สมบูรณ์ จำนวนกลุ่มละ 10 ตัวแยกใส่กรงเลี้ยงแมลงขนาด $30 \times 30 \times 30$ เซนติเมตร จากนั้นนำแมลงวันพริกเพศผู้ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการและยังไม่ผ่านการผสมพันธุ์มาก่อนอายุ 10 วัน จำนวน 10 ตัว คลุกด้วยสปอร์แขวนลอยเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ที่ความหนาแน่นสปอร์ 1×10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร โดยคลุกในขวดแก้วทรงกลมเป็นเวลา 1 นาที แล้วใส่เข้าไปในกรงที่มีแมลงวันพริกเพศเมียทั้งสองกลุ่มดังกล่าว (ที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์และผ่านการผสมพันธุ์มาแล้วและพร้อมวางไข่) สำหรับชุดควบคุมใช้วิธีเดียวกันแต่เปลี่ยนจากเชื้อราเป็นน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อแผนผังการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 21

สังเกตการจับคู่ผสมพันธุ์กันของแมลงวันพริกช่วงเวลา 18.00 – 21.00 น. ทุกวันหลังจากเริ่มปล่อยแมลงเข้ากรง บันทึกจำนวนแมลงวันผลไม้ที่จับคู่ผสมพันธุ์กัน แมลงวันพริกที่ถูกนับว่าผสมพันธุ์กันต้องจับคู่กันนานเป็นเวลานานกว่า 10 นาทีถึงถือว่าผสมพันธุ์กันอย่างสมบูรณ์ (Dimbi *et al*., 2009)

บันทึกผลการทดลองและวิเคราะห์ผลทางสถิติทำเช่นเดียวกับในการศึกษาผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อการแข่งขันผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel)



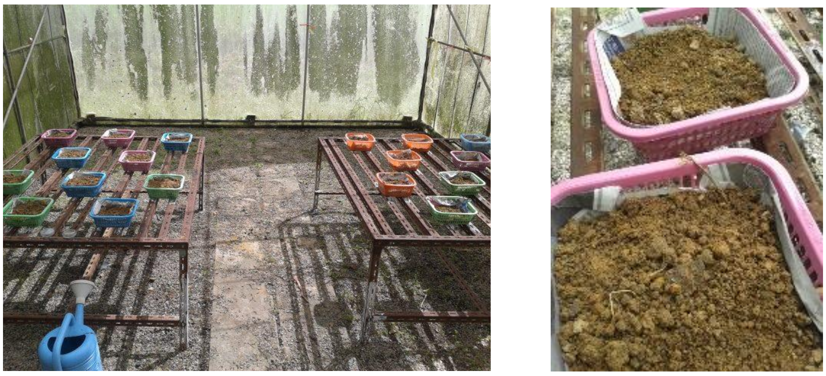
ภาพที่ 21 แผนผังการทดลองผลของการถ่ายทอดเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราไปสู่เพศเมียสถานะต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ (ก) ชุดคลุกเชื้อรา (ข) ชุดควบคุม

7. การศึกษาการใช้เชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ควบคุมแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ในเรือนทดลอง

7.1 การใช้เชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ควบคุมดักแด้แมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ในเรือนทดลอง

นำชั้นเหล็กโปร่งขนาด 120 × 150 × 46 เซนติเมตร (ภาพที่ 22 ก) วางไว้ในกรงเหล็กมุ้งตาข่ายทดลอง กว้าง × ยาว × สูงเท่ากับ 4 × 4 × 2.50 เมตร เตรียมสปอร์แขวนลอยเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ที่ความหนาแน่นสปอร์ 1×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร จำนวน 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นนำตะกร้าพลาสติกขนาด 20 × 20 × 8.50 เซนติเมตร รองก้นด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ บรรจุดินร่วนให้มีความหนาประมาณ 3 เซนติเมตร นำดักแด้แมลงวันพริก *B. latifrons* อายุ 3 วันที่เตรียมในห้องปฏิบัติการจำนวน 100 ดักแด้ วางกระจายลงบนดินภายในตะกร้า (ภาพที่ 22 ข) จากนั้นกลบดินให้ทับดักแด้หนาประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วราดสปอร์แขวนลอยเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ให้ทั่วตะกร้า ครอบด้วยกล่องดำที่ทำจากฟิวเจอร์บอร์ดขนาด 30 × 30 × 30 เซนติเมตร บริเวณด้านบนกล่องดำเจาะรูและนำกล่องพลาสติกใสขนาด 20 × 10 × 17 เซนติเมตร มาคว่ำบริเวณที่เจาะรูไว้ เพื่อให้ตัวเต็มวัยของแมลงวันพริกที่ออกมาจากดักแด้เข้ามาอยู่ในกล่องดังกล่าว (ภาพที่ 23 ก และ ข) สำหรับชุดควบคุมใช้วิธีเดียวกันแต่เปลี่ยนจากเชื้อราเป็นน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ

บันทึกจำนวนแมลงที่รอดชีวิตทุกวัน แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต ทำจำนวน 10 ซ้ำ สำหรับซากแมลงที่ตายนำไปวางในจานแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตรที่รองด้วยกระดาษกรอง (Whatman® # 1) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ชื้นและเพิ่มความชื้นด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ และเพิ่มความชื้นด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 7 วันจนปรากฏสปอร์เชื้อราบนซากของแมลง โดยดูจากเส้นใยของเชื้อราที่งอกออกมาปริเวณรอบๆแมลงจนสปอร์มีสีเขียว และนำสปอร์เชื้อราบนซากของแมลงมาตรวจใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อยืนยันการตายของแมลงว่ามีสาเหตุการตายจากเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02



(ก) **(ข)**

ภาพที่ 22 ชั้นเหล็กโปร่งที่นำมาวางตะกร้าทดลอง (ก) และตะกร้าที่ภายในบรรจุดินและดักแด้ (ข)

(ก) **(ข)**

ภาพที่ 23 กล่องดำที่เจาะรูด้านบน (ก) ลักษณะการวางกล่องดำบนชั้นเหล็ก (ข)

7.2 การใช้เชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ควบคุมตัวเต็มวัยแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ในเรือนทดลอง

เพาะเมล็ดพริกพันธุ์พริกหนุ่มเขียวลูกผสม จอมทอง 2 ตราศรแดง (ภาพที่ 24) ลงในกระบะเพาะเมล็ดขนาด 72 หลุม เมื่อต้นกล้าอายุ 25 วัน ย้ายลงในถังพลาสติกสีดำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 นิ้ว (ภาพที่ 25) จำนวน 80 ต้น ดูแลรักษาต้นพริกให้ออกผลพริกจนมีขนาดพร้อมวางไข่ คือต้นพริกมีอายุประมาณ 100 วัน นับจากเริ่มเพาะเมล็ดจนถึงระยะติดผลพร้อมทดลอง (ภาพที่ 26) ทำการทดลองในกรงเหล็กมุ้งไนล่อนตาข่ายสีขาวขนาด $2 \times 2 \times 2.50$ เมตร จำนวน 4 กรง (ภาพที่ 27) แต่ละกรงใส่ต้นพริกจำนวน 20 ต้น

เตรียมแมลงวันพริกเพศเมียอายุ 15 วันที่ผ่านการผสมพันธุ์และพร้อมวางไข่ จำนวน 100 ตัว ใส่ในโรงเรือน จากนั้นนำแมลงวันพริกเพศผู้อายุ 10 วันจำนวน 200 ตัวที่ผ่านการคลุกด้วยสปอร์เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ที่ความหนาแน่นสปอร์ 1×10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร โดยนำตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันพริกใส่ในขวดแก้วทรงกลมที่ภายในบรรจุสปอร์แขวนลอยเชื้อราปริมาตร 1 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 นาที โดยแบ่งทำจำนวน 20 ตัวต่อขวด จำนวนทั้งหมด 10 ขวด แล้วนำไปปล่อยในโรงเรือน สำหรับชุดควบคุมใช้วิธีเดียวกันแต่เปลี่ยนจากเชื้อราเป็นน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ แผนผังการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 28

หลังจากปล่อยแมลงเป็นเวลา 1 วัน สุ่มเก็บผลพริกสดจากต้นพริกจำนวน 5 ผล/โรงเรือน เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำผลพริกไปบ่มในกล่องพลาสติกใสขนาด 20 × 10 × 17 เซนติเมตร (ภาพที่ 29) ที่รองใต้กล่องด้วยขี้เลื่อยผ่านการอบฆ่าเชื้อ สูงจากพื้นกล่อง 2.50 เซนติเมตร เพื่อให้ตัวหนอนออกมาเข้าดักแด้ บันทึกจำนวนดักแด้ ตัวเต็มวัยที่ออกจากดักแด้และสัดส่วนเพศ สำหรับการดำเนินการทดลองได้ทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ดำเนินการทดลอง 2 ซ้ำของโรงเรือนที่คลุกเชื้อราและโรงเรือนชุดควบคุม

เปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนดักแด้ จำนวนตัวเต็มวัย จำนวนดักแด้ที่ไม่ฟัก และจำนวนดักแด้ที่ถูกเชื้อราเข้าทำลายระหว่างโรงเรือนที่คลุกเชื้อราและโรงเรือนชุดควบคุม โดยใช้สถิติ Independent - samples *t* test ความแตกต่างของกลุ่ม

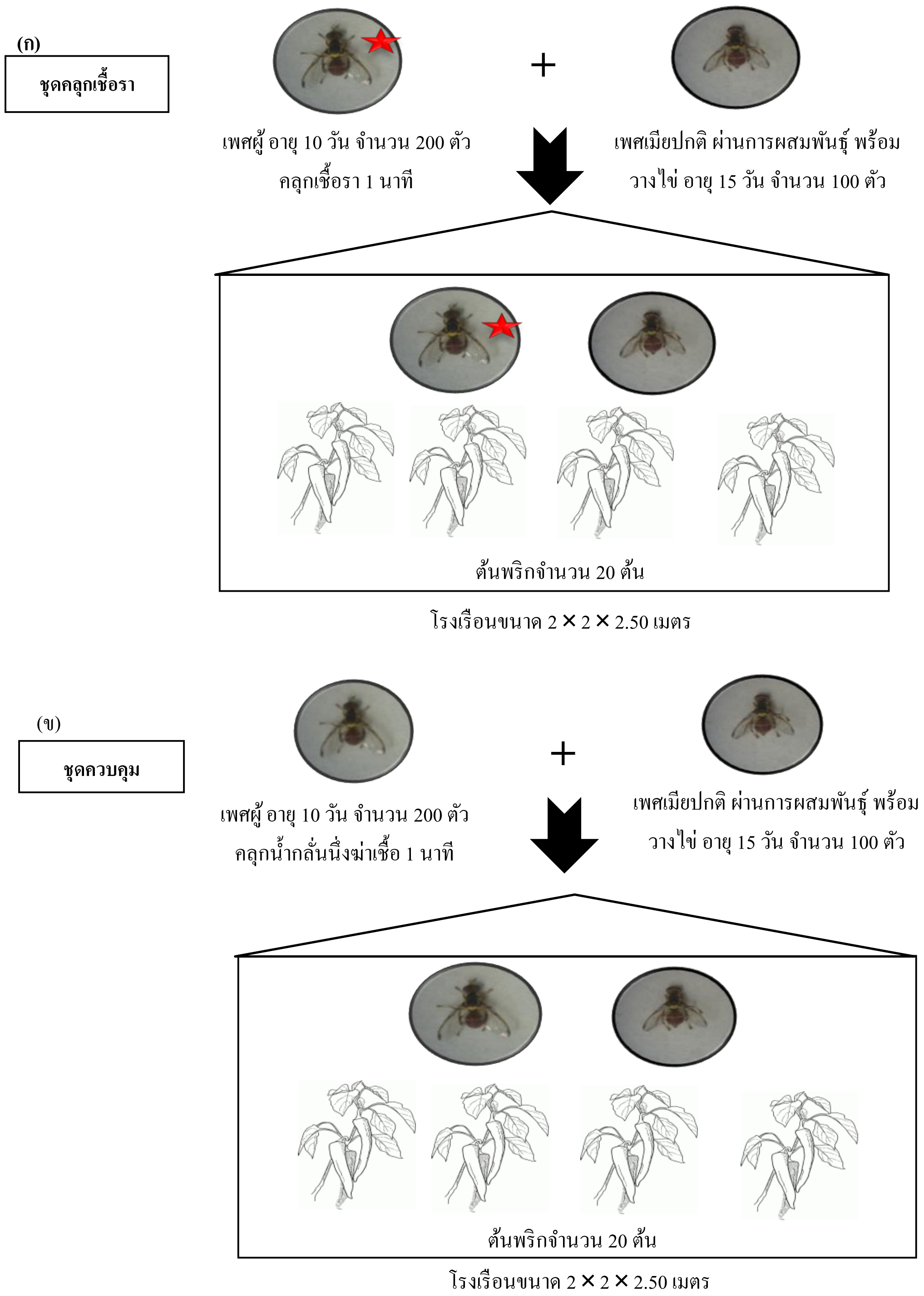
สำหรับแมลงที่ตายนำไปวางในจานแก้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตรที่รองด้วยกระดาษกรอง (Whatman® # 1) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ชื้นบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 7 วัน จนปรากฏสปอร์เชื้อราบนซากของแมลงโดยดูจากเส้นใยของเชื้อราที่งอกออกมาบริเวณรอบๆแมลงจนสปอร์มีสีเขียว และนำสปอร์เชื้อราบนซากของแมลงมาตรวจใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อยืนยันการตายของแมลงว่ามีสาเหตุการตายจากเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02

ภาพที่ 24 พันธุ์พริกหนุ่มเขียวลูกผสม จอมทอง 2 ตราศรแดง

ภาพที่ 25 ต้นกล้าพริก อายุ 25 วันหลังการเพาะเมล็ด

ภาพที่ 26 ต้นพริกที่ปลูก อายุ 75 วันหลังย้ายกล้า พร้อมใช้ในการทดสอบในสภาพโรงเรือน

ภาพที่ 27 โรงเรือนกรงเหล็กมุ้งไนล่อนตาข่ายสีขาวขนาด 2 × 2 × 2.50 เมตร



ภาพที่ 28 แผนผังการใช้เชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ควบคุมแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยในเรือนทดลอง (ก) ชุดคลุกเชื้อรา (ข) ชุดควบคุม

ภาพที่ 29 การบ่มผลพริกสดที่ได้จากการสุ่มเก็บจากโรงเรือนทดลอง

8. สถานที่ศึกษาวิจัย

ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และแปลงปลูกพืชภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

บทที่ 3

ผล และวิจารณ์

1. การศึกษาผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อการตายและการเกิดโรคของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ในระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย ในสภาพห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาผลของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ต่อแมลงวันพริก *B. latifrons* ที่ได้รับสปอร์เชื้อราที่ความหนาแน่น 1×10^8 สปอร์/มิลลิลิตร แมลงวันพริกที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและตาย (% pathogenicity) ในระยะตัวเต็มวัย สูงที่สุด คือ 100.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือระยะดักแด้ 72.50 ± 12.51 เปอร์เซ็นต์ และระยะตัวหนอน 64.67 ± 14.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในชุดควบคุมแมลงวันพริก *B. latifrons* เป็นปกติทั้งสามระยะการเจริญเติบโต (ตารางที่ 2)

เปอร์เซ็นต์ซากแมลงที่มีร่องรอยเข้าทำลายของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 โดยพบเส้นใยของเชื้อราขึ้นปกคลุม (% mycosis) พบได้ในซากของแมลงวันพริกระยะตัวเต็มวัยสูงที่สุด คือ 96.00 ± 5.03 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือระยะตัวหนอน 33.00 ± 11.49 เปอร์เซ็นต์ และระยะดักแด้ 24.50 ± 11.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนชุดควบคุมไม่พบเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของเชื้อราทุกระยะการเจริญเติบโต (ตารางที่ 2)

เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต (% survival) ของแมลงวันพริกในระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัยในแมลงวันพริก *B. latifrons* ที่ติดสปอร์เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ที่ความหนาแน่น 1×10^8 สปอร์/มิลลิลิตร ในระยะตัวเต็มวัยรอดชีวิตที่ต่ำที่สุด คือ 0 เปอร์เซ็นต์ ระยะดักแด้ 27.50 ± 12.51 เปอร์เซ็นต์ และระยะตัวหนอน 35.33 ± 14.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมของแมลงวันพริกปกติทั้งสามระยะการเจริญเติบโตมีค่า 100, 83.00 ± 14.55 และ 66.33 ± 9.64 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

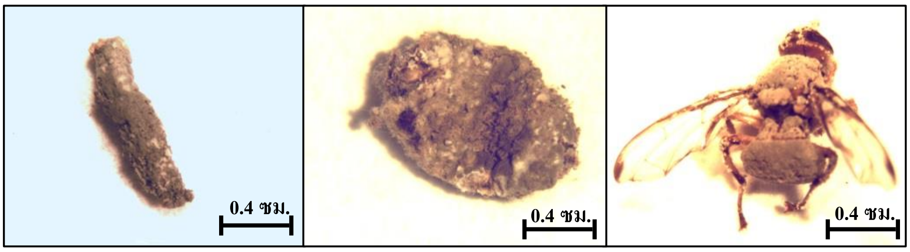
ตารางที่ 2 ผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 มีต่อระยะการเจริญต่างๆของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel)

ระยะของแมลง	ชุดทดสอบ	จำนวนแมลง	ค่าเฉลี่ย (mean ± SEM)[1/]		
			% การเกิดโรคและตาย	% เชื้อราปกคลุม[2/]	% การรอดชีวิต
ระยะหนอน	คลุกเชื้อรา	300	64.67 ± 14.08[a]	33.00 ± 11.49[a]	35.33 ± 14.08[b]
	ควบคุม	300	0.00 ± 0.00[b]	0.00 ± 0.00[b]	66.33 ± 9.64[a]
ระยะดักแด้	คลุกเชื้อรา	200	72.50 ± 12.51[a]	24.50 ± 11.91[a]	27.50 ± 12.51[b]
	ควบคุม	200	0.00 ± 0.00[b]	0.00 ± 0.00[b]	83.00 ± 14.55[a]
ระยะตัวเต็มวัย	คลุกเชื้อรา	200	100.00 ± 0.00[a]	96.00 ± 5.03[a]	0.00 ± 0.00[b]
	ควบคุม	200	0.00 ± 0.00[b]	0.00 ± 0.00[b]	100.00 ± 0.00[a]

[1/]ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยด้วยวิธี independent sample *t*-test (*P*>0.05) โดยเปรียบเทียบในแต่ละระยะของแมลงกับชุดควบคุม

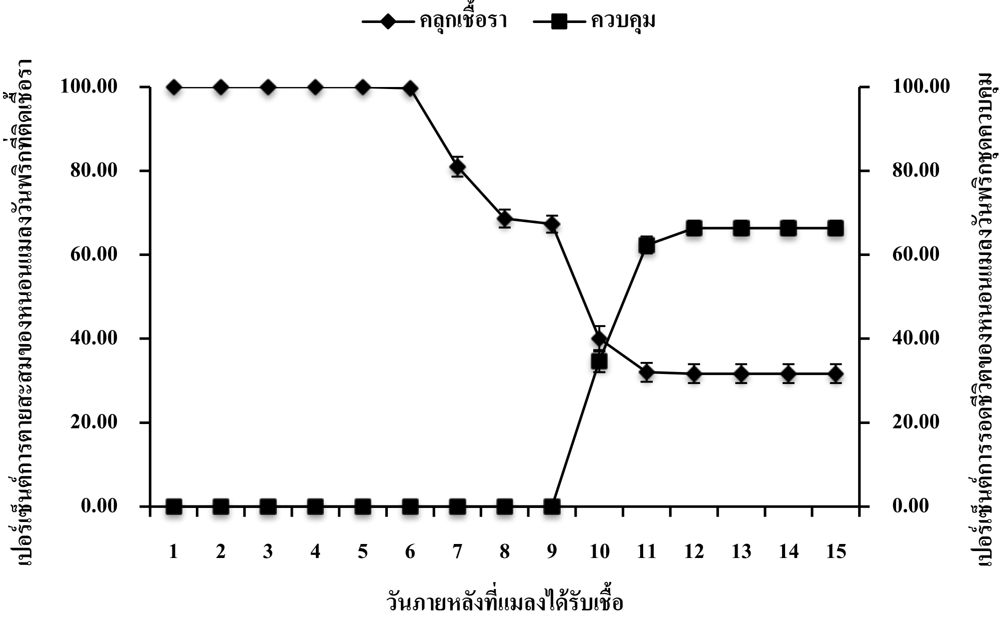
[2/]เปอร์เซ็นต์เชื้อราปกคลุมคำนวณฐานจากจำนวนแมลงที่เกิดโรคและตาย

ลักษณะของแมลงวันพริก *B. latifrons* ระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย ที่ถูกเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 เข้าทำลายได้แสดงไว้ในภาพที่ 30 สำหรับการรอดชีวิตของแมลงวันพริกที่ได้รับสปอร์เชื้อราที่ความหนาแน่น 1×10^8 สปอร์/มิลลิลิตร ในระยะตัวหนอนที่ติดมีอัตราการรอดชีวิตต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมของแมลงวันพริกปกติ (ภาพที่ 31) ในดักแด้ที่ได้รับเชื้อรามีการรอดชีวิตจากระยะดักแด้เข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมของแมลงวันพริกปกติ (ภาพที่ 32) สำหรับในระยะตัวเต็มวัยแมลงวันพริกที่ได้รับสปอร์เชื้อรามีเปอร์เซ็นต์การตายสะสมที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแมลงในชุดควบคุม (ภาพที่ 33)

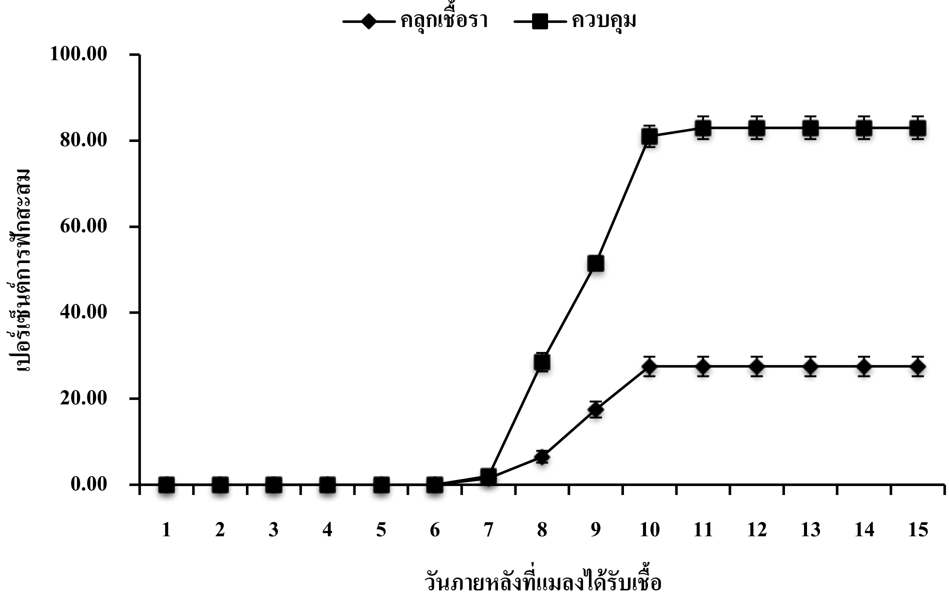


(ก) (ข) (ค)

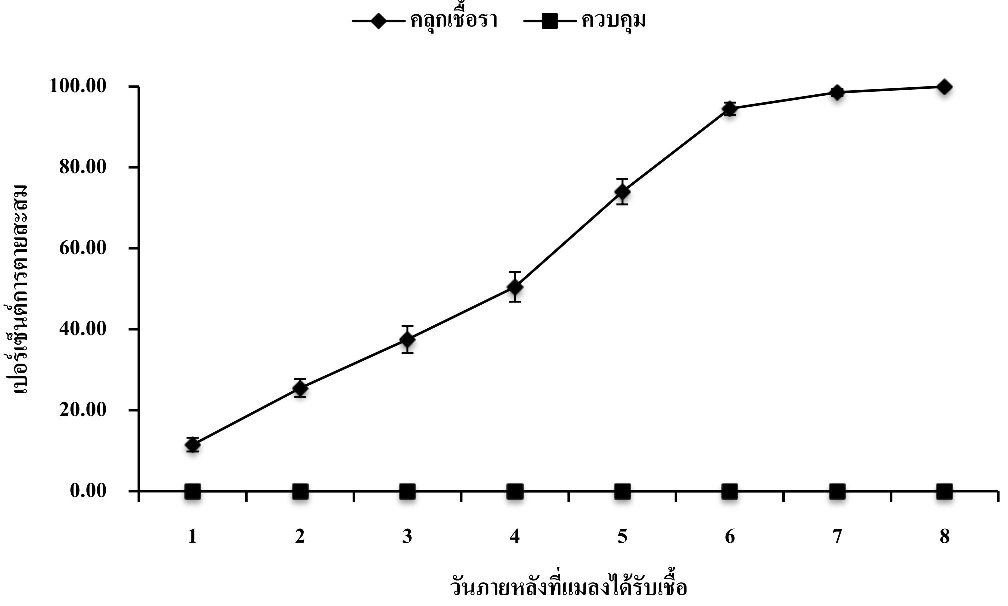
ภาพที่ 30 ลักษณะของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ซากตัวหนอน (ก) ซากดักแด้ (ข) และซากตัวเต็มวัย (ค) ที่ถูกเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 เข้าทำลาย



ภาพที่ 31 ผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อเปอร์เซ็นต์การตายและการรอดชีวิต (mean ± SEM) ของตัวหนอนแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เปรียบเทียบกับแมลงวันพริกที่ไม่ได้รับเชื้อราของชุดควบคุม



ภาพที่ 32 เปอร์เซ็นต์การฟักสะสมเป็นตัวเต็มวัย (mean ± SEM) ของดักแด้แมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 เปรียบเทียบกับดักแด้แมลงวันพริกที่ไม่ได้รับเชื้อราของชุดควบคุม



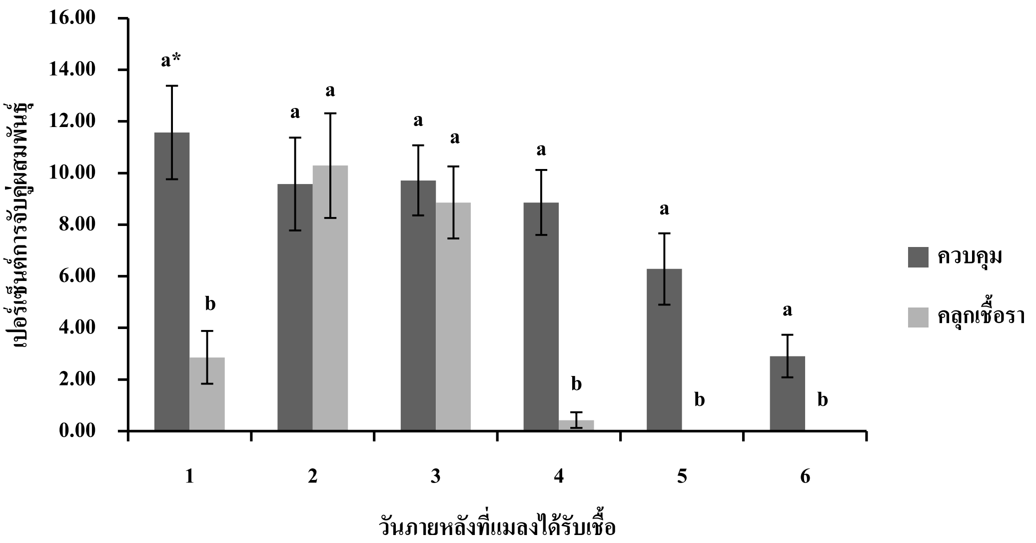
ภาพที่ 33 เปอร์เซ็นต์การตายสะสม (mean ± SEM) ของตัวเต็มวัยแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 เปรียบเทียบกับแมลงวันพริกตัวเต็มวัยที่ไม่ได้รับเชื้อราในชุดควบคุม

จากผลการทดสอบเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ต่อแมลงวันพริก *B. latifrons* ในระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัยภายในห้องปฏิบัติการมีความสอดคล้องกับรายงานของ Ricardo และคณะ (2005) ที่ทดสอบเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* สายพันธุ์ E9 ที่แยกได้จากตัวอ่อนของ *Deois flavopicta* (Hemiptera : Cercopidae) ในการควบคุมแมลงวันผลไม้ *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) ในระยะตัวหนอน โดยทำการทดสอบภายในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ (autoclaved soil) และดินที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ (non-autoclaved soil) พบว่าเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* สายพันธุ์ E9 สามารถทำให้แมลงวัน *A. fraterculus* ระยะตัวหนอนที่ทดสอบภายในดินทั้ง 2 แบบตายได้ โดยมีค่า LC_{50} ที่ 8.44 x10^9 และ 12.23 x10^9 สปอร์/กรัม ตามลำดับ โดยอัตราการเกิดโรคแมลงสูงที่สุดในดินทั้ง 2 แบบ คือ 94.70 เปอร์เซ็นต์ และ 94.06 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มใกล้เคียงกับ Bahiense และคณะ (2006) ที่กล่าวว่าประสิทธิภาพของ *M. anisopliae* var *acridum* ในระดับความเข้มข้น ที่ 1x10^8 สปอร์/มิลลิลิตร สามารถควบคุมแมลงวัน *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva) (Diptera: Psychodidae) ในระยะตัวหนอน ได้ถึง 87 เปอร์เซ็นต์ ส่วน Amora และคณะ (2010) ได้ประเมินผลของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* var. *acridum* ที่ 5 ระดับความเข้มข้นคือ 1x10^4, 1x10^5, 1x10^6, 1x10^7 และ 1x10^8 สปอร์/มิลลิลิตร ในการควบคุมแมลงวัน *L. longipalpis* เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* var. *acridum* สามารถลดอัตราการฟักออกมาเป็นตัวเต็มวัยของระยะดักแด้ในแมลงวันชนิดดังกล่าวได้ถึง 40 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้ วัชระ (2557) ได้ทดสอบเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* กับแมลงวัน *B. cucurbitae* (Coquillett) กับระยะดักแด้ เชื้อราทำให้แมลงไม่สามารถฟักออกมาเป็นตัวเต็มวัยได้ถึง 44.17 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในระยะตัวเต็มวัย Quesada และคณะ (2008) ได้ทดสอบการปลูกเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* strain EAMa 01/58-Su ในแมลงวัน *Ceratitis capitata* (Wiedemann) เพศผู้และเพศเมียด้วยวิธีการพ่นเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* strain EAMa 01/58-Su ในรูปสปอร์แขวนลอยที่ความหนาแน่น 1x10^8 สปอร์/มิลลิลิตร พบอัตราการตายเฉลี่ยสะสมของแมลงวัน *C. capitata* ในระยะตัวเต็มวัย 100 เปอร์เซ็นต์ในเพศผู้และ 95 เปอร์เซ็นต์ในเพศเมีย สำหรับค่าเฉลี่ยการรอดชีวิต (Average Survival Time, AST) ของแมลงทั้งสองเพศเท่ากับ 8.30 และ 8.90 วัน ตามลำดับ

2. การศึกษาผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อการตายและเปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ และการตายหลังการจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ในสภาพห้องปฏิบัติการ

จากผลการศึกษาเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ต่อการผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *B. latifrons* ที่ได้รับสปอร์เชื้อราที่ความหนาแน่น 1×10^{6} สปอร์/มิลลิลิตร เชื้อรามีผลต่อการผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *B. latifrons* จากการสังเกตการจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *B. latifrons* จำนวน 6 วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ที่ได้รับเชื้อรามีแนวโน้มลดลง ในวันที่ 4 และ 5 ส่วนในวันที่ 6 ไม่พบอัตราการจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก เมื่อเปรียบเทียบกับแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ชุดควบคุม ที่คลุกด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์จนถึงวันที่ 6 ของการเฝ้าสังเกต (ภาพที่ 34)



ภาพที่ 34 เปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 (แถบสีเทา) และที่ไม่ได้รับเชื้อรา (แถบสีดำ)

* ภายในกราฟแท่งกลุ่มเดียวกันที่มีตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*P*>0.05) โดยเปรียบเทียบภายในวันเดียวกัน

จากการศึกษาค่าเฉลี่ยระยะเวลาการรอดชีวิต (Average Survival Time, AST) ของแมลงวันพริก *B. latifrons* ในกรงที่คลุกเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 แมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ที่ได้รับเชื้อรามีค่าเฉลี่ยระยะเวลาการรอดชีวิต (Average Survival Time, AST) ต่ำที่สุด คือ 4.36 ± 0.46 วัน และแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศเมียปกติที่อยู่ภายในกรงเดียวกันมีค่า AST เท่ากับ 5.58 ± 0.66 วัน (ตารางที่ 3) ส่วนกรงชุดควบคุมแมลงวันพริก *B. latifrons* ทั้งสองสถานะมีค่า AST ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าค่าเฉลี่ยการรอดชีวิต (Average Survival Time, AST) อยู่ระหว่าง 13.68 ± 0.09- 13.93 ± 0.13 วัน (ตารางที่ 3)

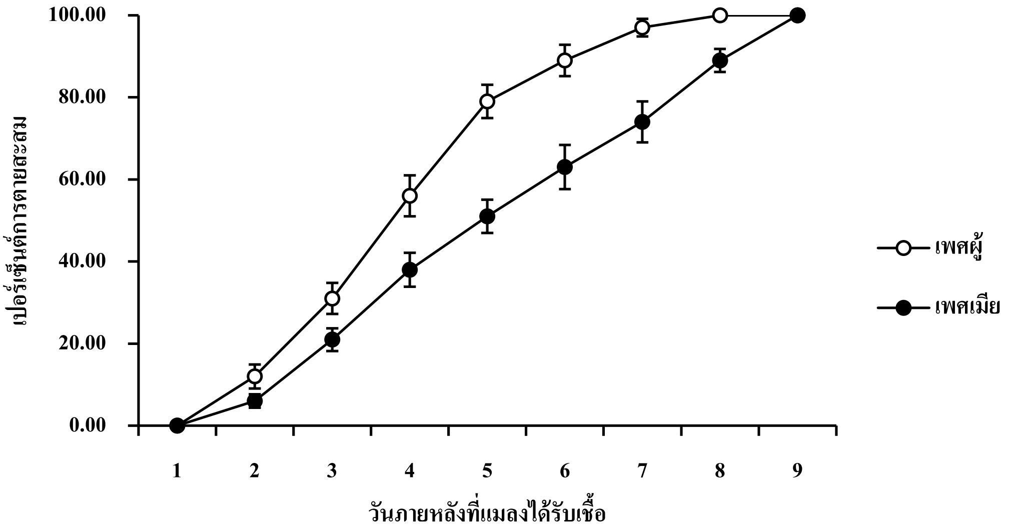
ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการรอดชีวิต (Average Survival Time, AST) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 และชุดควบคุม

กรงชุดทดสอบ	แมลง	ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการรอดชีวิต (AST) (วัน) (mean ± SEM)*	95% ช่วงความเชื่อมั่น	
			ต่ำ	สูง
กรงคลุกเชื้อ	เพศผู้ที่ได้รับเชื้อรา	4.36 ± 0.46[a]	4.06	4.66
	เพศเมียปกติ	5.58 ± 0.66[a]	5.16	6.00
กรงควบคุม	เพศผู้คลุกด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ	13.68 ± 0.09[b]	13.12	14.24
	เพศเมียปกติ	13.93 ± 0.13[b]	13.39	14.45

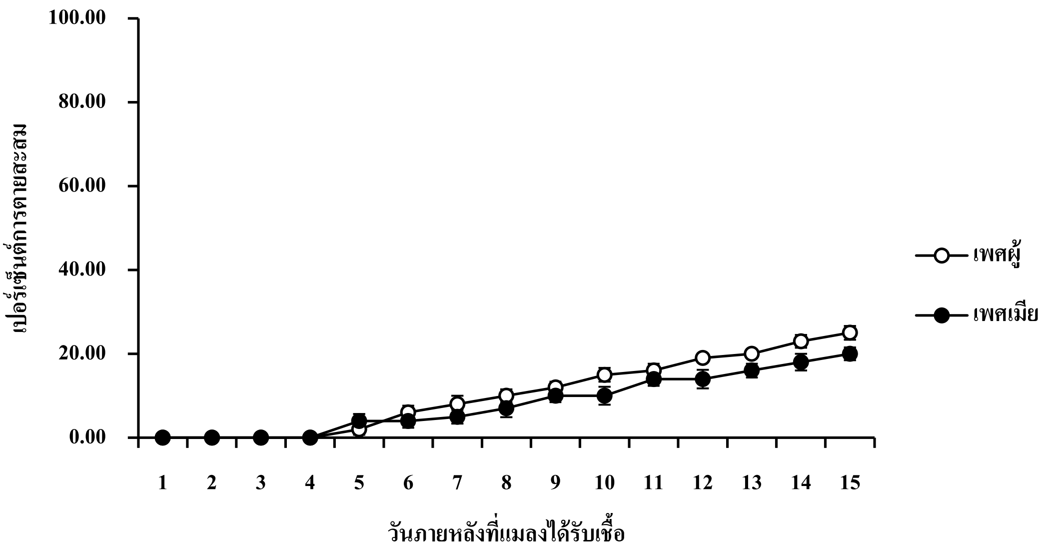
* ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ด้วยวิธี LSD ค่า AST จำกัดที่ 15 วัน

สำหรับเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมของแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ที่ได้รับสปอร์เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ที่ความหนาแน่น 1×10^6 สปอร์/มิลลิลิตร และเพศเมียที่อยู่ในกรงเดียวกัน เกิดขึ้นในวันที่ 2 และเพิ่มสูงขึ้นจนถึงวันที่ 9 (ภาพที่ 35) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมของแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้และเพศเมียในชุดควบคุม ที่คลุกด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมของแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้และเพศเมียมีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสม เกิดขึ้นในวันที่ 5 หลังจากการทดลอง และมีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมในวันที่ 15 หลังการทดสอบที่ต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 36) เห็นได้ว่ามีความ

สอดคล้องกับรายงานของนริศ และคณะ (2554) พบว่าแมลงวัน ผลไม้ *B. papayae* เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* มีเปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ลดลง นอกจากนี้พบแมลงวันผลไม้เพศผู้ที่ผ่านการปลูกเชื้อรา 6 วัน มีเปอร์เซ็นต์การตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแมลงวันผลไม้ เพศเมียและเพศผู้ปกติที่อยู่ภายในกรงเดียวกันมี เปอร์เซ็นต์การตาย 84 เปอร์เซ็นต์ และ 72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวัน ที่ 15 หลังการทดสอบ นอกจากนี้ปาณิศา และนริศ (2557 ก) ทำการทดสอบเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ในตัวเต็มวัยของแมลงวันแตง *B. cucurbitae* พบว่าค่าเฉลี่ยการรอดชีวิตของแมลงวันแตงเพศผู้ที่ได้รับเชื้อรามีค่าเฉลี่ยการรอดชีวิตต่ำที่สุด คือ 6.16 ± 0.19 วัน รองลงมาคือ แมลงวันแตงเพศเมียที่อยู่ในกรงเดียวกับแมลงวันแตงเพศผู้ที่ได้รับเชื้อรา มีค่าเฉลี่ยการรอดชีวิตเท่ากับ 11.10 ± 0.55 วัน



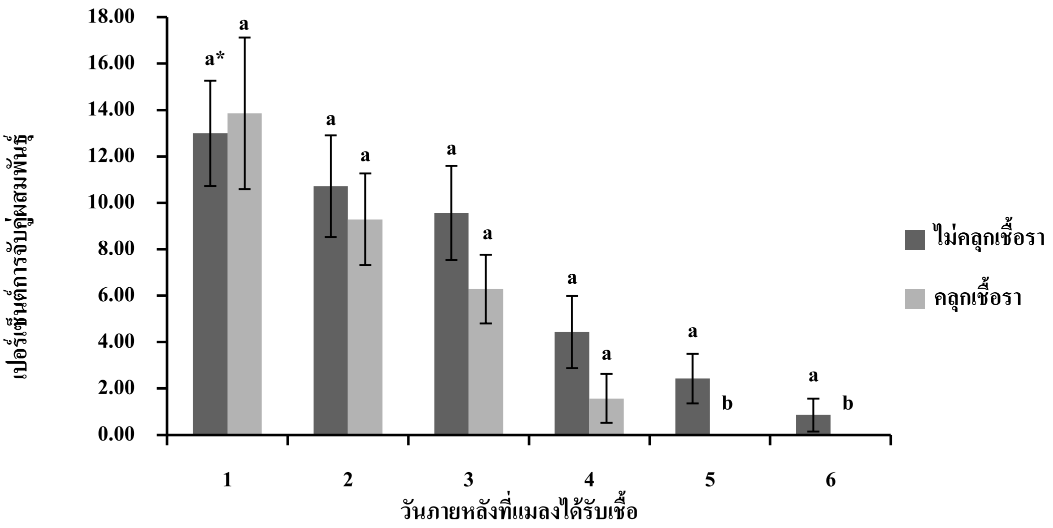
ภาพที่ 35 เปอร์เซ็นต์การตายสะสม (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้และเพศเมียที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02



ภาพที่ 36 เปอร์เซ็นต์การตายสะสม (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้และเพศเมีย ที่ไม่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 (ชุดควบคุม)

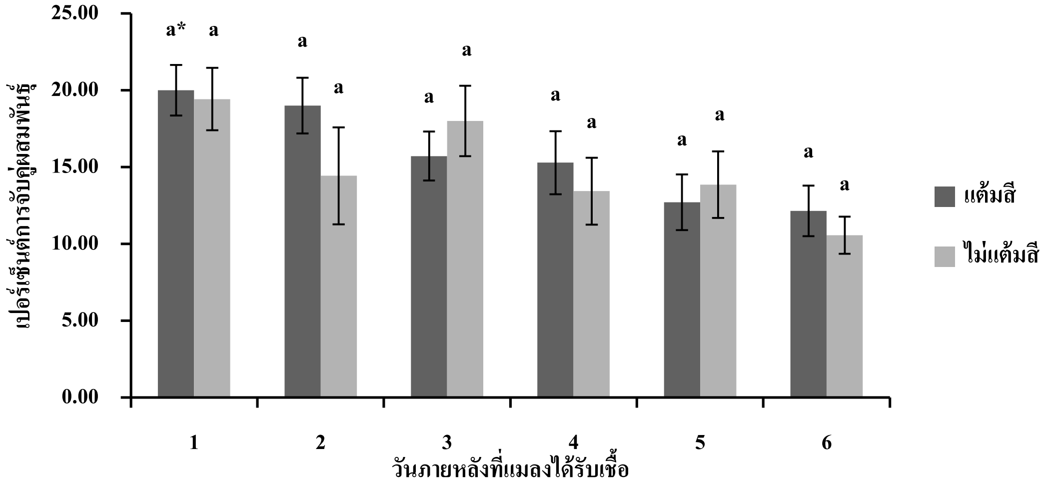
3. การศึกษาผลของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อความสามารถการแข่งขันผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้ในสภาพห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาผลของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ต่อความสามารถการแข่งขันผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *B. latifrons* ที่ได้รับสปอร์เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ที่ความหนาแน่น 1×10^6 สปอร์/มิลลิลิตร เชื้อรามีผลต่อการผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *B. latifrons* จากการสังเกตการจับคู่ผสมพันธุ์เป็นระยะเวลา 6 วัน เปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวผู้ปกติแต่มีแนวโน้มลดลง ในวันที่ 5 และวันที่ 6 ไม่พบการจับคู่ผสมพันธุ์ สำหรับในเพศผู้ที่ปกติ (แต้มหลังด้วยสีขาว) มีเปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์จนถึงวันที่ 6 (ภาพที่ 37) สำหรับในกรงชุดควบคุมระหว่างเพศผู้ที่ปกติ (แต้มหลังด้วยสีขาว) กับเพศผู้ที่คลุกด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ พบเปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ทั้งสองสถานะพบเปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีการจับคู่ผสมพันธุ์กันจนถึงวันที่ 6 ของการเฝ้าสังเกต (ภาพที่ 38)



ภาพที่ 37 เปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ที่ไม่ได้รับเชื้อรา (แถบสีดำ) และเพศผู้ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 (แถบสีเทา) ของการทดสอบการแข่งขันจับคู่ผสมพันธุ์ของกรงที่ใช้เชื้อรา

* ภายในกราฟแท่งกลุ่มเดียวกันที่มีตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*P*>0.05) โดยเปรียบเทียบภายในวันเดียวกัน



ภาพที่ 38 เปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ที่ปกติ (แต้มสี) และเพศผู้ที่คลุกน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (ไม่แต้มสี) ของการทดสอบการแข่งขันจับคู่ผสมพันธุ์ของกรงชุดควบคุม

* ภายในกราฟแท่งกลุ่มเดียวกันที่มีตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*P*>0.05) โดยเปรียบเทียบภายในวันเดียวกัน

จากการศึกษาอัตราการรอดชีวิตของแมลงวันพริก *B. latifrons* ในกรงที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 แมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ที่ได้รับเชื้อรามีค่าเฉลี่ยระยะเวลาการรอดชีวิต (Average Survival Time, AST) ต่ำที่สุด คือ 4.31 ± 0.06 วัน และแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้และเพศเมียปกติที่อยู่ภายในกรงเดียวกันมีค่า AST เท่ากับ 9.26 ± 0.31 และ 8.26 ± 0.39 วัน (ตารางที่ 4) ส่วนกรงชุดควบคุมแมลงวันพริก *B. latifrons* ทั้งสามสถานะมีค่า AST ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่า AST อยู่ระหว่าง 14.24 ± 0.14 - 14.49 ± 0.11 วัน (ตารางที่ 4)

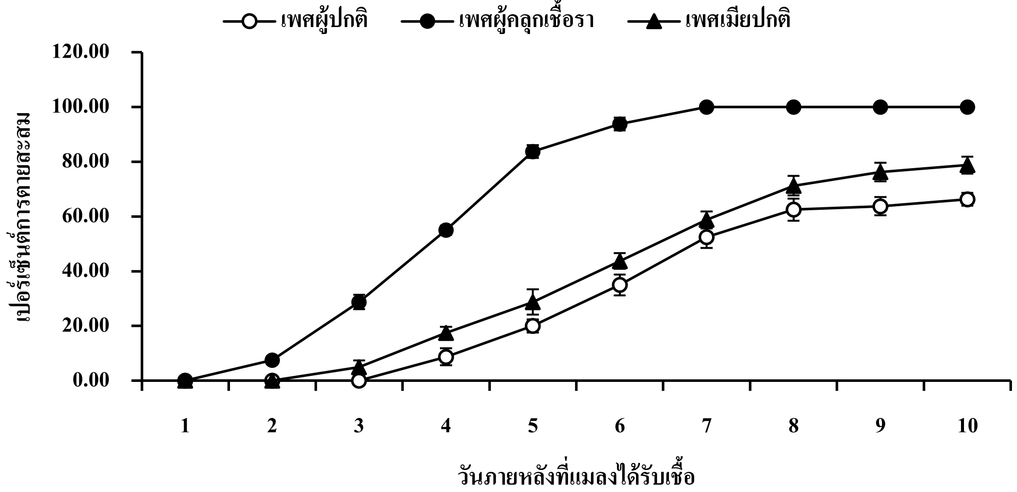
ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการรอดชีวิต (Average Survival Time, AST) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 และกรงชุดควบคุมที่ไม่ใช้เชื้อราในการทดสอบการแข่งขันการจับคู่ผสมพันธุ์

กรงชุดทดสอบ	แมลง	ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการรอดชีวิต (AST) (วัน) (mean ± SEM)*	95% ช่วงความเชื่อมั่น	
			ต่ำ	สูง
กรงคลุกเชื้อ	เพศผู้ได้รับเชื้อรา	4.31 ± 0.06^{a}	4.03	4.60
	เพศผู้ปกติ	9.26 ± 0.31^{b}	8.33	10.20
	เพศเมียปกติ	8.26 ± 0.39^{b}	7.37	9.16
กรงควบคุม	เพศผู้แต้มที่หลัง	14.24 ± 0.14^{c}	13.88	14.61
	เพศผู้ปกติ	14.49 ± 0.11^{c}	14.17	14.81
	เพศเมียปกติ	14.28 ± 0.17^{c}	13.91	14.65

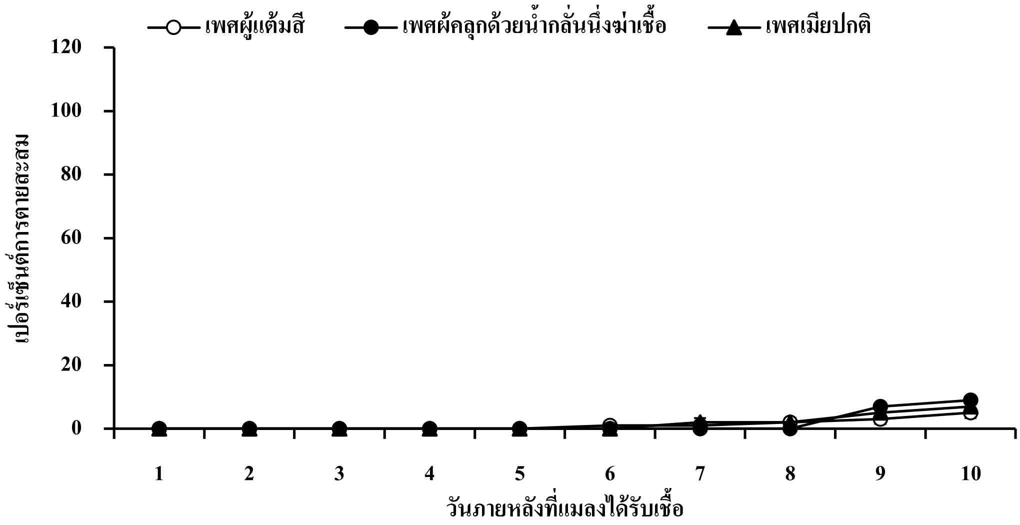
* ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ด้วยวิธี LSD ค่า AST จำกัดที่ 15 วัน

สำหรับเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมของแมลงวันพริก *B. latifrons* ที่คลุกสปอร์เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ที่ความหนาแน่น 1×10^{6} สปอร์/มิลลิลิตร ในเพศผู้ที่ได้รับเชื้อราเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมเกิดขึ้นในวันที่ 2 และมีเปอร์เซ็นต์การตายสะสมสูงที่สุด

รองลงมาคือเพศเมียปกติที่อยู่ภายในกรงเดียวกัน โดยเริ่มพบเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมเกิดขึ้นในวันที่ 3 ส่วนเพศผู้ปกติที่อยู่ภายในกรงเดียวกัน (แต้มหลังด้วยสีขาว) เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมต่ำที่สุด (ภาพที่ 39) สำหรับกรงชุดควบคุมพบเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมของแมลงวันพริกทั้งสามสถานะต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 40) นอกจากนี้ยังส่งผลต่ออัตราการรอดชีวิตที่ลดลงของแมลงวันผลไม้เพศเมียปกติที่อยู่ภายในกรงเดียวกันกับแมลงวันผลไม้เพศผู้ที่ได้รับเชื้อรา จากการทดลองของ Dimbi และคณะ (2013) ทำการศึกษาการถ่ายทอดเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* กับแมลงวันผลไม้เพศผู้สกุล *C. cosyra C. fasciventris* และ *C. capitata* โดยผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์ พบว่าแมลงวันผลไม้เพศผู้ที่ได้รับเชื้อรามีค่า LC_{50} เท่ากับ 2.60 ± 0.10, 2.90 ± 0.20 และ 2.90 ± 0.10 และแมลงวันผลไม้เพศเมียปกติที่ได้รับเชื้อรามีค่า LC_{50} เท่ากับ 8.10 ± 0.40, 10.40 ± 0.40 และ 10.50 ± 0.40 ตามลำดับ



ภาพที่ 39 เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยการตายสะสม (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้ปกติ เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 และเพศเมียปกติที่อยู่ภายในกรงเดียวกัน

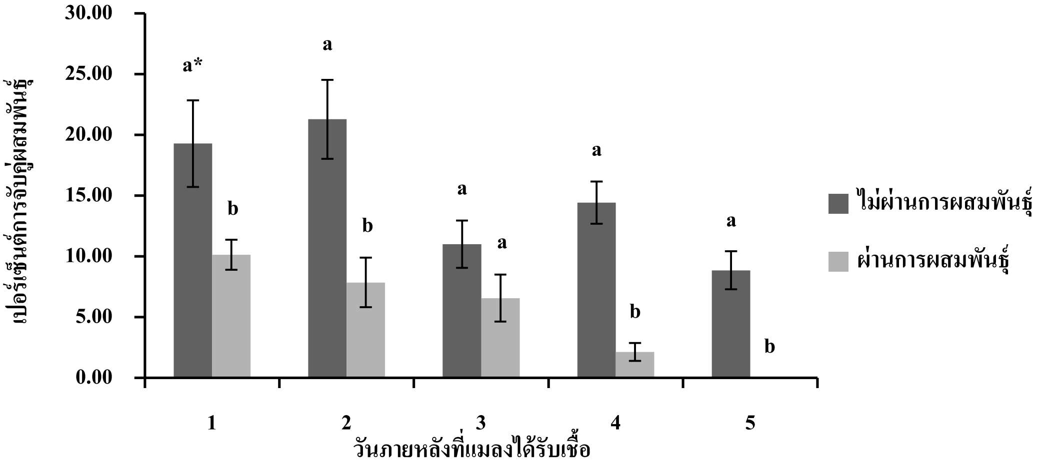


ภาพที่ 40 เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยการตายสะสม (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้แต้มสี เพศผู้คลุกด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ และเพศเมียปกติที่อยู่ภายในกรงเดียวกันของชุดควบคุม

4. การศึกษาการถ่ายทอดเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราไปสู่เพศเมียสถานะต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

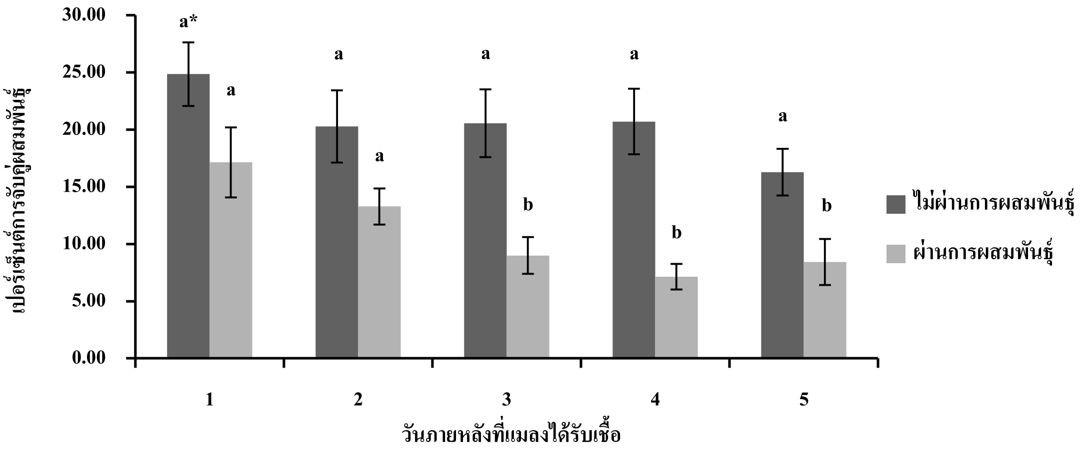
แมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 สามารถถ่ายทอดเชื้อราไปสู่ประชากรแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศเมียปกติที่ผ่านการผสมพันธุ์มาแล้วและเพศเมียปกติที่ยังไม่ผ่านการผสมพันธุ์ จากการเฝ้าสังเกตการจับคู่ผสมพันธุ์พบว่าแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ชอบเข้าจับคู่ผสมพันธุ์กับแมลงวันพริกเพศเมียปกติที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์สูงกว่าในแมลงวันพริกเพศเมียที่ผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์แล้ว โดยพบว่าวันที่ 1 2 และ 4 มีเปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ของเพศผู้ต่อเพศเมียที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์สูงกว่าเพศเมียที่ผ่านการผสมพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และไม่พบเปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ของเพศผู้ต่อแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศเมียที่ผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์ในวันที่ 5 (ภาพที่ 41) สำหรับกรงชุดควบคุม เปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ปกติ ที่คลุกด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ในแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศเมียทั้งสองสถานะ เปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ในแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศเมียปกติที่ยังไม่ผ่านการผสมพันธุ์สูงกว่าแมลงวันพริก *B. latifrons*

เพศเมียที่ผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์มาแล้วและมีการจับคู่ผสมพันธุ์ทั้ง 5 วันที่ทำการสำรวจ (ภาพที่ 42) ซึ่งจากการทดลองการถ่ายทอดเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 มีความสอดคล้องกับการทดลองของปาณิศา และนริศ (2557 ค) ที่รายงานว่าแมลงวันแตง *B.cucubitae* เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราสามารถถ่ายทอดเชื้อราไปสู่แมลงวันแตงเพศเมียที่ไม่ผ่านและผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์ ที่อยู่ภายในกรงเดียวกันได้ โดยพบว่าในวันที่ 1 2 และ 4 ของการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ของเพศผู้ที่ได้รับเชื้อราต่อเพศเมียที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์สูงกว่าเพศเมียที่ผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์ โดยในวันที่ 2 พบเปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันแตงเพศเมียที่ไม่ผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์สูงถึง 35.00 ± 3.70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแมลงวันแตงเพศเมียที่ผ่านการผสมพันธุ์พบเพียง 9.00 ± 2.30 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 41 เปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อแมลงวันพริกเพศเมียที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์ (สีดำ) และผ่านการผสมพันธุ์ (สีเทา) ของกรงคลุกเชื้อรา

* ภายในกราฟแท่งกลุ่มเดียวกันที่มีตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*P*>0.05) โดยเปรียบเทียบภายในวันเดียวกัน



ภาพที่ 42 เปอร์เซ็นต์การจับคู่ผสมพันธุ์ (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ที่ไม่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อแมลงวันพริกเพศเมียที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์ (สีดำ) และผ่านการผสมพันธุ์ (สีเทา) ของกรงชุดควบคุม

* ภายในกราฟแท่งเดียวกันที่มีตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยเปรียบเทียบภายในวันเดียวกัน

จากการศึกษาอัตราการรอดชีวิตของแมลงวันพริก *B. latifrons* ในกรงที่คลุกเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 แมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ที่ได้รับเชื้อรามีค่าเฉลี่ยการรอดชีวิต (AST) ต่ำที่สุด คือ 4.42 ± 0.06 วัน แมลงวันพริก *B. latifrons* เพศเมียผ่านการผสมพันธุ์และไม่ผ่านการผสมพันธุ์ที่อยู่ภายในกรงเดียวกันมีค่า AST เท่ากับ 5.64 ± 0.10 และ7.40 ± 0.15 วัน (ตารางที่ 5) ส่วนกรงชุดควบคุมแมลงวันพริก *B. latifrons* ทั้งสามสถานะมีค่า AST ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่า AST อยู่ระหว่าง 13.87 ± 0.07 - 14.32 ± 0.13 วัน (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการรอดชีวิต (Average Survival Time, AST) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 และชุดควบคุม ในการทดสอบการเลือกจับคู่ผสมพันธุ์ต่อแมลงวันเพศเมียที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์และผ่านการผสมพันธุ์

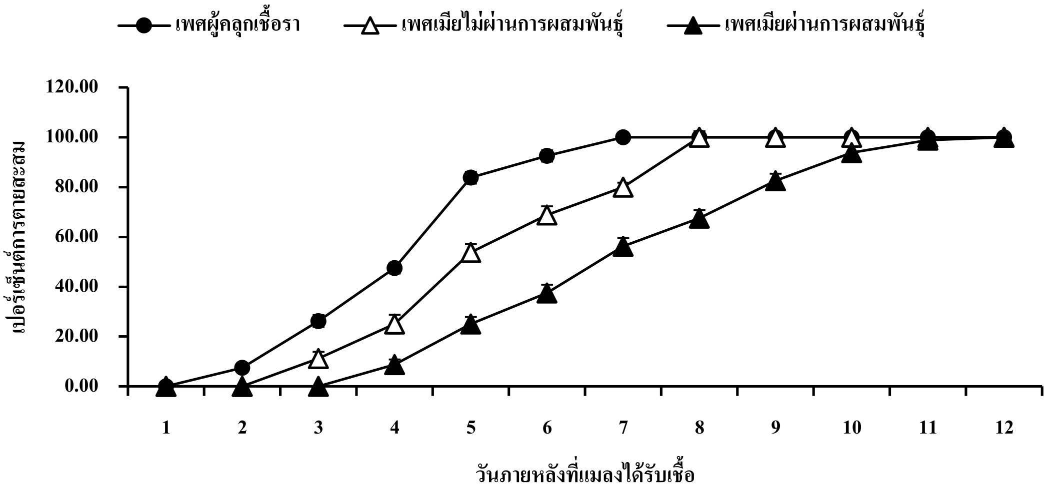
กรงชุดทดสอบ	แมลง	ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการรอดชีวิต (AST) (วัน) (mean ± SEM)*	95% ช่วงความเชื่อมั่น	
			ต่ำ	สูง
กรงคลุกเชื้อ	เพศผู้ที่ได้รับเชื้อรา	4.42 ± 0.06^{a}	4.16	4.68
	เพศเมียไม่ผ่านการผสมพันธุ์	5.64 ± 0.10^{b}	5.31	5.97
	เพศเมียผ่านการผสมพันธุ์	7.40 ± 0.15^{c}	6.98	7.82
กรงควบคุม	เพศผู้แต้มสีที่หลัง	14.32 ± 0.13^{e}	13.96	14.68
	เพศเมียไม่ผ่านการผสมพันธุ์	13.87 ± 0.07^{d}	13.41	14.33
	เพศเมียผ่านการผสมพันธุ์	14.26 ± 0.06^{e}	13.89	14.64

* ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ด้วยวิธี LSD ค่า AST จำกัดที่ 15 วัน

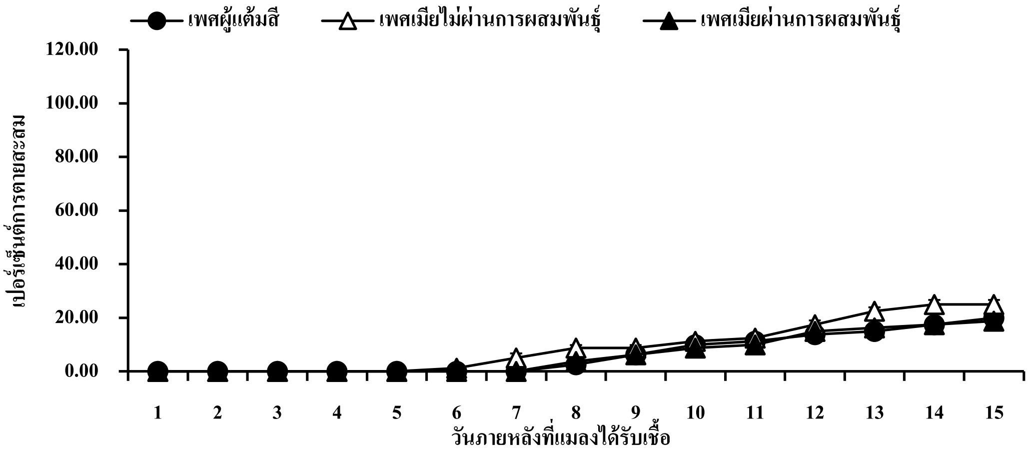
สำหรับเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมของแมลงวันพริก *B. latifrons* ที่คลุกเชื้อราที่ความหนาแน่น 1×10^{6} สปอร์/มิลลิลิตร ในเพศผู้ที่ได้รับเชื้อรา พบเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมเกิดขึ้นสูงที่สุด โดยเริ่มพบในวันที่ 2 ในเพศเมียปกติที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมรองลงมา ส่วนเพศเมียปกติที่ผ่านการผสมพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมเป็นอันดับสุดท้าย และเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมเพิ่มจนถึงวันที่ 15 (ภาพที่ 43) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมของแมลงวันพริก *B. latifrons* ในชุดควบคุม ที่คลุกด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมของแมลงวันพริก *B. latifrons* ในเพศผู้ที่แต้มสีที่หลัง เพศเมียปกติที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์ และเพศเมียปกติที่ผ่านการผสมพันธุ์พบเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 44) นอกจากนี้ Sookar และคณะ (2014) รายงานว่าแมลงวันแตง *B. cucurbitae* เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราสามารถถ่ายทอดเชื้อราไปสู่ประชากรแมลงวันแตงเพศเมียปกติ

ภายในกรงเดียวกันผ่านการผสมพันธุ์และทำให้แมลงวันแตงเพศเมียมีเปอร์เซ็นต์การตายสูงถึง 69.00 ± 5.00 เปอร์เซ็นต์

จากผลการทดสอบการถ่ายทอดเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ในประชากรตัวเต็มวัยของแมลงวันพริก *B. latifrons* ในสภาพห้องปฏิบัติการเชื้อราสามารถถ่ายทอดผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์ได้ ซึ่งผลการทดสอบดังข้างต้นมีความสอดคล้องกับรายงานผลของ Sookar และคณะ (2014) ที่รายงานว่าในช่วงการจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงสปอร์ของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* สามารถถูกส่งผ่านระหว่างแมลงสู่แมลงได้ โดยทำการทดสอบกับแมลงวันผลไม้ *B. zonata* Saunders และ *B. cucurbitae* แมลงวันผลไม้เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราสามารถถ่ายทอดเชื้อราไปสู่แมลงวันผลไม้เพศเมียปกติได้จากการจับคู่ผสมพันธุ์ โดยทำให้เกิดการตายกับแมลงวันผลไม้ *B. zonata* และ *B. cucurbitae* เท่ากับ 83.00 ± 5.00 เปอร์เซ็นต์ และ 69.00 ± 5.00 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 14 วันหลังทำการทดสอบเชื้อรา ในทำนองเดียวกันแมลงวันผลไม้เพศเมียที่สัมผัสเชื้อราสามารถถ่ายทอดเชื้อราสู่แมลงวันผลไม้เพศผู้ปกติจากการจับคู่ผสมพันธุ์กัน โดยทำให้เกิดการตายในแมลงวันผลไม้ทั้งสองชนิด เท่ากับ 88.00 ± 6.00 เปอร์เซ็นต์ และ 78.00 ± 4.00 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 13 วัน หลังการทดสอบเชื้อรา นอกจากนี้เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ยังทำให้แมลงวันผลไม้ในระยะตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมียที่สัมผัสเชื้อราโดยตรงนั้นตายทั้งหมดจากการติดเชื้อราภายใน 6-7 วัน



รูปที่ 43 เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยการตายสะสม (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยเพศเมียปกติที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์ (สามเหลี่ยมขาว) เพศเมียปกติที่ผ่านการผสมพันธุ์ (สามเหลี่ยมดำ) และเพศผู้ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 (วงกลมดำ) ในการทดสอบการเลือกจับคู่ผสมพันธุ์ของกรงชุดทดสอบ

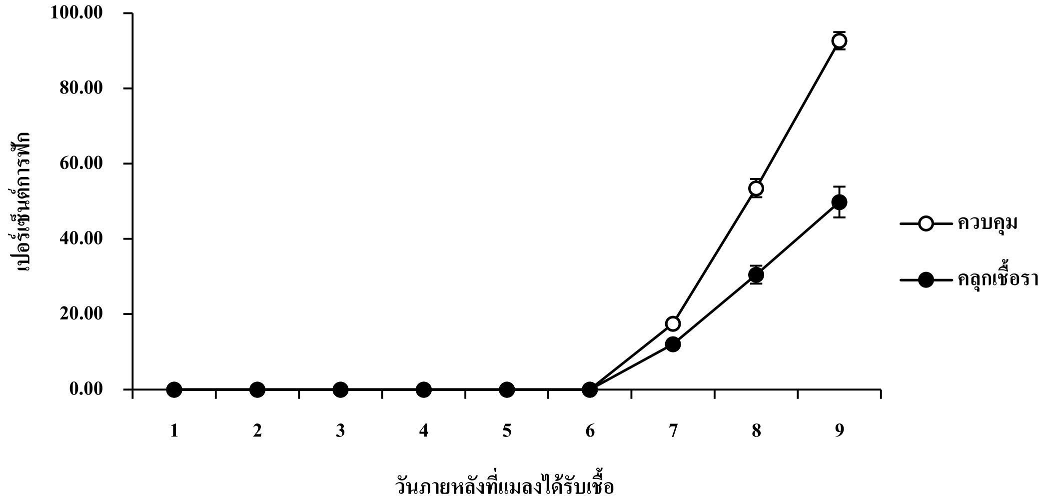


รูปที่ 44 เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสะสม (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยเพศเมียปกติที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์ (สามเหลี่ยมขาว) เพศเมียปกติที่ผ่านการผสมพันธุ์ (สามเหลี่ยมดำ) และเพศผู้ที่ไม่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 เข้าทำลาย (วงกลมดำ) ในการทดสอบการเลือกจับคู่ผสมพันธุ์ของกรงชุดควบคุม

5. การศึกษาการใช้เชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ควบคุมแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ในโรงเรือนทดลอง

5.1 การใช้เชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ควบคุมแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะดักแด้ในโรงเรือนทดลอง

จากการศึกษาผลของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ที่ความหนาแน่น 1×10^8 สปอร์/มิลลิลิตรต่อดักแด้แมลงวันพริก *B. latifrons* มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยอยู่ที่ 49.80 ± 4.10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัย 92.70 ± 2.30 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 45)



รูปที่ 45 เปอร์เซ็นต์การฟักเป็นตัวเต็มวัย (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะดักแด้ที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ในดินของการทดสอบในเรือนทดลอง

5.2 การใช้เชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUm02 ควบคุมแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะตัวเต็มวัยในเรือนทดลอง

จากการศึกษาผลของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ที่ความหนาแน่น 1×10^6 สปอร์/มิลลิลิตรต่อตัวเต็มวัยแมลงวันพริก *B. latifrons* ที่ทำการทดสอบการถ่ายทอดเชื้อราจากประชากรในระยะตัวเต็มวัยของแมลงวันพริกเพศผู้ที่ได้รับเชื้อราสู่ประชากรปกติเพศเมียปกติ

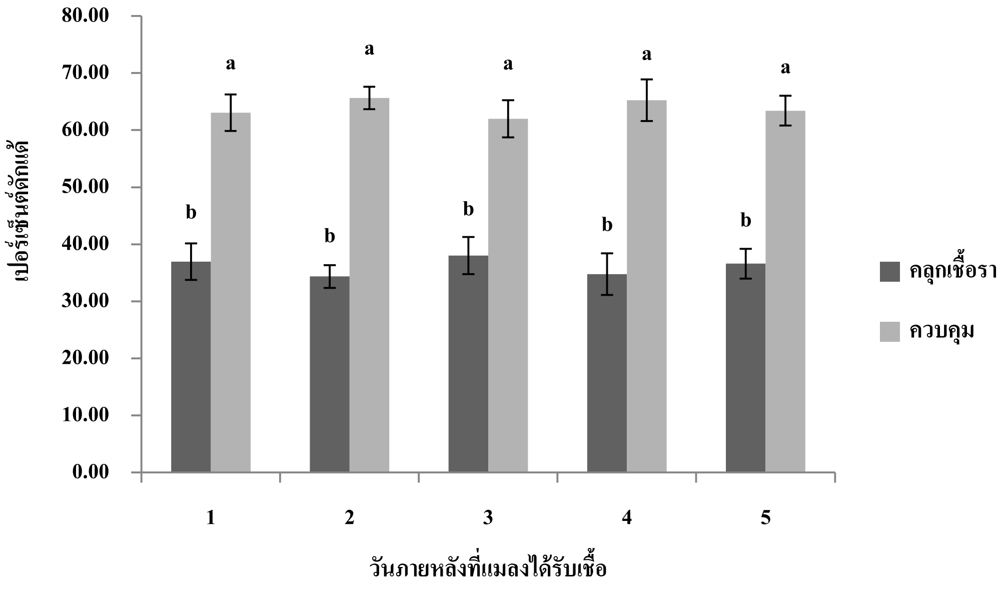
ในสภาพโรงเรือน จากการสุ่มเก็บผลพริกสดจำนวน 200 ผล มีจำนวนแมลงวันพริก *B. latifrons* ต่อผลพริกจากกรงที่ใช้เชื้อราเฉลี่ย 3.7 ± 0.2 ตัวต่อผล ซึ่งน้อยกว่ากรงชุดควบคุมที่พบเฉลี่ย 7.0 ± 0.2 ตัวต่อผล จากจำนวนผลพริกทั้งหมดมีจำนวนเฉลี่ยหนอนแมลงวันพริก *B. latifrons* ที่ออกจากผลพริกและเข้าสู่ระยะดักแด้ 185.5 ± 11.4 ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมมีจำนวนเฉลี่ยแมลงวันพริก *B. latifrons* ที่เข้าสู่ระยะดักแด้ 327.0 ± 10.1 ตัว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) จากนั้นแมลงวันพริกที่เข้าสู่ระยะดักแด้พบการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยเฉลี่ย 135.8 ± 6.8 ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมมีแมลงวันพริกที่เข้าสู่ระยะดักแด้พบการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยเฉลี่ย 283.8 ± 6.8 ตัว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) นอกจากนี้หนอนแมลงวันพริก *B. latifrons* ที่เข้าสู่ระยะดักแด้ที่ไม่ฟักเป็นตัวเต็มวัยเท่ากับเฉลี่ย 50.0 ± 4.8 ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมมีดักแด้ที่ไม่ฟักเป็นตัวเต็มวัยเฉลี่ยเท่ากับ 43.3 ± 4.3 ตัว สำหรับดักแด้ที่ไม่ฟักเป็นตัวเต็มวัยพบว่าถูกเชื้อราเข้าทำลายเฉลี่ยเท่ากับ 17.0 ± 2.0 ตัว สำหรับชุดควบคุมไม่พบร่องรอยการเข้าทำลายของเชื้อรา (ตารางที่ 6)

สำหรับเปอร์เซ็นต์ดักแด้ของแมลงวันพริก *B. latifrons* รุ่นลูกของกรงทดสอบที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ในเพศผู้ระยะตัวเต็มวัย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) เนื่องจากมีจำนวนดักแด้ที่ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมของแมลงวันพริกเพศผู้ปกติ (ภาพที่ 46) ส่วนเปอร์เซ็นต์ตัวเต็มวัยให้ผลไปในทิศทางเดียวกันกับดักแด้ (ภาพที่ 47) สำหรับผลการศึกษาการใช้เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ในการควบคุมแมลงวันพริก *B. latifrons* ครั้งนี้โดยตรวจนับจำนวนดักแด้ จำนวนดักแด้ที่ไม่ฟัก จำนวนตัวเต็มวัยในสภาพโรงเรือนมีแนวโน้มใกล้เคียงกับรายงานของ Sookar และคณะ (2014) ที่ทดสอบผลของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ต่อการถ่ายทอดเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์ รายงานว่านอกจากสปอร์ของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* จะส่งผลให้เกิดการตายในระยะตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ *B.cucurbitae* แล้วยังส่งผลให้การผลิตไข่ในตัวเต็มวัยเพศเมียของแมลงวันผลไม้ *B.cucurbitae* ที่ได้รับเชื้อราลดลงด้วย โดยลดจำนวนลงจาก 30 ± 1 ฟอง / ตัว (ไม่รับเชื้อรา) เหลือเพียง 15 ± 6 ฟอง / ตัว (ได้รับเชื้อรา) ในทำนองเดียวกัน Castillo และคณะ (2000) ได้ทดสอบเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ที่ความเข้มข้น 1×10^6 สปอร์/มิลลิลิตรในระยะตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ *C. capitata* พบว่าเชื้อรามีผลต่อการฟักของไข่เข้าสู่ระยะตัวหนอน ซึ่งสามารถลดประสิทธิภาพในการฟักได้มากกว่า 50 เปอร์เซนต์ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม

ตารางที่ 6 จำนวนรุ่นลูกของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ระยะต่างๆ จากการทดสอบการถ่ายทอดเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 โดยใช้แมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้คลุกด้วยเชื้อราปล่อยในประชากรแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศเมียปกติในโรงเรือนปลูกพริก

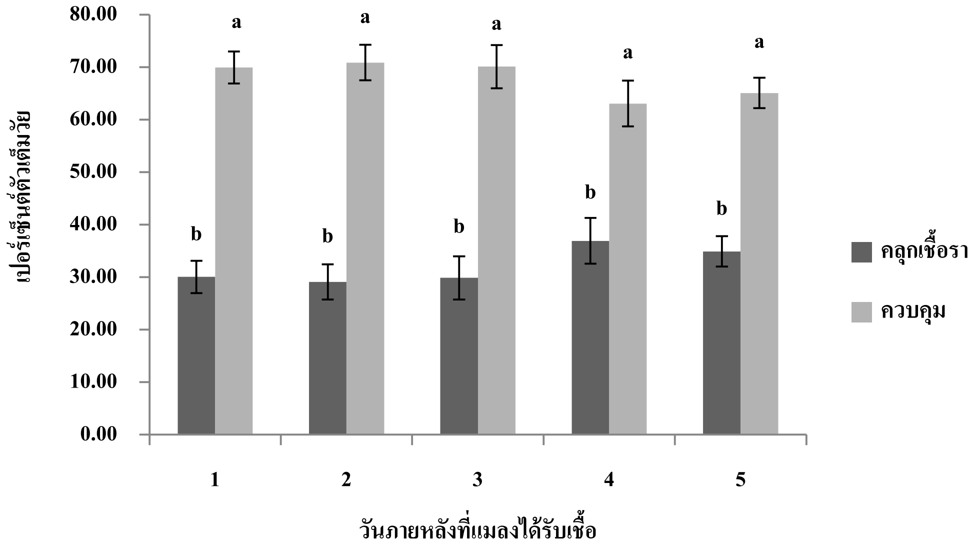
กรง	# ผลพริก	แมลง/ผลพริก	ดักแด้ (ค่าเฉลี่ย ± SEM)	ตัวเต็มวัย (ค่าเฉลี่ย ± SEM)	ดักแด้ที่ไม่ฟัก (ค่าเฉลี่ย ± SEM)	# ดักแด้ที่พบเชื้อราเข้าทำลาย
คลุกเชื้อรา	200	3.7 ± 0.2[b]	185.5 ± 11.4[b]	135.8 ± 6.8[b]	50.0 ± 4.8	17.0 ± 2.0[a]
ควบคุม	200	7.0 ± 0.2[a]	327.0 ± 10.1[a]	283.8 ± 6.8[a]	43.3 ± 4.3	0[b]
t-test		**[2/]	**	**	ns[3/]	**

[1/]ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายในคอลัมน์เดียว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยวิธี independent sample t-test (P<0.01); [2/]** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01); [3/]ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)



รูปที่ 46 เปอร์เซ็นต์ดักแด้ (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ในกรงที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ (สีดำ) และกรงควบคุม (สีเทา) ในการทดสอบสภาพโรงเรือนทดลอง

* ภายในกราฟแท่งกลุ่มเดียวกันที่มีตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) เปรียบเทียบโดยวิธี independent sample *t*-test โดยเปรียบเทียบภายในวันเดียวกัน



รูปที่ 47 เปอร์เซ็นต์ตัวเต็มวัย (mean ± SEM) ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) ในกรงที่ได้รับเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ (สีดำ) และกรงควบคุม (สีเทา) ในการทดสอบสภาพโรงเรือนทดลอง

* ภายในกราฟแท่งกลุ่มเดียวกันที่มีตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) เปรียบเทียบโดยวิธี independent sample *t*-test โดยเปรียบเทียบภายในวันเดียวกัน

บทที่ 4

สรุป และเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ต่อการตาย และการรอดชีวิตของแมลงวันพริกที่ได้รับเชื้อรา ในระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 สามารถทำให้แมลงในระยะตัวเต็มวัยมีจำนวนการตายจากการได้รับเชื้อได้ที่สูงที่สุด โดยซากของแมลงที่ตายพบเส้นใยและสปอร์ของเชื้อราขึ้นปกคลุม รองลงมา คือระยะดักแด้ และระยะตัวหนอน ตามลำดับ

ผลการศึกษาเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ต่อการจับคู่ผสมพันธุ์ในแมลงวันพริก *B. latifrons* และการทดสอบการถ่ายทอดเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 จากแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราสู่ประชากรแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศเมียที่ปกติผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลง ปรากฏว่าเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ส่งผลต่อการจับคู่ผสมพันธุ์ และแมลงวันพริก *B. latifrons* เพศผู้ที่ได้รับเชื้อราสามารถถ่ายทอดเชื้อราไปสู่ประชากรเพศเมียปกติได้โดยผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์

ส่วนการทดสอบความสามารถของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ในการควบคุมแมลงวันพริก *B. latifrons* ในสภาพเรือนทดลอง โดยเลือกทดสอบกับระยะดักแด้ของแมลงวันพริกที่ให้ผลการควบคุมค่อนข้างดีในการทดสอบภายในห้องปฏิบัติการ ผลปรากฏว่าเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ส่งผลให้การฟักเป็นตัวเต็มวัยในแมลงวันพริกลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ส่วนในการทดสอบในระยะตัวเต็มวัยของแมลงวันพริก *B. latifrons* ในสภาพเรือนทดลอง ปรากฏว่า เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 สามารถทำให้จำนวนดักแด้ของแมลงวันพริก *B. latifrons* พัฒนาเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยลดลง หรือกล่าวได้ว่าเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 สามารถควบคุมจำนวนประชากรแมลงวันพริก *B. latifrons* ที่จะเกิดใหม่โดยการถ่ายทอดเชื้อราผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์จากแมลงวันเพศผู้ที่ได้รับเชื้อราสู่แมลงวันเพศเมียที่ปกติได้ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ดังนั้นการใช้เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 เพื่อใช้ในการควบคุมแมลงวันพริก *B. latifrons* เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถยับยั้งการเข้าทำลายผลผลิตพริก และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ควบคุมแมลงวันผลไม้ชนิดอื่นๆได้ อย่างไรก็ตามการปลูกพริกในสภาพไร่ของ

เกษตรกรยังคงต้องติดตาม ดูแล และเฝ้าระวังการเข้าทำลายของแมลงวันดังกล่าว เนื่องจากมีการระบาดค่อนข้างรุนแรง ดังนั้นการวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 เพื่อควบคุมแมลงชนิดนี้ จึงควรศึกษาเพิ่มเติมถึงวิธีการนำเชื้อราเข้าไปสู่ประชากรตัวเต็มวัยแมลงวันพริกให้ได้มากที่สุด เช่น การใช้เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* PSUM02 ร่วมกับกับดักฟีโรโมน หรือกับดัก เหยื่อล่อโปรตีน เพื่อให้ตัวเต็มวัยแมลงวันพริกได้สัมผัสกับสปอร์ของเชื้อราให้ได้มากที่สุด เป็นการเพิ่มประสิทธิผลต่อการถ่ายทอดและเข้าทำลายแมลงในระยะตัวเต็มวัยที่อาจเข้ามาทำลายผลผลิตพริกให้มีจำนวนลดน้อยลง

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. พื้นที่ปลูกพริก. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.doae.go.th. (20 กันยายน 2557).

กฤษฎา จาตุรัส. 2550. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลพริกกับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera latifrons* (Hendel). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกรียงไกร อยู่บำรุง.2541. การศึกษาราทำลายแมลงในสกุล *Metarhizium* ที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ในการกำจัดแมงสาบอเมริกัน (*Periplaneta americana*). โครงงาน คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จำนอง โสมกุล. มปป. การปลูกพริก. เอกสารแนะนำการปลูกพริก. ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน. นครปฐม. 9 หน้า.

ทิพย์วดี อรรถธรรม. 2535. โรควิทยาของแมลง. เอกสารทางวิชาการ ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 205 หน้า.

นริศ ท้าวจันทร์. 2554. การคัดกรองเชื้อราโรคแมลงท้องถิ่นในเขตจังหวัดภาคใต้ตอนกลางเพื่อการควบคุมแมลงวันผลไม้ (Diptera: Tephritidae). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 49 หน้า.

นริศ ท้าวจันทร์ และอนุชิต ชินาจริยวงศ์. 2551. ประสิทธิภาพการควบคุมของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ในแมลงวันผลไม้ (Diptera: Tephritidae). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ) 39: 21-25.

นริศ ท้าวจันทร์, อนุชิต ชินาจริยวงศ์ และวิวัฒน์ เสือสะอาด. 2554. ผลของเชื้อราโรคแมลง *Beauveria bassiana* และ *Metarhizium anisopliae* ต่อพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera papayae* (Diptera: Tephritidae). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (ฉบับพิเศษ) 42(3/1): 339-342.

นิรนาม. 2549. การใช้เชื้อราเขียวเมทาไรเซียม *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin. ควบคุมด้วงหนวดยาวเจาะลำต้นอ้อย *Dorysthenes buqueti* Guerin. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. เสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ.กรุงเทพฯ. 33 หน้า.

นิรนาม. 2555 ก. แนวทางการปลูก “พริกขี้หนูหัวเรือพันธุ์ใหม่”. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก www.matichon.co.th/news. (9 เมษายน 2555).

นิรนาม. 2555 ข. *Bactrocera latifrons* Face. For complete Asia-Pacific Dacine fruit fly database consult. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก https://www.flickr.com/photos/uhmuseum/7153753955/in/photostream/. (19 เมษายน 2557).

นิรนาม. 2555 ค. *Bactrocera latifrons* Wing. For complete Asia-Pacific Dacine fruit fly database consult. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก https://www.flickr.com/photos/uhmuseum/7153754269/in/photostream/. (19 เมษายน 2557).

นิรนาม. 2555 ง. *Bactrocera latifrons* Abdomen. For complete Asia-Pacific Dacine fruit fly database consult. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก https://www.flickr.com/photos/uhmuseum/7153753869/in/photostream/. (19 เมษายน 2557).

นิรนาม. 2555 จ. *Bactrocera latifrons* Lateral. For complete Asia-Pacific Dacine fruit fly database consult. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก https://www.flickr.com/photos/uhmuseum/7007632618/in/photostream/. (19 เมษายน 2557).

นิรนาม. มปป ก. แมลงวันผลไม้เจาะผลพริก (Friut Fly). ศูนย์บริหารศัตรูพืช จังหวัดสงขลา.[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก www.pmc06.doae.go.th/chilly/Friut_Fly_chilly.htm. (22 เมษายน 2555).

นิรนาม. มปป ข. การศึกษาประสิทธิภาพเชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* ในการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก www.thaibiocontrol.org/main.php?filename=c4. (1 สิงหาคม 2555).

นิรนาม. มปป ค. [ออนไลน์] เข้าถึงจาก http://www.africamuseum.be/fruitfly/images/latiscut.jpg. (19 เมษายน 2557).

บัณฑิต ถิ่นคำรพ. 2545. แนวปฏิบัติสำหรับการวิเคราะห์ระยะปลอดเหตุการณ์. ภาควิชาชีวสถิติและประชากรศาสตร์. คณะสาธารณสุขศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 107 หน้า.

ปาณิศา ธรรมเสวตร และนริศ ท้าวจันทร์. 2557 ก. ผลของเชื้อรา Metarhizium anisopliae PSUM02 ต่อการจับคู่ผสมพันธุ์และการรอดชีวิตของแมลงวันแตง *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). วารสารแก่นเกษตร (ฉบับพิเศษ) 42(3): 629-633.

ปาณิศา ธรรมเสวตร และนริศ ท้าวจันทร์. 2557 ข. ผลของระยะเวลาการติดเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อการวางไข่และระยะตัวอ่อนแมลงวันแตง *Bactrocera cucurbitae*. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 1(1): 54-58.

ปาณิศา ธรรมเสวตร และนริศ ท้าวจันทร์. 2557 ค. การถ่ายทอดเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ในแมลงวันแตง *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) เพศผู้

ต่อเพศเมียที่ไม่ผ่านและผ่านการผสมพันธุ์. วารสารแก่นเกษตร (ฉบับพิเศษ) 43(1): 769-774.

มนตรี จิรสุรัตน์. 2544. แมลงวันผลไม้ที่สำคัญในประเทศไทย. เอกสารวิชาการเรื่องแมลงวันผลไม้ในประเทศไทย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. หน้า 13-18.

มลิวัลย์ ปันยารชุน. 2534. การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยใช้เชื้อรา. เอกสารวิชาการ การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. หน้า 167-181.

มาลี ตั้งระเบียบ จริยา วิสุทธิ์พานิช และจันทร์เพ็ญ วิวัฒน์. 2553. การประเมินความสามารถของเชื้อราสาเหตุโรคแมลง (entomopathogenic fungi)ในการควบคุมแมลงศัตรูสำคัญของพริก. รายงานการวิจัยสำนักงานคณะกรมการวิจัยแห่งชาติ. 2หน้า

ยุวรินทร์ บุญทบ, ศิริณี พูนไชยศรี, ชลิดา อุณหวุฒิ, ลักขณา บารุงศรี และสิทธิศิโรดม แก้วสวัสดิ์. 2553. อนุกรมวิธานแมลงวันผลไม้สกุล *Bactrocera.* [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://it.doa.go.th/refs/files/1729_2553.pdf.HPSESSID=7d05aac1ecf750756d184b65944d7b45. (19 เมษายน 2557).

วัชรวิทย์ รัศมี. มปป. การศึกษาพืชอาหารของแมลงวันทองในเขตอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี. รายงานฉบับสมบูรณ์ คณะเทคโนโลยีเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณ. จันทบุรี. 59 หน้า.

วัชระ ลุ้งใส้. 2557. ผลของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* น้ำมันปิโตรเลียม และสารสกัดเมล็ดสะเดาช้างต่อการเข้าทำลายของแมลงวันแตง *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) ในบวบเหลี่ยม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขากีฏวิทยา. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 73 หน้า.

วิภาดา ปลอดครบุรี, สัญญาณี ศรีคชา, เกรียงไกร จำเริญมา และศรุต สุทธิอารมณ์. 2553. การใช้เหยื่อพิษโปรตีนเพื่อป้องกันกำจัดแมลงวันผลไม้ในพริก. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาวิชาการอารักขาพืช. สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.กรุงเทพฯ. หน้า 200-210.

ศิวิลัย สิริมังครารัตน์, มูระตะ โคยูไฮ, วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์, เบ็ญจมาศ ทรงพระ และทรงยศ พิสิษฐ์กุล. 2545. การเปรียบเทียบวิธีการผลิตมวลชีวภาพของเชื้อราเขียว *Metarhizium* spp. ที่ทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และด้วงแรดมะพร้าว. เอกสารการสัมมนาวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น คณะเกษตรศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กรม

วิชาการเกษตร ศูนย์ฝึกอบรมการพัฒนาการเกษตรนานาชาติ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ แห่งชาติ. หน้า 280-294.

สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2551. ประสิทธิภาพสารสกัดสะเดา น้ำมันปิโตรเลียม และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงวันผลไม้และผลกระทบต่อแมลงศัตรูธรรมชาติในพริก. เอกสารวิชาการกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรุงเทพฯ. หน้า 267-281.

สัญญาณี ศรีคชา, วิภาดา ปลอดครบุรี และเกรียงไกร จำเริญมา. 2551. การศึกษาชีววิทยาของแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera latifrons* (Hendel). กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรุงเทพฯ. หน้า 256–266.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.oae.go.th/main.php?filename=agri_production. (20 กันยายน 2557).

แสน ติกวัฒนานนท์. 2529. การเลี้ยงแมลงวันทองในสกุลดาคัสสี่ให้ได้ปริมาณมากด้วยอาหารกึ่งเทียม. วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทยาศาสตร์) 20: 22-36.

อโนทัย วิงสระน้อย และ นุชรีย์ ศิริ. 2554. การทำลายของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Diptera : Tephritidae) ในผลพริก 8 สายพันธุ์. แก่นเกษตร 39: 25-32.

อัญชลี นาทองคำ ศิวิลัย สิริมังคราริตน์ วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ หทัยรัตน์ อุไรรงค์ และเบญจมาศแก้วรัตน์. 2553. ประสิทธิภาพของเชื้อราเขียว *Metarhizium* spp. ไอโซเลตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในการควบคุมแมลงศัตรูที่สำคัญทางเศรษฐกิจ. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Amora, S.S.A., Bevilaqua, C.M.L., Feijo, F.M.C., Pereira, R.H., Alves, N.D., Freire, F.A.M., Kamimura, M.T., Oliveira, D.M., Lima, E.A.L.A and Rocha, M.F.G. 2010. The Effect of the fungus *Metarhizium anisopliae var. acridium* on different stages of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae). Acta Tropica 113(3): 214-220.

Bahiense, T.C., Fernandes, E.K.K. and Bittencourt, V.R.E.P. 2006. Compatibility of the fungus Metarhizium anisopliae and deltamethrin to control a resistant strain of Boophilus microplus tick. Veterinary Parasitology. 141, 319–324.

Carroll, L.E., White, I.M., Freidberg, A., Norrbom, A.L., Dallwitz, M.J. and Thompson, F.C. 2002. Pest fruit flies of the world. Version: 8th December 2006. Available from: http://delta-intkey.com.(Accessed 31 December 2014).

Castillo, M., Moya, P., Hernandez, E. and Primo-Yufera, E. 2000. Susceptibility of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) to entomopathogenic fungi and their extracts.

Biological Control 19: 274-282. Cloyd, R.A. 1999. The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* Midwest Biolgical Control News VII (7) [online] Available from:http://entomogy.wisc.edu/mben/kuf607. Html. (Jan 29,2015)

Dimbi, S., Maniania, N.K. and Ekesi, S. 2009. Effect of *Metarhizium anisopliae* inoculation on the mating behavior of three species of African Tephritid fruit flies, *Ceratitis capitata*, *Certitis cosyra* and *Ceratitis fasciventris*. Biological Control 50: 111- 116.

Dimbi, S., Maniania, N.K. and Ekesi, S. 2013. Horizontal Transmission of *Metarhizium anisopliae* in Fruit Flies and Effect of Fungal Infection on Egg Laying and Fertility. Insects 4:206-216.

Dimbi, S., Maninia, N.K., Lux, S.A. and Mueke, J.M. 2004. Effect of constant temperatures on germination, radial growth and virulence of *Metarhizium anisopliae* to three species of African tephritidae fruit flies. Biological Control 49: 83-94.

Dimbi, S., Maninia, N.K., Lux, S.A., Ekesi, S. and Mueke, J.M. 2003. Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin and *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, to three adult fruit fly species: *Ceratitis capitata* (Weidemann), *C. rosa* var *fasciventris*.Karsch and *C. cosyra* (Walker) (Dipter: Tephritidae).Mycopathologia 156: 375-382.

Dinalva, A.M., Antonio, C.M., Ana, C.R.M. and Luciana, Y. 2010. Entomopathogenic fungal activity against pupae and adult *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae). Veterinary Parasitology 168: 105–110.

Drew, R.A.I. and Lloyd, A.C. 1989. Bacteria associated with fruit flies and their host plants. World Crop Pest 3: 131-140.

Ekesi, S., Maniania, N.K. and Lux, S.A. 2003 a. Effect of soil temperature and moisture on survival and infectivity of *Metarhizium anisopliae* to four tephritid fruit fly puparia. Journal of Invertebrate Pathology 83: 157–167.

Ekesi, S., Maniania, N.K. and Lux, S.A. 2003 b. Mortality in three African tephritid fruit fly puparia and adults caused by the entomophathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beaveria bassiana*. Biocontrol Science and Technology 12: 7-17.

Ekesi, S., Maniania, N.K. and Mohamed, S.A. 2010. Efficacy of soil application of *Metarhizium anisopliae* and the use of GF-120 spinosad bait spray for suppression of *Bactrocera*

invadens (Tephritidae:Diptera) in mango orchards. Biocontrol Science and Technology 21:299-316. doi:10. 1080/ 09583157. 2010. 545871. [online] Available from: http://www.tandfonline. com/doi/full/10. 1080/09583157. 2010. 5487/. (Jonuary 22, 2015)

Espin, G.A.T., Laghi, H.M., Messias, C.L. and Piedrabuena, A.E. 1989. Patogenicidad de *Metarhizum anisopilae* nas diferentes fases de desenvolvimento de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). Revista Brasileria de Entomological 33: 17–23.

Gilbert, L. I. and Gill, S. S. 2010. Insect control: biological and synthetic agents. Academic Press.

Hardy, D.E. 1973. The fruit flies (Tephritidae – Diptera) of Thailand and bordering countries. Pacific Insects Monograph 31: 1-353.

Kosuge, S. and Furuta, M. 1970. Studies on the pungent principle of *Capsicum*. Part XIV: Chemical constitution of the pungent principle. Agricultural and Biological Chemistry 34: 248-256.

Mahmoud, M.F. 2009. Pathogenicity of three commercial products of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, *Metarhizum anisopliae* and *Lecanicillium lecanii* against adults of olive fly, *Bactrocera oleae* (Gemelin) (Dipter: Tepritidae) in the laboratory. Plant Protection Science 45: 98– 102.

Migiro, L.N., Maniania, N.K., Chabi-Olaye, A. and Vandenberg, J. 2011. Effect of infection by *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae) on the feeding and oviposition of the pea leaf miner *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on different host plants. Biological Control 56: 179-183.

Mochi, D.A, Monteiro, A.C., De Bortoli, S.A., Doria, H.O. and Barbosa, J.C. 2006. Pathogenecity of *Metarhizium anisopliae* for *Ceratitis capitata* (Wied) (Dipter: Tepritidae) in soil with different pesticides. Nestropic Entomology 35:382-389.

Perucka, I. and Materska, M. 2001. Phenylalanine ammonia-lyase and antioxidant activities of lipophilic fraction of fresh pepper fruits *Capsicum annuum* L. Innovative Food Science Emerging Technologies 2: 189-192.

Quesada, M.E., Martin, C.I. and Santiago, A.C., 2008. Horizontal transmission of *Metarhizium anisopliae* among laboratory populations of *Ceratitis capitat*a (Wiedemann) (Diptera:Tephritidae). Biological Control 47: 115–124.

Quesada, M.E., Ruiz, G.A. and Santiago, A.C. 2006. Laboratory evaluation of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against puparia and adults of

Ceratitis capitata (Diptera: Tephritidae). Biological and Microbial Control 99(6): 1955-1966.

Riba, G., Azevedo, J.L., Mesias, C., Diaz, D.W. and Tuveson, R. 1985. Studies on the inheritance of virulence in the entomopathogenic fungus *Metarhizum anisopilae*. Journal of Invertebrate Pathology 46: 20–25.

Ricardo, H.R.D., Ivanira, J.B., Claudio, L.M. and Aquiles, E.P. 2005. Effectivess of *Metarhizum anisopilae* against immature stages of *Anastrepha fraterculus* fruit fly (Dipter:Tephrtidae). Brazilian Journal of Microbiology 36: 94-99.

Schrank, A. and Vainstein, M.H. 2010. *Metarhizium anisopliae* enzymes and toxins. Toxicon 56: 1267-1274.

Shimizu, Y., Kohama, T., Uesato, T., Matsuyama. and Yamagishi, M. 2007. Invasion of solanum fruit fly *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae) to Yonsguni Island, Okinawa Prefecture, Japan. Applied Entomology and Zoology 42: 269-275.

Sookar, P., Bhagwant, S. and Allymamod, M.N. 2014. Effect of *Metarhizium anisopliae* on the fertility and fecundity of two species of fruit flies and horizontal transmission of mycotic infection. Journal of Insect Science 14(100). Available online: http://www.insectscience.org/14.100.

Susan, D., Nguya, K.M. and Sunday, E. 2009. Effect of *Metarhizium anisopliae* inoculation on the mating behavior of three species of African Tephritid fruit flies, *Ceratitis capitata*, *Ceratitis cosyra* and *Ceratitis fasciventris*. Biological Control 50: 111–116.

Thaochan, N. and Ngampongsai, A. 2015. Effects of Autodisseminated *Metarhizium guizhouense* PSUM02 on mating propensity and mating competitiveness of *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). Biocontrol Science and Technology doi:10.1080/09583157.2014. 1000265

Vega, F. E., Goettel, M., Blackwell, D., Chandler, M. A., Jackson, S., Keller, M., Koike, N.K., Maniania, A., Monzon, B. H., Ownley, J. K., Pell, D.E.N. Rangel. and Roy, H. E. 2009. Fungal entomopathogens: new insights on their ecology. Fungal Ecology 2: 149-159.

White, I.M. and Elson-Harris, M.M. 1992. Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics. CABI International and ACIAR, UK.

Yousef, M., Lozano-Tovar, M.D., Garrido-Jurado, I., and Quesada-Moraga, E. 2013. Biocontrol of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) with *Metarhizium brunneum* and its extracts. Journal of Economic Entomology 106: 1118–1125.

Zimmerman, G. 1992. *Metarhizium anisopliae* an entomopathogenic fungus, pp. 113-128. (In): Ester, M.(ed.), Pflanzenschutz Nachrichten Bayer 45(63): 113-128.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae*

Sabouraud dextrose agar yeast extract (SDAY)	
Dextrose	10.0 กรัม
Peptone	2.5 กรัม
Yeast extract	2.5 กรัม
Agar	20.0 กรัม
น้ำ	1.0 ลิตร

ใส่ขวดหรือหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15-20 นาที

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวหงส์ฟ้า แซ่เตื้อง

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5410620027

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2554

ทุนการศึกษา

- ทุนสนับสนุนจากสถานวิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ คณะทรัพยากรธรรมชาติ และบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยวิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

หงส์ฟ้า แซ่เตื้อง นริศ ท้าวจันทร์ และอนุชิต ชินาจริยวงศ์. 2557. ผลของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) ระยะตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ในสภาพห้องปฏิบัติการ. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 1(1): 48-53.

หงส์ฟ้า แซ่เตื้อง และนริศ ท้าวจันทร์. 2557. ผลของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* PSUM02 ต่อการจับคู่ผสมพันธุ์ของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) ในห้องปฏิบัติการ. วารสารแก่นเกษตร (ฉบับพิเศษ) 42(3): 624-628.