

ประสิทธิภาพของราสกุล *Metarhizium* และ *Beauveria* ในการควบคุมเพลี้ยจักรจั่น *Matsumuratettix hiroglyphicus* พาหนะนำโรคใบขาวอ้อย

Efficiency of *Metarhizium* and *Beauveria* to Control the
Leafhopper Vector, *Matsumuratettix hiroglyphicus*, of
Sugarcane White Leaf Disease

จุตามาส สวนประสีธ์ และจุรีมาศ วงศ์รี*

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ยุพา หาญบุญทรง

สาขาวิชากីฏวิทยา ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

Jutamas Huadprasit and Jureemart Wangkeeree*

Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology,

Thammasat University Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

Yupa Hanboonsong

Entomology Division, Department of Plant Science and Agricultural Resources,

Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Nai Muang, Muang, Khon Kaen 40002

บทคัดย่อ

เพลี้ยจักรจั่น *Matsumuratettix hiroglyphicus* เป็นแมลงพาหนะนำเชื้อไฟโตพลาสماสาเหตุของโรคใบขาวอ้อย ซึ่งเป็นโรคที่มีความสำคัญมากที่สุด การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของราสกุลโรค แมลงในการเข้าทำลายเพลี้ยจักรจั่น *M. hiroglyphicus* ทั้งระยะตัวเต็มวัย ตัวอ่อน และไข่ โดยใช้ร่า 2 สกุล 3 ชนิด 17 ไอโซเลท ผลการทดลองในระยะตัวเต็มวัยพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 1×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ภายหลังฉีดพ่นรา 12 วัน ราที่มีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายดีที่สุด คือ *Metarhizium* sp. ไอโซเลท BCC30455 ทำให้เพลี้ยจักรจั่นตาย 55 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ *Beauveria bassiana* ไอโซเลท BCC26682 ทำให้เพลี้ยจักรจั่นตาย 45 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลการทดลองในระยะตัวอ่อนพบว่าราที่มีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายดีที่สุด คือ *M. anisopliae* ไอโซเลท BCC16000 และ *B. bassiana* ไอโซเลท BCC20196 ทำให้เพลี้ยจักรจั่นตาย 30 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผลการทดลอง

*ผู้รับผิดชอบบทความ : jureemart@yahoo.com

doi: 10.14456/tstj.2017.39

ในระยะไข่ ราที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือ *Metarhizium* sp. ไอโซเลท BCC16762 ทำให้ไข่ไม่ฟัก 35 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ *M. anisopliae* ไอโซเลท BCC22353 ทำให้ไข่ไม่ฟัก 25 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองสามารถคัดเลือกราไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมปริมาณแมลงพาหะได้

คำสำคัญ : เพลี้ยจั้นแมลงพาหะ; โรคใบขาวอ้อย; สาเหตุโรคแมลง

Abstract

The leafhopper *Matsumuratettix hiroglyphicus* is the vector of phytoplasma which cause the sugarcane white leaf disease. It is the most destructive disease of the sugarcane planting. The objective of this study was to test the efficiency of the entomopathogenic fungi against this leafhopper, the experiment conducted all insect life stages with fungi 2 genus 3 species and 17 isolates. The result of adult testing revealed that at concentration 1×10^8 spore/ml within 12 days of spraying, the *Metarhizium* sp. isolate BCC30455 showed the highest pathogenicity which 55 % of mortality. Follow by, *Beauveria bassiana* isolate BCC26682 was cause 45 % death. For the nymph stage, the *M. anisoliae* isolate BCC16000 and the *B. bassiana* isolate BCC20196 were show the nymph death with 30 %. While the eggs stage, the *Metarhizium* sp. isolate BCC16762 cause 35 % of unhatched and *M. anisopliae* isolate BCC22353 cause 25 % of unhatched. From the result of this experiment, all those mentioned isolates will be selected for control the leafhopper vector.

Keywords: leafhopper vector; sugarcane white leaf disease; entomopathogenic fungal

1. บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย และสามารถสร้างรายได้จากการส่งออกน้ำตาลและผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลได้เป็นหลักหนึ่งล้านบาท [1] โดยประเทศไทยจัดเป็นประเทศผู้ผลิตน้ำตาลอันดับ 3 ของโลก รองจากประเทศไทยและอินเดีย ซึ่งปริมาณผลผลิตอ้อย (รวมทุกสายพันธุ์) ของประเทศไทยภายในปี พ.ศ. 2558 อยู่ที่ 108.90 ล้านตัน และคาดการณ์ว่าปริมาณผลผลิตอ้อยภายในปี พ.ศ. 2559 จะมีแนวโน้มลดลงอยู่ที่ 104.38 ล้านตัน [2] ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งที่สร้างความเสียหายและส่งผลกระทบให้อ้อยสูญเสียผลผลิตไปเป็นมูลค่าสูง สาเหตุหนึ่งเกิดจากปัญหารโรค

ใบขาวอ้อย (sugarcane white leaf disease) จัดเป็นโรคที่สำคัญของการปลูกอ้อยในประเทศไทยและทวีปเอเชียทั่วโลกเนื่อง因为 มีสาเหตุมาจากการเชื้อไฟโตพลาสما (phytoplasma) ซึ่งสามารถแพร่ระบาดผ่านทางท่อนพันธุ์อ้อยที่มีเชื้อไฟโตพลาสماอยู่ และมีเพลี้ยจั้น *Matsumuratettix hiroglyphicus* (Matsunura) เป็นแมลงพาหะที่สำคัญ โดยพฤติกรรมการเคลื่อนที่และการดูดกินของแมลงพาหะดังกล่าว มีผลโดยตรงต่อการแพร่ระบาดของโรคใบขาว เนื่องจากเพลี้ยจั้นเป็นแมลงปากดูด ภายหลังที่แมลงได้รับเชื้อจากการดูดกินน้ำเลี้ยงที่ต้นอ้อยที่เป็นโรคใบขาวอ้อยแล้ว เชื้อไฟโตพลาสماจะถูกส่งผ่านไปตามต่อมน้ำลายท่อทางเดินอาหาร hemolymph อย่างรวดเร็ว

แล้วเกิดการเพาะขยายเชื้อโรคภายในตัวแมลง โดยเชื้อสามารถถ่ายทอดได้ทั้งในระยะตัวเต็มวัยและตัวอ่อน หรือจากรุ่นพ่อแม่สู่รุ่นลูกผ่านทางไข่ได้ [3]

การควบคุมแมลงโดยชีววิธี (biological control) เป็นการใช้ศัตรูธรรมชาติของแมลงในการควบคุม โดยใช้สิ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติตามช่วยทำลายแมลงศัตรู เพื่อลดการควบคุมแมลงศัตรูจากวิธีการใช้สารเคมีมาส่งเสริมการใช้สารทางชีวภาพ (biopesticide) เป็นการสร้างความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม คำนึงถึงความปลอดภัยของมนุษย์และสัตว์เป็นสำคัญ โดยราสาเหตุโรคแมลง (entomopathogenic fungi) เป็นหนึ่งในวิธีการควบคุมแมลงโดยชีววิธี สามารถเข้าทำลายแมลงที่อาศัยอยู่ได้ โดยสปอร์ของราจะไปตกที่บริเวณผิวของตัวแมลง เมื่อได้รับความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม สปอร์ของราจะออกแล้วแทรกหลุดผ่านผิวชั้นคิวติเคิล (cuticle) และซ่องเปิด เช่น รูทายใจหรือบาดแผล เข้าไปในตัวแมลงแล้วดูดซึมสารอาหารทำลายเนื้อเยื่อและระบบอวัยวะต่าง ๆ หรือบางชนิดอาจปลดปล่อยสารพิษ แล้วขยายเพิ่มจำนวนจนทั่วตัวแมลง จากนั้นจะปรากฏเห็นเส้นใยหรือไอกา (hypha) เจริญปักคุณที่ผิวภายนอกของตัวแมลง [4] ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีการนำราสาเหตุโรคแมลงไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมแมลงศัตรุกันอย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ยังพบว่าแนวโน้มของการนำราสาเหตุโรคแมลงมาใช้ควบคุมจำนวนประชากรของแมลงศัตรูยังมีเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน

จากรายงานการศึกษาถึงแนวทางการนำราสาเหตุโรคแมลงมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรุพืช เช่น การใช้รา *Metarhizium anisopliae* ในการควบคุมแมลงวันผลไม้ (*Ceratitis capitata*) [5] การใช้รา *Beauveria bassiana* และรา *M. anisopliae*ในการเข้าทำลายตัวเจ้าลำต้นกล้วย (*Odoiporus longicollis*) ในห้องปฏิบัติการ [6] การประเมินรา *B.*

bassiana สายพันธุ์ ATCC 74040 ในการจัดการแมลงวันผลไม้ (*C. capitata*) [7] การใช้ราสาเหตุโรคแมลงในการทำลายยุงกันปล่อง (*Anopheles funestus*) [8] การใช้รา *M. anisopliae* JEF-003 ที่จำแนกได้จากตัวอ่อนของหนอนนก (*Tenebrio molitor*) ในการควบคุมตัวอ่อนของยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) [9] การใช้รา *M. anisopliae* ไอโซเลท PSUM04 ควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก (*Lipaphis erysimi*) ในผักชนิดน้ำระบบท้อโดโรเปนิกส์ [10] การใช้รา *B. bassiana* และ *Purpureocillium lilacinum* ที่อาศัยอยู่ในต้นพืชมาควบคุมหนอนเจาะสมอฝ้าย (*Helicoverpa zea*) [11] การทดสอบประสิทธิภาพของสารชีวภัณฑ์รากกำจัดแมลงในการควบคุมตัวแมลงผักแครabeiyai (*Phyllotreta striolata*) ในเบื้องต้นพื้นที่สูงของจังหวัดเชียงใหม่ [12] อี่างไรก็ตามสำหรับเพลี้ยจักจั่นที่เป็นแมลงพาหะนำโรคใบขาวอ้อย *M. hiroglyphicus* นั้น ยังไม่เคยมีการศึกษาถึงการนำราสาเหตุโรคแมลงมาใช้ในการควบคุมจำนวนประชากรของแมลงพาหะมาก่อน

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการควบคุมและป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นแมลงพาหะนำโรคใบขาวอ้อยด้วยการใช้ราสาเหตุโรคแมลงในสกุล *Metarhizium* และ *Beauveria* และเพื่อนำราที่มีประสิทธิภาพไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ในการลดปริมาณประชากรแมลงต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเลี้ยงเพิ่มปริมาณแมลงพาหะเพื่อใช้ในการทดสอบ

โดยตักจับเพลี้ยจักจั่น *M. hiroglyphicus* ในอำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น ในช่วงที่มีการระบาด คือ เดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม พ.ศ. 2558 โดยใช้กับดักแสงไฟและอุปกรณ์หลอดดูดแมลง ตั้งแต่

เวลา 18:30 ถึง 20:30 น. นำแมลงที่ได้มาเลี้ยงบนต้นอ้อยที่มีการพลาสติกครอบและมีรายโรงรอบโคนต้นเพื่อสำหรับเป็นที่วางไข่และเพิ่มปริมาณ โดยเลี้ยงไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส

2.2 ราสาเหตุโรคแมลงที่นำมาใช้ทดสอบ

ราที่นำมาทดสอบนั้น เป็นราที่ได้รับมาจาก

ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (National Center for Genetic Engineering and Biotechnology) ประกอบด้วยรา 2 สกุล 3 ชนิด (*Metarhizium* sp., *M. anisopliae* และ *B. bassiana*) จำนวน 17 ไอโซเลท ซึ่งคัดเลือกมาจากราที่พบจากตัวแมลงในอันดับ Hemiptera (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ราสาเหตุโรคแมลง 17 ไอโซเลท ที่ใช้ศึกษา ซึ่งนำมาจากศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

ลำดับ	ไอโซเลท	ชื่อวิทยาศาสตร์	อันดับของแมลงอาศัยที่พบ
1	BCC27998	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Hemiptera
2	BCC16000	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Hemiptera
3	BCC16762	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Hemiptera
4	BCC12817	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Orthoptera
5	BCC22353	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Coleoptera
6	BCC35992	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Coleoptera
7	BCC32164	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Dictyoptera
8	BCC30455	<i>Metarhizium</i> sp.	Hemiptera
9	BCC22046	<i>Metarhizium</i> sp.	Hemiptera
10	BCC29224	<i>Metarhizium</i> sp.	Hemiptera
11	BCC22355	<i>Beauveria bassiana</i>	Hemiptera
12	BCC20196	<i>Beauveria bassiana</i>	Hemiptera
13	BCC26682	<i>Beauveria bassiana</i>	Hemiptera
14	BCC25948	<i>Beauveria bassiana</i>	Hemiptera
15	BCC19930	<i>Beauveria bassiana</i>	Coleoptera
16	BCC19012	<i>Beauveria bassiana</i>	Coleoptera
17	BCC14482	<i>Beauveria bassiana</i>	Coleoptera

2.3 การเตรียมสารแขวนลอยรา

เลี้ยงราแต่ละไอโซเลทเพื่อเพิ่มจำนวนในอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน หรือจนกว่าจะสร้างสปอร์สมบูรณ์ จากนั้นเตรียมสารแขวนลอยราแต่ละไอโซเลทในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 15 มิลลิลิตรที่ผสมสาร Tween 80 ที่ความเข้มข้น 0.1

เปอร์เซ็นต์ ด้วยการขุดโคนนิเดียรากจากผิวน้ำของอาหาร PDA ลงในน้ำ ผสมให้เข้ากัน แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง เพื่อให้ได้สปอร์ของราแขวนลอยในน้ำ เจือจางสารแขวนลอยรา แล้วนำไปตรวจนับปริมาณสปอร์ต่อปริมาตรด้วย haemacytometer แล้วนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของสปอร์และปรับระดับความเข้มข้นให้ได้ 1×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร [10,13,14]

2.4 การทดสอบประสิทธิภาพของการเข้าทำลายแมลงในระยะตัวเต็มวัยและตัวอ่อน

ทดสอบประสิทธิภาพของราบันตัวเต็มวัย และตัวอ่อนเพลี้ยจั้น *M. hiroglyphicus* โดยฉีดพ่นสารเคมีลดอุรากความเข้มข้นให้ได้ 1×10^8 สปอร์ต่อ มิลลิลิตร ลงบนตัวของแมลง หลังจากนั้นนำไปเลี้ยงในกรงพลาสติกที่มีต้นอ้อยอยู่ วางแผนการรักษาความชื้น แล้วนำไปเลี้ยงในห้องควบคุมอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) โดยแต่ละไอโซเลทมี 4 ชั้นการทดลอง ใช้เพลี้ยจั้นชั้ล 5 ตัว และใช้น้ำกลั่นผสมสาร Tween 80 ที่ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ เป็นกลุ่มควบคุม บันทึกจำนวนเพลี้ยจั้นที่ตายทุก ๆ วัน เป็นเวลา 12 วัน นำชากแมลงที่ตายมาวางบนกระดาษกรองที่ชื้น เพื่อตรวจสอบว่ามีสปอร์ของราบันตัวแมลงหรือไม่มี สปอร์ร้าเกิดขึ้น นำมาตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์และนำห่วงเยื่อเชือ (loop) แตะสปอร์ร้ามาเลี้ยงบนอาหาร PDA เพื่อเป็นการยืนยันว่าแมลงดังกล่าวตายด้วยราที่ทดสอบ

2.5 การทดสอบประสิทธิภาพของการเข้าทำลายแมลงในระยะไข่

ทดสอบประสิทธิภาพของราบันไข่เพลี้ยจั้น *M. hiroglyphicus* โดยคัดเลือกไข่ที่มีลักษณะเต่ง ผิวเรียบ มีสีเหลืองอ่อน ปราศจากสารเคมีและตัวแมลง มาใส่ในภาชนะพลาสติกขนาดเดือนผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ที่มีทรายอยู่ หยดสารละลายhexanolอย่างรากษาความเข้มข้น 1×10^8 สปอร์ต่อ มิลลิลิตร ลงไปบริมภาชนะ 10 ไมโครลิตร แล้วนำไปวางบนกระดาษกรองที่ชุ่มน้ำ ช่องรอยในจานเพาะเลี้ยง (petri dish) ปิดฝาและพันจานเพาะเลี้ยงด้วยพาราฟิล์ม (parafilm) เพื่อเป็นการรักษาความชื้น วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยแต่ละไอโซเลทมี 4 ชั้นการทดลอง ใช้ไข่ชัล 5 ฟอง และ

ใช้น้ำกลั่นผสมสาร Tween 80 ที่ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ เป็นกลุ่มควบคุม บันทึกจำนวนไข่ที่ไม่ฟักทุก ๆ 2 วัน เป็นเวลา 12 วัน นำชากระดูกสันใหญ่ของราและความผิดปกติด้วยกล้องจุลทรรศน์

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ประสิทธิภาพของการสาเหตุโรคแมลงในกระบวนการเข้าทำลายเพลี้ยจั้น *M. hiroglyphicus*

ผลการวิจัยพบว่าราที่นำมาทดสอบสามารถทำให้เพลี้ยจั้นตายได้ทุกไอโซเลท มีอัตราการตายของแมลงระยะตัวเต็มวัยตั้งแต่ 5-55 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) ทั้งนี้ราที่นำมาใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพ เป็นราที่สามารถเข้าทำลายแมลงอาศัยหรือสามารถก่อให้เกิดโรคได้กับแมลงหลายชนิด [4] เพลี้ยจั้นที่เราไอโซเลಥั้งกล่าวเข้าทำลายจึงตายได้ทุกไอโซเลท โดยรา 2 ไอโซเลท แรกที่ทำให้อัตราการตายของแมลงสูงที่สุด ได้แก่ รา *Metarhizium* sp. ไอโซเลท BCC30455 มีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงในระยะตัวเต็มวัยดีที่สุด คือ ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^8 สปอร์ต่อ มิลลิลิตร ทำให้เพลี้ยจั้นตาย 55 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการฉีดพ่นรา 12 วัน รองลงมา คือ รา *B. bassiana* ไอโซเลท BCC26682 ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^8 สปอร์ต่อ มิลลิลิตร ทำให้เพลี้ยจั้นตาย 45 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการฉีดพ่นรา 12 วัน จากการทดลองพบว่าเพลี้ยจั้นเริ่มตายหลังจากฉีดพ่นราในวันที่ 3 แต่ยังไม่เส้นใหญ่ของราขึ้นปกคลุมตามลำตัวของแมลงและจะเห็นเส้นใหญ่ที่ผิวภายนอกของแมลงชัดเจนภายในวันที่ 9 วัน (รูปที่ 1 ก และ 1ข) จากนั้นนำชากระดูกสันใหญ่ที่ด้วยราไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์และนำสปอร์ร้าที่ปราศจากน้ำไปวางบนอาหาร PDA พบร้าเมื่อสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะปราศจากน้ำและเส้นใหญ่และสปอร์ร้า

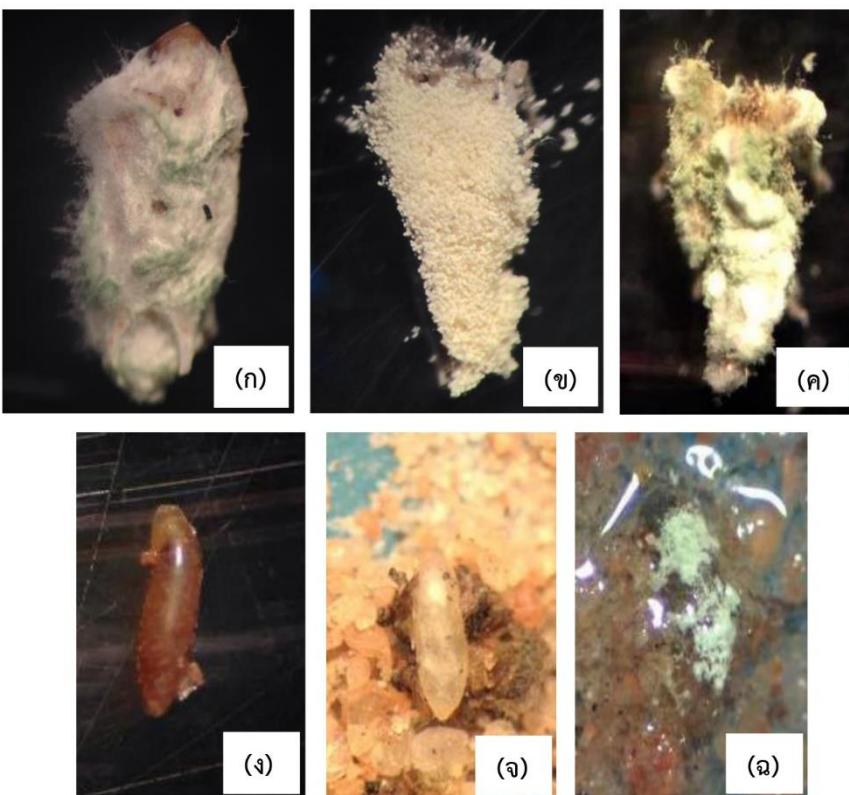
ของรากน้ำแมลง ประกอบกับราที่เจริญบนอาหาร PDA มีลักษณะโคลนเนื่องจากมีอนุภูมิคุณนิดนั้น ๆ จึงเป็นการยืนยันว่าแมลงตายจากรากชนิดที่นำมาทดสอบ การทดสอบประสิทธิภาพของรา *Metarhizium* และ *Beauveria* กับแมลงระยะตัวเต็มวัยอื่น ๆ เช่น การทดสอบความรุนแรงของราสาเหตุโรคแมลงจำนวน 12 ไอโซเลท ของ *Beauveria* และ *Metarhizium* กับตัวเต็มวัยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens*) พบว่ามีช่วงการตายสะสมของแมลงอยู่ที่ 17.2-82.1 เปอร์เซ็นต์ ภายในหลังการให้รา 10 วัน ความรุนแรงระหว่างราของไอโซเลทที่ทดสอบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดย *M. flavoviride* ไอโซเลท Mf82 และ

M. anisopliae ไอโซเลท Ma20 มีความรุนแรงมากที่สุดและมีอัตราการตายสะสม 82.1 เปอร์เซ็นต์ และ 65.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ[13] การศึกษาประสิทธิภาพของรา *Metarhizium* spp. ไอโซเลทภาคตะวันออกเฉียงเหนือในการควบคุมแมลงศัตรูที่สำคัญทางเศรษฐกิจ พบว่าการทดสอบกับตัวเต็มวัยยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ด้วยสารเข่านลอยราที่ระดับความเข้มข้น 6×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายอยู่ระหว่าง 6.00-80.67 เปอร์เซ็นต์[15] การทดสอบประสิทธิภาพรา *M. anisopliae* ไอโซเลท Tk4 ต่อการเข้าทำลายปลวก (*Coptotermes formosanus*) พบว่าภายในหลังการให้

ตารางที่ 2 ผลของการทดสอบประสิทธิภาพแมลงในการเข้าทำลายเพลี้ยจั้น *M. hiroglyphicus* ในระยะตัวเต็มวัย ตัวอ่อนและไข่ ภายในหลังการฉีดพ่นสารเข่านลอยรา 12 วัน

ลำดับ	ไอโซเลท	ชื่อวิทยาศาสตร์	เปอร์เซ็นต์การตายของแมลง/ไข่ที่ไม่ฟัก		
			ตัวเต็มวัย	ตัวอ่อน	ไข่
-	control	-	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
1	BCC27998	<i>Metarhizium anisopliae</i>	10.00±11.55 ^{c1/}	5.00±10.00	15.00±19.15 ^b
2	BCC16000	<i>Metarhizium anisopliae</i>	15.00±19.15 ^{bc}	30.00±25.82	5.00±10.00 ^b
3	BCC16762	<i>Metarhizium anisopliae</i>	20.00±0.00 ^{bc}	25.00±30.00	35.00±25.17 ^a
4	BCC12817	<i>Metarhizium anisopliae</i>	15.00±10.00 ^{bc}	10.00±20.00	10.00±11.55 ^b
5	BCC22353	<i>Metarhizium anisopliae</i>	10.00±11.55 ^c	5.00±10.00	20.00±16.33 ^{ab}
6	BCC35992	<i>Metarhizium anisopliae</i>	5.00±10.00 ^c	20.00±0.00	10.00±11.55 ^b
7	BCC32164	<i>Metarhizium anisopliae</i>	15.00±19.15 ^{bc}	0.00±0.00	10.00±11.55 ^b
8	BCC30455	<i>Metarhizium</i> sp.	55.00±34.16 ^a	5.00±10.00	5.00±10.00 ^b
9	BCC22046	<i>Metarhizium</i> sp.	15.00±10.00 ^{bc}	5.00±10.00	5.00±10.00 ^b
10	BCC29224	<i>Metarhizium</i> sp.	5.00±10.00 ^c	0.00±0.00	5.00±10.00 ^b
11	BCC22355	<i>Beauveria bassiana</i>	20.00±23.09 ^{bc}	20.00±0.00	0.00±0.00 ^b
12	BCC20196	<i>Beauveria bassiana</i>	20.00±23.09 ^{bc}	30.00±47.61	0.00±0.00 ^b
13	BCC26682	<i>Beauveria bassiana</i>	45.00±37.86 ^{ab}	10.00±11.55	0.00±0.00 ^b
14	BCC25948	<i>Beauveria bassiana</i>	10.00±11.55 ^c	10.00±11.55	10.00±20.00 ^b
15	BCC19930	<i>Beauveria bassiana</i>	30.00±20.00 ^{abc}	10.00±11.55	10.00±11.55 ^b
16	BCC19012	<i>Beauveria bassiana</i>	25.00±19.15 ^{abc}	20.00±16.33	0.00±0.00 ^b
17	BCC14482	<i>Beauveria bassiana</i>	30.00±25.82 ^{abc}	15.00±10.00	0.00±0.00 ^b

^{1/}ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งตามด้วยอักษรที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



รูปที่ 1 เพลี้ยจักจั่น *Matsumuratettix hiroglyphicus* ระยะตัวเต็มวัยที่ถูกเข้าทำลายโดยรา *Metarhizium* sp. BCC30455 (ก) และรา *Beauveria bassiana* BCC26682 (ข) ระยะตัวอ่อนวัยที่ 3 ที่ถูกเข้าทำลายโดยรา *Metarhizium anisopliae* BCC16000 (ค) ลักษณะของไข่ภายหลังได้รับสารเคมี ไบผิดปกติมีสีเหลืองส้ม (ง) ไบผิดปกติพบรสเนื้นไยราปกคลุม (จ) ราเข้าทำลายตัวอ่อนที่ฟักในระยะแรก (ฉ)

สารเคมีนี้ทำลายตัวอ่อนของแมลงศักดิ์สิทธิ์ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^7 สปอร์ต่อ มิลลิลิตร 2-4 วัน ทำให้ปลวกมีอัตราการตายระหว่าง 23.3-86.6 เปอร์เซ็นต์ และภายใน 4-7 วัน พบรสเนื้นไยราปกคลุมและปรากฏสปอร์สีเขียวของรา *M. anisopliae* และ *B. bassiana* ที่แยกได้จากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล พบรสเนื้นไยราที่ระดับความเข้มข้น 1×10^8 สปอร์ต่อ มิลลิลิตร ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายประมาณ 75 และ 58.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ [14] การศึกษาประสิทธิภาพ

ของรา *B. bassiana* ในการเข้าทำลายมนุษย์ (*Lygus lineolaris*) ด้วงวงเจาตา (*Anthonomus signatus*) และ ด้วงวงเจาراك (*Otiorhynchus ovatus*) สตอร์เบอร์รี่ พบรสเนื้นไยราที่ระดับความเข้มข้น 1×10^7 สปอร์ต่อ มิลลิลิตร ทำให้แมลงศัตรูสตอร์เบอร์รี่มีอัตราการตายอยู่ระหว่าง 23.3-100 เปอร์เซ็นต์ [17] ดังนั้นประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงสัตว์อยู่กับความรุนแรง ชนิดและไอโซเลทของราที่มีความแตกต่างกัน รวมทั้งชนิดของแมลงที่มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเป็นปัจจัยในการ

ขัดขวางการเข้าทำลายแมลงของรา เช่น ความหนาของผนังลำตัวหรือแมลงบางชนิดอาจอยู่ในระยะที่ไม่มีปีกได้แก่ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิดปีกสั้นและเพลี้ยอ่อนที่ไม่มีปีก

ส่วนราที่นำมาทดสอบกับแมลงระยะตัวอ่อนวัยที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การตายตั้งแต่ 0-30 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) โดยราที่ทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงสูงที่สุด ภายหลังการฉีดพ่นราแล้ว 12 วัน ได้แก่ รา *M. anisopliae* ไอโซเลท BCC16000 (รูปที่ 1ค) และรา *B. bassiana* ไอโซเลท BCC20196 มีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงในระยะตัวอ่อนดีที่สุด คือ ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^8 สปอร์ต่อ มิลลิลิตร ทำให้เพลี้ยจักจี้ตาย 30 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการฉีดพ่นรา 12 วัน รองลงมา คือ รา *B. bassiana* ไอโซเลท BCC16762 ทำให้เพลี้ยจักจี้ตาย 25 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายกับระยะตัวเต็มวัย พบร่วมตัวอ่อนมีเปอร์เซ็นต์การตายน้อยกว่า ทั้งนี้เนื่องจากระยะตัวอ่อนของเพลี้ยจักจี้มีการลอกคราบเปลี่ยนวัย ทำให้สปอร์ร่าหลุดออกจากตัวแมลงได้ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการด้านทานของแมลงต่อการเข้าทำลายของรา [18] เช่นเดียวกับประสิทธิภาพของราในการเข้าทำลายแมลงในระยะตัวเต็มวัย คือ ความรุนแรงขึ้นอยู่กับชนิดไอโซเลಥองรา รวมทั้งชนิดของแมลง เช่น การคัดเลือกรา *B. bassiana* เพื่อทดสอบความรุนแรงกับตัวอ่อนแมลงหัวขาว 2 ชนิด (*Bemisia tabaci* และ *Trialeurodes vaporariorum*) ภายใต้ห้องปฏิบัติการพบว่าสารเคมภัยราที่ระดับความเข้มข้น 1×10^7 สปอร์ต่อ มิลลิลิตร จากราทุกไอโซเลท สามารถก่อให้เกิดโรคกับแมลงหัวขาวได้ทั้ง 2 ชนิด โดยมีช่วงอัตราการตายระหว่าง 3-85 เปอร์เซ็นต์ [19] การทดสอบประสิทธิภาพของรา *B. bassiana* ต่อการควบคุมตัวอ่อนแมลงนูน (*Polyphyllea fullo*) ระยะตัว

อ่อนวัยที่ 1, 2 และ 3 พบร่วมกับสารเคมภัยราที่ระดับความเข้มข้น 4×10^9 สปอร์ต่อ มิลลิลิตร ทำให้ตัวอ่อนวัยที่ 1 และ 2 มีอัตราการตายระหว่าง 27.2-79.8 เปอร์เซ็นต์ และวัยที่ 3 มีอัตราการตายระหว่าง 17.5-71.6 เปอร์เซ็นต์ [20] การศึกษาผลของรา *B. bassiana* และ *M. anisopliae* กับตัวอ่อนตึกแต่นหนวดลาย (*Uvarovistia zebra*) พบร่วมกับสารเคมภัยรา *B. bassiana* และ *M. anisopliae* ที่ระดับความเข้มข้น 5×10^8 สปอร์ต่อ มิลลิลิตร ทำให้แมลงมีอัตราการตาย 57.7 และ 55.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ [21] การประเมินประสิทธิภาพของรา *B. Bassiana* ไอโซเลท Bb1801 ในการควบคุมตัวอ่อนเต่าทอง (*Dendroctonus valens*) พบร่วมกับสารเคมภัยราที่ระดับความเข้มข้น 1×10^7 สปอร์ต่อ มิลลิลิตร ใช้ระยะเวลาที่ทำให้แมลงตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (lethal time, LT₅₀) เท่ากับ 4.60 วัน [22]

ในขณะที่ราที่นำมาทดสอบกับระยะไข่ ทำให้มีเปอร์เซ็นต์ไข่ไม่ฟักตั้งแต่ 0-35 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) โดยราที่ทำให้เปอร์เซ็นต์ไข่ไม่ฟักสูงที่สุด ทำให้ไข่มีลักษณะผิดปกติและปราภูราที่ผิด ได้แก่ รา *Metarhizium* sp. ไอโซเลท BCC16762 คือ ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^8 สปอร์ต่อ มิลลิลิตร ทำให้ไข่ไม่ฟักแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญคิดเป็น 35 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ รา *M. anisopliae* ไอโซเลท BCC22353 ทำให้ไข่ไม่ฟัก 20 เปอร์เซ็นต์ และลักษณะของไข่ที่ไม่ฟักจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีเหลืองส้ม (รูปที่ 1ง) และปราภูราขึ้นที่ผิดของไข่ (รูปที่ 1จ) ซึ่งปัจจัยที่ขัดขวางการเข้าทำลายของราในระยะไข่อาจเนื่องจากไม่มีการป้องกันทางสรีรวิทยาด้วยเยื่อหุ้มไข่ชั้นนอก (egg chorion) [23] และที่ผิดของไข่เคลือบด้วยไข่ (waxy coating) ซึ่งป้องกันน้ำและยับยั้งการเข้าทำลายของรา [24] อย่างไรก็ตาม ไข่ที่ได้รับรา ไข่ที่ฟักออกเป็นตัวอ่อนในระยะแรกสามารถสัมผัสกับสปอร์รานบนเยื่อหุ้ม

ไข่ชั้นนอกในระหว่างการพักหรือสัมผัสกับราในสภาพแวดล้อมภายนอกบริเวณที่ไข่อยู่ได้ [25,26] (รูปที่ 1 ง) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้รามีเป็นผลทำให้เกิดการตายจนกระทั่งภายในห้องการพักไข่ โดยงานวิจัยที่ทดสอบประสิทธิภาพของราสาเหตุโรคแมลงกับระยะไข่ของแมลง เช่น การทดสอบประสิทธิภาพของรา *B. bassiana* ในการเข้าทำลายไข่ด้วงวงมะพร้าว (*Rhynchophorus ferrugineus*) พบว่าสารละลายhexane ลดความเข้มข้น 1×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ทำให้ไข่มีพัก 61.1 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการให้รา 4 วัน [27] การทดสอบความรุนแรงของรา *B. bassiana* ต่อเปอร์เซ็นต์การตายของไข่ไรแมงมุม (*Tetranychus cinnabarinus*) พบว่าภายหลังการฉีดพ่นลงบนไข่ 12 วัน ไข่ที่รา *B. bassiana* เข้าทำลายจะลดแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลส้ม พบรการเจริญเติบโตของราและสารละลายhexane ลดความเข้มข้น 5×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ทำให้ไข่มีพัก 65.4 เปอร์เซ็นต์[28] การศึกษาความอ่อนแองของไข่เห็บ (*Ornithodoros lahorensis*) ต่อการรับรองรา *M. anisopliae* และ *B. bassiana* พบว่าภายหลังไข่ได้รับสารละลายhexane ลดความเข้มข้น 1×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ไข่มีลักษณะหด เปลี่ยนเป็นสีแดง มีการสร้างสปอร์ที่ผิวของไข่และมีอัตราการไม่พักไข่ 85.5 เปอร์เซ็นต์ [29]

4. สรุป

การทดสอบประสิทธิภาพของราสกุล *Metarhizium* และ *Beauveria* พบว่าราทุกไอโซเลทมีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายเพลี้ยจักจั่น *M. hiroglyphicus* ได้ แต่มีระดับความรุนแรงแตกต่างกัน ในแต่ละไอโซเลท ดังนั้นจึงสามารถคัดเลือกราที่มีประสิทธิภาพที่ค่อนข้างดีกว่าราไอโซเลಥื่น ๆ ได้แก่ รา *Metarhizium* sp. ไอโซเลท BCC30455 และ

BCC16762 รา *M. anisopliae* ไอโซเลท BCC16000 และรา *B. bassiana* ไอโซเลท BCC26682 และ BCC20196 เป็นต้น นำไปพัฒนาเพื่อประยุกต์ใช้ในการควบคุมแมลงพาหะต่อไป เช่น การเพิ่มระดับความรุนแรงของรา โดยนำราที่คัดเลือกผ่านการเข้าทำลายแมลงพาหะชนิดนี้ เพื่อพื้นฟูประสิทธิภาพให้ดีกว่าเดิม ร่วมกับการปรับรูปแบบของราให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคต

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยเครือข่ายองค์กรบริหารงานวิจัยแห่งชาติ

6. รายการอ้างอิง

- [1] สุภารดี โพธิยะราช, 2559, บริหารงานวิจัยแบบมุ่งเป้า, จดหมายข่าวประชาสัมพันธ์ 21: 1-114.
- [2] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559, ภาวะเศรษฐกิจการเกษตรไตรมาส 1 ปี 2559 และแนวโน้มปี 2559, แหล่งที่มา : <http://www.oae.go.th/download/bapp/2559/outlook Q1-59.pdf>, 8 กรกฎาคม 2559.
- [3] Hanboonsong, Y., Choosai, C., Panyim, S. and Damak, S., 2002, Transovarial transmission of sugarcane white leaf phytoplasma in vector *Matsumuratettix hiroglyphicus* (Matsumura), Insect Mol. Biol. 11: 97-103.
- [4] Abrol, D.P., 2014, Integrated Pest Management, Academic Press, USA., 561 p.
- [5] นริศ ท้าวจันทร์ และอนุชิต ชินاجرิวงศ์, 2551, ประสิทธิภาพการควบคุมของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ในแมลงวันผลไม้ (Diptera:

- Tephritidae), วิทย. กษ. 39: 22-25.
- [6] แสงแข็ง น้ำวนนิช, วิญญาณ จรรตันเมธีกุล, โสภณ อุไรชื่น, วรารณ์ บุญเกิด, กัญานี สุวิทวัส และ สมชาย รณสินชัยกุล, 2557, ประสิทธิภาพของ เชื้อร้า *Beauveria bassiana* และ *Metarhizium anisopliae* ที่มีต่อด้วงเจ้าลำต้นกลวยใน สภาพห้องปฏิบัติการ, แก่นเกษตร 42: 707-711.
- [7] Ortú, S., Cocco, A. and Dau, R., 2009, Evaluation of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* strain ATCC 74040 for the management of *Ceratitis capitata*, Bull. Insectol. 62: 245-252.
- [8] Mouatcho J.C., 2010, The Use Entomopathogenic Fungi Against *Anopheles funestus* Giles (Diptera: Culicidae), Faculty of Science, Witwatersrand University.
- [9] Lee, S.J., Kim, S., Yu, J.S., Kim, J.C., Nai, Y.S. and Kim., J.S., 2015, Biological control of Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) using *Metarhizium anisopliae* JEF-003 millet grain, J. Asia. Pac. Entomol. 18: 217-221.
- [10] กนกกาญจน์ ตลิ่งผล และนริศ ท้าวจันทร์, 2557, การใช้เชื้อร้า *Metarhizium anisopliae* PSUM04 ควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Homoptera: Aphididae) ใน ผักคะน้าระบบไฮโดรโปนิกส์, แก่นเกษตร 42: 634-638.
- [11] Lopez, D.C. and Sword, G.A., 2015, The endophytic fungal entomopathogens *Beauveria bassiana* *Purpureocillium lilacium* enhance the growth of cultivated cotton (*Gossypium hirsutum*) and negatively affect survival of the cotton bollworm (*Helicoverpa zea*), Biol. Control 89: 53-60.
- [12] นาวิน สุขเลิศ, จิราพร กุลสาริน, ไสว บรรณพานิช พันธุ์ และวีระเทพ พงษ์ประเสริฐ, 2559, ประสิทธิภาพของสารชีวภัณฑ์เชื้อร้ากำจัดแมลงในการควบคุมด้วงหมัดผักແຄบลายในเบบี้อ่องเต็บน พื้นที่สูงของจังหวัดเชียงใหม่, ว.เกษตร 32: 171-180.
- [13] Li, M., Lin, H., Li, S., Chen, P., Jin, L. and Yang, J., 2012, Virulence of entomopathogenic fungi to adults and eggs of *Nilaparvata lugens* Stal (Homopera: Delphacidae), Afr. J. Agr. Res. 7: 2183-2190.
- [14] เพชรทัย ปฏิรูปานุสร และอัจฉราพร ณ ลำปาง เนินพลับ, 2550, ประสิทธิภาพของเชื้อร้าทำลาย แมลงต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสี เขียว, น. 144-154, การประชุมวิชาการข้าวและ จัญชิฟเมืองหนองคาย ประจำปี 2550, ปทุมธานี.
- [15] อัญชลี นาทองคำ, ศิวิลัย สิริมังครารัตน์, วีระ ศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์, ทัยรัตน์ อุ戎รักษ์ และ เบญจมาศ แก้วรัตน์, 2553, ประสิทธิภาพของ เชื้อร้าเขียว *Metarhizium* spp. ไอโซเลทภาค ตะวันออกเฉียงเหนือในการควบคุมแมลงศัตรูที่ สำคัญทางเศรษฐกิจ, ว.วิจัย มข. 15: 930-940.
- [16] Ravindran, K., Qiu, D., and Sivaramakrishnan, S., 2015, Sporulation characteristics and virulence of *Metarhizium anisopliae* against subterranean termites (*Coptotermes formosanus*), Intl. J. Microbiol. Res. 6: 1-4.
- [17] Sabbahi, R., Merzouki, A. and Guertin, C.,

- 2008, Efficacy of *Beauveria bassiana* against the strawberry pests, *Lygus lineolaris*, *Anthonomus signatus* and *Otiorrhynchus ovatus*, J. Appl. Entomol. 132: 151-160.
- [18] El-Sharabasy, H.M., 2015, Laboratory evaluation of the effect of the entomopathogenic fungi, *Hirsutella thompsonii* and *Paecilomyces fumosoroseus*, against the citrus brown mite, *Eutetranychus orientalis* (Acari:Tetranychidae), Plant Protect Sci. 51: 39-45.
- [19] Quesada-Moraga, E., Maranhao, E.A.A., Valverde-Garcia, P. and Santiago-Alvarez, C., 2006, Selection of *Beauveria bassiana* isolates for control of the whiteflies *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* on the basis of their virulence, thermal requirements, and toxicogenic activity, Biol. Contr. 36: 74-28.
- [20] Erler, F. and Ozgur Ates, A., 2015, Potential of two entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Coleoptera: Scarabaeidae), as biological control agents against the June beetle, J. Insect Sci. 15: 44-49.
- [21] Mohammadbeigi, A. and Port, G., 2015, Effect of Infection by *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on the feeding of *Uvarovistia zebra*, J. Insect Sci. 15: 88-91.
- [22] Zhang, L.W., Liu, Y.J., Yao, J., Wang, B., Huang, B., Li, Z.Z., Fan, M.Z. and Sun, J.H., 2011, Evaluation of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes) isolates as potential agents for control of *Dendroctonus valens*, J. Insect Sci. 18: 209-216.
- [23] Verde, G.L., Torta, L., Momdello V., Caldarella, C.G., Burruano, S. and Caleca, V., 2015, Pathogenicity bioassays of isolates of *Beauveria bassiana* on *Rhynchophorus ferrugineus*, Pest Manag Sci. 71: 323-328.
- [24] Gindin, G., Ment, D., Rot, A., Glazer, I. and Samish, M., 2009, Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae) to tick eggs and the effect of egg cuticular lipids on conidia development, J. Med. Entomol. 46: 531-538.
- [25] Mochi, D.A., Monteiro, A.C., Machado, A.C.R. and Yoshida, L., 2010, Efficiency of entomopathogenic fungi in the control of eggs and larvae of the horn fly *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae), J. Vet. Parasitol. 167:62–66.
- [26] Pereira, A., Casals, P., Salazar, A.M. and Gerding, M., 2011, Virulence and pre-lethal reproductive effects of *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* on *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae), Chilean J. Agr. Res. 71: 554-559.
- [27] Dembilio, O., Moraga, E.Q., Alvarez, C.S. and Jacas, J.A., 2010, Potential of an indigenous strain of the entomopatho-

- genic fungus *Beauveria bassiana* as a biological control agent against the Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*, J. Invertebr. Pathol. 104: 214-221.
- [28] Shi, W. B. and Feng, M. G., 2004, Lethal effect of *Beauveria bassiana* *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces fumosoroseus* on the eggs of *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetrany-
- chidae) with a description of a mite egg bioassay system, Biol. Contr. 30: 165-173.
- [29] Tavassoli, M., Malekifard, F., Soleimanza-deh, A., Pourseyed, S.H., Bernousi, I. and Mardani, K., 2012, Susceptibility of different life stages of *Ornithodoros lahorensis* to entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*, Parasitol Res. 111: 1779-1783.