รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) ในการปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์ด้วยเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium guizhoense* PSUM04 และ *Beauveria bassiana* PSUB01

Controlling of Mustard Aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) in Hydroponic System with Entomopathogenic Fungi, *Metarhizium guizhoense* PSUM04 and *Beauveria bassiana* PSUB01

นักวิจัย

ผศ.ดร.นริศ ท้าวจันทร์

รศ.ดร.อรัญ งามผ่องใส

นายปฐมพงษ์ วงศ์เลี้ยง

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2558 รหัสโครงการ NAT580198S

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชื่อโครงการวิจัย

(ภาษาไทย) การควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) ในการปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์ด้วยเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium guizhoense* PSUM04 และ *Beauveria bassiana* PSUB01

(ภาษาอังกฤษ) Controlling of mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) in hydroponic system with entomopathogenic fungi, *Metarhizium guizhoense* PSUM04 and *Beauveria bassiana* PSUB01

ผู้วิจัย

ผศ.ดร. นริศ ท้าวจันทร์	หัวหน้าโครงการวิจัย (40%)
หน่วยงานที่สังกัด	ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90112 โทรศัพท์ 074-286100 E-mail : narit.t@psu.ac.th
รศ.ดร. อรัญ งามผ่องใส	ผู้ร่วมโครงการวิจัย (30%)
หน่วยงานที่สังกัด	ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90112 โทรศัพท์ 074-286002 E-mail : aran.n@psu.ac.th
นายปฐมพงษ์ วงศ์เลี้ยง	ผู้ร่วมโครงการวิจัย (30%)
หน่วยงานที่สังกัด	คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90112 โทรศัพท์ 074-286231 E-mail : pathompong.w@hotmail.com

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในโครงการการควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) ในการปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์ด้วยเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium guizhoense* PSUM04 และ *Beauveria bassiana* PSUB01 ได้ดำเนินการและสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ งานวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปี 2558

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หน่วยงานต้นสังกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ เพื่อใช้ในการปฏิบัติงานวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงการอำนวยความสะดวกที่ทำให้การดำเนินงานวิจัยเป็นไปได้ด้วยดี

บทคัดย่อ

เพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของพืชผักตระกูลกะหล่ำหลายๆ ชนิด ดังนั้นการควบคุมเพลี้ยอ่อนผักจึงมีความจำเป็นเพื่อลดความเสียหายที่อาจเกิดต่อผลผลิต การควบคุมเพลี้ยอ่อนผักมีหลายวิธีด้วยกัน แต่การใช้เชื้อราโรคแมลงเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่เลือกนำมาใช้เนื่องจากปลอดภัย และมีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมแมลงศัตรูพืช ได้ทดสอบการก่อให้เกิดโรคแมลงและความรุนแรงของเชื้อรา *Metarhizium guizhouense* PSUM04 และ *Beauveria bassiana* PSUB01 กับเพลี้ยอ่อนผักที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง เชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 สามารถเข้าทำลายเพลี้ยอ่อนผักได้รุนแรงและพบการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากเชื้อราโรคแมลง *B. bassiana* PSUB01 (89.0%) และชุดควบคุม (4.0%) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) เมื่อนำเชื้อราโรคแมลงทั้ง 2 ชนิดมาทดสอบระดับความหนาแน่นของสปอร์ที่ 1×10^6, 1×10^7, 1×10^8 และ 1×10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ต่อการเข้าทำลายเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* พบว่า ที่ระดับความหนาแน่นของสปอร์ 1×10^8 และ 1×10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ส่งผลให้เพลี้ยอ่อนผักมีการรอดชีวิตน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับสปอร์แขวนลอยที่ระดับความหนาแน่นอื่นๆ และชุดควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* ที่ติดเชื้อราสามารถแพร่กระจายเชื้อราไปสู่เพลี้ยอ่อนผักปกติได้ เมื่อพ่นเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ที่อัตราส่วน 5:5 ส่งผลให้เพลี้ยอ่อนผักตายสูงสุด 73.0 ± 18.0 และ 50.0 ± 4.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีอัตราการรอดชีวิตเฉลี่ย 8.43 ± 0.5 และ 9.29 ± 0.6 วัน ตามลำดับ จากนั้นได้ศึกษาความสามารถของเชื้อราทั้งสองชนิดต่อการครอบครองต้นคะน้าในส่วนรากต้น และใบหลังจากใส่เชื้อราไปแล้ว 7, 14, 21 และ 28 วัน พบว่าเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้าได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อรา *B. bassiana* PSUB01 และชุดควบคุม เมื่อทดสอบเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 ในสภาพโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์ร่วมกับการปล่อยเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* บนต้นคะน้า พบว่าต้นคะน้าที่ใช้เชื้อราด้วยกรรมวิธีพ่นทางใบ การเทในระบบราก และการพ่นทางใบร่วมกับการเทในระบบรากมีความสูงของต้นคะน้ามากกว่าชุดควบคุมและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ส่วนความยาวรากในวันที่ 28 พบว่ามีแนวโน้มความยาวรากของต้นคะน้ามากกว่าชุดควบคุม สำหรับน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผักคะน้าในกรรมวิธีที่มีการใช้เชื้อราพ่นทางใบร่วมกับเทในระบบรากและการเทในระบบราก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติจากชุดควบคุมที่ไม่มีการใช้เชื้อรา (P<0.01) และเมื่อทำการประเมินการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* ในวันที่ 28, 35 และ 42 บนต้นคะน้า พบว่าในกรรมวิธีที่มีการใช้เชื้อราพ่นทางใบร่วมกับเทในระบบราก และการเทในระบบราก มีจำนวนประชากรเพลี้ยอ่อนผักน้อยกว่าชุดควบคุมและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติจากชุดควบคุมที่ไม่มีการใช้เชื้อรา (P<0.01) ดังนั้นเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 มีศักยภาพในการควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* ในผักคะน้าที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์

คำสำคัญ: เพลี้ยอ่อนผัก; *Lipaphis erysimi*; *Metarhizium anisopliae*; *Beauveria bassiana*; คะน้า; ไฮโดรโปนิกส์

Abstract

The Mustard aphid, *Lipaphis erysimi,* has economically significant effects on many cruciferous crops. The control of this insect pest is important for reducing crop losses and is accomplished via several methods. Use of entomopathogenic fungi is an alternative method of control that is environmentally safe and highly efficient. Pathogenicity and virulence of *Metarhizium guizhouense* PSUM04 and *Beauveria bassiana* PSUB01 were tested on *L. erysimi*. *M. guizhouense.* PSUM04 showed the most virulence on *L. erysimi* with 100 percent mortality, and a highly significant difference on *B. bassiana* PSUB01 and the control (P<0.01), with 89.0% and 4.0% mortality, respectively, within 96 h. The percentages of mortality of *L. erysimi* infected with both entomopathogenic fungi at 1×10^6, 1×10^7, 1×10^8 and 1×10^9 spore/ml were investigated. The spore concentrations at 1×10^8 and 1×10^9 spore/ ml had a lower average survival time than other spore concentrations and controls. The infected *L. erysimi* with *M. guizhouense* PSUM04 and *B. bassiana* PSUB01 transmitted the fungal spore to the normal *L. erysimi* population. The transmitted ratio of both entomopathogenic fungi at 5 : 5 showed the highest percentage of mortality with 73.0 ± 18.0 and 50.0 ± 4.7 percent, respectively, and had an average survival time of 8.43 ± 0.5 and 9.29 ± 0.6 days, respectively. The colonization of *M. guizhouense* PSUM04 and *B. bassiana* PSUB01 in Chinese kale were investigated. Both entomopathogenic fungi were colonized and detected in root, stem and leaf at 7, 14, 21 and 28 days after application of the fungi. *M. guizhouense* PSUM04 showed a more positive effect on plant growth than *B. bassiana* PSUB01 and the control. The Chinese kale treated with *M. guizhouense* PSUM04 and *L. erysimi* in a hydroponic crop system test showed a highly significant difference (P<0.01) of shoot length than the control, which had fungal applications of spray, pour and spray, and pour. The Chinese kale treated with *M. guizhouense* PSUM04 showed longer root length than the control at 28 days after application of the fungus. Chinese kale treated with a spray and pour application, and a pour application of *M. guizhouense* PSUM04, showed highly significant differences of fresh and dry weights from the control (without fungus) (P<0.01). In addition, the Chinese kale treated with *M. guizhouense* PSUM04 with a spray and pour application, and a pour application, had low *L. erysimi* infestation on Chinese kale at 28, 35 and 42 days after fungal application, and significantly different from the control (without fungus) (P<0.01). In conclusion, *M. guizhouense* PSUM04 was efficient at controlling *L. erysimi* in a hydroponic crop system.

Key words: Mustard aphid; *Lipaphis erysimi*; *Metarhizium anisopliae*; *Beauveria bassiana*; Chinese kale; Hydroponic

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
วิธีการทดลอง	6
ผลการทดลองและวิจารณ์	10
สรุปผลการทดลอง	37
เอกสารอ้างอิง	38
ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป	44
ภาคผนวก	45

สารบัญตาราง

		หน้า
Table 1	Percentage virulence (mean ± SEM) of *Metarhizium guizhouense* PSUM04 and *Beauveria bassiana* PSUB01 on mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.).	10
Table 2	Kaplan-Meier survival analysis of adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), infected with *Metarhizium guizhouense* PSUM04 in the laboratory	12
Table 3	Lethal time (LT_{50} and LT_{90}) (mean ± SEM) of different conidia concentration of *Metarhizium guizhouense* PSUM04 infected adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), in the laboratory	12
Table 4	Kaplan-Meier survival analysis of adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), infected with *Beauveria bassiana* PSUB01 in the laboratory	14
Table 5	Lethal time (LT_{50} and LT_{90}) (mean ± SEM) of different conidia concentration of *Beauveria bassiana* PSUB01 infected adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), in the laboratory	14
Table 6	Lethal concentration (LC_{50} and LC_{90}) (mean ± SEM) of *Beauveria bassiana* PSUB01 and *Metarhizium guizhouense* PSUM04 infected adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), in the laboratory	14
Table 7	Kaplan-Meier survival analysis of fungal transmission of infected adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), with *Metarhizium guizhouense* PSUM04 in laboratory	16
Table 8	Kaplan-Meier survival analysis (mean ± SEM) of fungal transmission of infected adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), with *Beauveria bassiana* PSUB01 in laboratory	17
Table 9	The incidence of endophytic entomopathogenic fungi, *Metarhizium guizhouense* PSUM04 and *Beauveria bassiana* PSUB01, in leaf, stem and root of Chinese kale after treated the fungus by spray and pour methods on day 7, 14, 21 and 28. The control was un-treated the fungi.	28

สารบัญรูป

		หน้า
Figure 1	Characteristic of infected mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach), with *Metarhizium guizhouense* PSUM04 (A) and *Beauveria bassiana* PSUB01 (B)	10
Figure 2	Cumulative percentage mortality (mean ± SEM) of adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), infected with *Metarhizium guizhouense* PSUM04 in the laboratory	11
Figure 3	Cumulative percentage mortality (mean ± SEM) of adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), infected with *Beauveria bassiana* PSUB01 in the laboratory	13
Figure 4	Cumulative percentage mortality (mean ± SEM) of different fungal transmission of infected adult aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), with *Metarhizium guizhouense* PSUM04 to healthy population in laboratory	14
Figure 5	Cumulative percentage mortality (mean ± SEM) of different fungal transmission of infected adult aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), with *Beauveria bassiana* PSUB01 to healthy population in laboratory	16
Figure 6	Shoot (A) and root length (B) (mean ± SEM) of Chinese kale treated with different applications of *Metarhizium guizhouense* PSUM04. The mean of shoot and root length were compared by Tukey's rang test (P = 0.01 and 0.05)	18
Figure 7	Shoot (A) and root length (B) (mean ± SEM) of Chinese kale treated with different applications of *Beauveria bassiana* PSUB01. The mean of shoot and root length were compared by Tukey's rang test (P = 0.01 and 0.05)	19
Figure 8	Fresh (A) and dry (B) weight (mean ± SEM) of Chinese kale treated with different applications of *Metarhizium guizhouense* PSUM04 and *Beauveria bassiana* PSUB01. All treatments were not significantly different by Tukey's rang test (P>0.05).	20
Figure 9	Shoot (A) and root length (B) (mean ± SEM) of Chinese kale treated with different applications of *Metarhizium guizhouense* PSUM04. The aphids were released on day 14. The mean of shoot and root length were compared by Tukey's rang test (P<0.05).	22
Figure 10	Fresh (A) and dry (B) weight (mean ± SEM) of Chinese kale is treated with different applications of *Metarhizium guizhouense* PSUM04. The mean of fresh and dry weight are compared by Tukey's rang test (P<0.05).	23

สารบัญรูป

		หน้า
Figure 11	Characterization of Chinese kale after treated with *Metarhizium guizhouense* PSUM04 by different application methods; spray, pour and spray + pour, and coincidence with aphid infestation. The control is not treat with the fungus.	23
Figure 12	Shoot (A) and root length (B) (mean ± SEM) of Chinese kale treated with different applications of *Beauveria bassiana* PSUB01. The aphids were released on day 14. The mean of shoot and root length were compared by Tukey's rang test (P<0.05 and P>0.05).	25
Figure 13	Fresh (A) and dry (B) weight (mean ± SEM) of Chinese kale treated with different applications of *Beauveria bassiana* PSUB01. The mean of fresh and dry weight are compared by Tukey's rang test (P>0.05).	26
Figure 14	Characterization of Chinese kale after treated with *Beauveria bassiana* PSUM01 by different application methods; spray, pour and spray + pour, and coincidence with aphid infestation. The control is untreated with the fungus.	27
Figure 15	The fungal colony of endophytic entomopathogenic fungi, *Metarhizium guizhouense* PSUM04 (D-I) and *Beauveria bassiana* PSUB01 (J-O), in leaf, stem and root of Chinese kale after treated with the fungus by spray (D, E, F and J, K, L) and pour (G, H, I and M, N, O) methods on day 28. The control was un-treated the fungi (A)-(C).	29
Figure 16	Shoot (A) and root length (B) (mean ± SEM) of Chinese kale treated with different applications of *Metarhizium guizhouense* PSUM04. The aphids were released on day 14. The mean of shoot and root length were compared by Tukey's rang test (P<0.05).	31
Figure 17	Fresh (A) and dry (B) weight (mean ± SEM) of Chinese kale treated with different applications of *Metarhizium guizhouense* PSUM04. The mean of shoot and root length were compared by Tukey's rang test (P<0.05).	32
Figure 18	Level of mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach), distribution on different treatment of *Metarhizium guizhouense* PSUM04. The mean of shoot and root length were compared by Turkey's HSD test (P<0.01)	33

สารบัญรูป

		หน้า
Figure 19	Characteristic of Chinese kale infestation with mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach)	34
Figure 20	Characteristic of Chinese kale after infested 42 days with mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) in hydroponic system. The Chinese kale is inoculated with *Metarhizium guizhouense* PSUM04 at 1×10^{8} spore/ml by spray, pour and spray + pour, every 7 days. The control (water) is untreated.	34

บทนำ

ปัจจุบันการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ได้รับความนิยมมากขึ้นทำให้มีการปลูกกันแพร่หลายทั้งในเชิงการค้าขนาดใหญ่ ผู้ประกอบการรายย่อย หรือแม้แต่การปลูกไว้รับประทานในครัวเรือน มีพืชหลายชนิดที่สามารถปลูกได้ในระบบไฮโดรโปนิกส์ เช่น กลุ่มผักสลัดซึ่งมีหลายชนิด ได้แก่ กรีนโอ๊ค (green oak) เรดโอ๊ค (red oak) กรีนคอส (green cos) บัตเตอร์เฮด (butter head) เรดคอรอล (red coral) บัตตาเวีย (Battavia) ผักตระกูลกะหล่ำชนิดต่างๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ผักกาดขาวไดโตเกียว ผักกาดฮ่องเต้หรือกวางตุ้งฮ่องเต้ ผักคะน้า รวมทั้งผักบุ้งและผักโขม ถึงแม้ว่าการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์สามารถหลีกเลี่ยงการระบาดของแมลงศัตรูบางชนิดได้ แต่ยังพบว่าเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* (Kalt.) สามารถเข้าทำลายและมีการระบาดบ่อยครั้งในพืชตระกูลกะหล่ำที่ปลูกในระบบดังกล่าว จึงกล่าวได้ว่าเป็นแมลงศัตรูพืชสำคัญชนิดหนึ่งที่สร้างความเสียหายแก่ผู้ผลิตพืชผักตระกูลกะหล่ำในระบบไฮโดรไปนิกส์ในปัจจุบัน

การควบคุมเพลี้ยอ่อนชนิดดังกล่าวมีหลายแนวทาง แต่การใช้สารฆ่าแมลงในการควบคุมเป็นที่นิยมของเกษตรกรเนื่องจากให้ผลอย่างรวดเร็ว หาซื้อได้ง่าย สารฆ่าแมลงที่กรมวิชาการเกษตร (2553) แนะนำให้ใช้ควบคุมเพลี้ยอ่อนชนิดนี้คือ สารโปรฟีโนฟอส (profenofos) และสารโปรไธโอฟอส (prothiofos) แต่อย่างไรก็ตาม สารทั้ง 2 ชนิดดังกล่าว อาจส่งผลกระทบต่อผู้ผลิตและผู้บริโภคหากใช้ไม่ถูกต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารฆ่าแมลงทั้ง 2 ชนิดนี้ ห้ามใช้สำหรับพืชผักส่งออกสหภาพยุโรป (กรมวิชาการเกษตร, 2553) ดังนั้นการหาแนวทางการควบคุมเพลี้ยอ่อนผักโดยไม่ใช้สารเคมีจึงมีความจำเป็นสำหรับการผลิตพืชผักตระกูลกะหล่ำในระบบไฮโดรโปนิกส์ ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้ศึกษาแนวทางหลายๆ แนวทางเพื่อนำไปใช้ควบคุมเพลี้ยอ่อนผักในการปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยศึกษาความชอบในการเข้าทำลายพืชตระกูลกะหล่ำชนิดต่างๆ ของเพลี้ยอ่อนผักในระบบการปลูกแบบคลุมด้วยตาข่ายและแบบเปิดและการปลูกพืชตระกูลกะหล่ำร่วมกับพืชผักชนิดอื่นต่อการระบาดของเพลี้ยอ่อนดังกล่าว รวมทั้งการใช้ศัตรูธรรมชาติได้แก่แมลงช้างปีกใส เชื้อรา กับดักกาวเหนียว และสารสกัดจากพืชบางชนิดในการควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก

โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เชื้อราสาเหตุโรคของแมลง เช่น *Metarhizium anisopliae* และ *Beauveria bassiana* เป็นวิธีการหนึ่งที่มีการนำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชหลายชนิด ซึ่งเชื้อราดังกล่าวจะเข้าไปเบียดเบียนและทำลายเนื้อเยื่อต่างๆ ของแมลงศัตรู เชื้อราโรคแมลงบางสกุลสามารถสร้างสารพิษและเอนไซม์บางชนิดได้ (ทิพย์วดี, มปป; ทิพย์วดี, 2533) ดังนั้นการใช้เชื้อราสาเหตุโรคของแมลงจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมและปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภคในการควบคุมแมลงศัตรูพืช อีกทั้งโอกาสที่แมลงสร้างความต้านทานต่อเชื้อจุลินทรีย์มีน้อยมากหรือเกิดขึ้นช้ามากเมื่อเทียบกับการสารเคมีฆ่าแมลง (ทิพย์วดี, มปป) โดยเฉพาะเพลี้ยอ่อนผักที่เป็นปัญหาสำคัญของการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จะศึกษาการใช้เชื้อรา *M. guizhoense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ซึ่งเป็นเชื้อที่ได้รับเชื้อจากศูนย์ควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ศูนย์ภาคใต้ (นริศ, 2554; Thaochan and Chandrapatya, 2016) โดยเชื้อรา *M. guizhoense* เป็นเชื้อราโรคแมลงที่มีคุณสมบัติในการเข้าทำลายเช่นเดียวกันกับเชื้อรา *M. anisopliae* (Bischoff *et al*., 2009) เพื่อนำมาใช้ควบคุมเพลี้ยอ่อนผักในระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ ยังเป็นการพัฒนาแนวทางในการป้องกันกำจัดที่ยั่งยืนและถาวร ที่สำคัญคือลดการใช้สารเคมีที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม และเพื่อเป็นข้อมูลการใช้ควบคุมแมลงชนิดนี้สำหรับการปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการเกิดโรคของเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium anisopliae* และ *Beauveria bassiana* ในการก่อให้เกิดโรคกับเพลี้ยอ่อนกะหล่ำ
2. เพื่อศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* และ *B. bassiana* ในการควบคุมเพลี้ยอ่อนกะหล่ำ
3. เพื่อศึกษาการถ่ายทอดเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* และ *B. bassiana* ในประชากรของเพลี้ยอ่อนกะหล่ำ
4. เพื่อศึกษาผลของเชื้อราโรคแมลงต่อการส่งเสริมการเจริญและการกระตุ้นความทนทานต่อแมลงของต้นพืชในระบบปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์
5. เพื่อประยุกต์ใช้เชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* และ *B. bassiana* ในการควบคุมเพลี้ยอ่อนกะหล่ำในระดับโรงเรือนระบบปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์

ขอบเขตของโครงการวิจัย

เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคนิคการใช้เชื้อรา *M. anisopliae* และ *B. bassiana* ควบคุมเพลี้ยอ่อนกะหล่ำในระบบปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ โดยทำการศึกษาตามขั้นตอนในห้องปฏิบัติการ และในสภาพโรงเรือนของภาควิชาการจัดการศัตรู คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิมยาลัยสงขลานครินทร์

ตรวจเอกสาร

ชีววิทยาของเพลี้ยอ่อนผัก

เพลี้ยอ่อนผักซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในพื้นที่ปลูกพืชเขตร้อนสามารถแพร่ขยายพันธุ์โดยไม่ต้องอาศัยเพศ (parthenogenesis) ตัวเมียไม่ต้องได้รับการผสมพันธุ์จากเพศผู้ สามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้ การเพิ่มประชากรและการเจริญเติบโตขึ้นอยู่กับชนิดของพืชอาศัย และเมื่อพืชเข้าสู่ระยะออกดอก เพลี้ยอ่อนจะผลิตตัวอ่อนที่สามารถพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยที่สร้างปีกเพื่อบินไปหาพืชอาหารใหม่ที่สดกว่าและอ่อนกว่า ตัวเต็มวัยเพศเมียที่ไม่มีปีกผลิตตัวอ่อนซึ่งมี 4 วัย โดยวัยที่ 1 ใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตสั้นมาก ส่วนวัยที่ 2 3 และ 4 ใช้เวลาเจริญเติบโตระหว่าง 17-23, 20-24 และ 29-31 ชั่วโมง ตามลำดับ (Amjad *et al*., 1999)

ปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อประชากรของเพลี้ยอ่อนผัก

Bakhetia และ Sidhu (1983) รายงานว่า การเพิ่มจำนวนของเพลี้ยอ่อนผักจะลดลงเมื่อฝนตกและอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 20-30 องศาเซลเซียส Mathur และ Singh (1986) พบว่าปัจจัยร่วมของสภาพภูมอากาศส่งผลต่อประชากรเพลี้ยอ่อนผัก โดยอุณหภูมิสูงสุดที่ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 75% ความเร็วลมมากกว่า 3 กม./ชม. และอัตราการระเหยของน้ำ 5 มม./วัน ส่งผลให้จำนวนเพลี้ยอ่อนผักลดลงอย่างรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตาม Jaglan และคณะ (1988) พบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ไม่มีผลต่อประชากรแมลงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม แต่ฝนตกส่งผลให้เพลี้ยอ่อนลดลงอย่างรวดเร็ว ในทำนองเดียวกันกับการศึกษาประชากรของ Sinha และคณะ (1989) ระหว่างเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ พบจำนวนประชากรสูงสุดกลางเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งในช่วงดังกล่าวมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ระหว่าง 21.7 – 23.5 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ระหว่าง 7.2 – 9.4 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างต่ำช่วง 55.7 – 69.4% แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า หากความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50.9% เพลี้ยอ่อนหยุดกิจกรรมต่างๆ และหากมีฝนตกประชากรลดลง ในทำนองเดียวกันกับรายงานของ Sinha และคณะ (1990) พบว่าเริ่มพบเพลี้ยอ่อนผักในสัปดาห์ที่ 3 ของเดือนธันวาคม และเพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อยในเดือนมกราคม และถึงจุดสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ Rohilla และคณะ (1996) พบว่า ประชากรเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์สุดท้ายของเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 13.7 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 65% และจำนวนลดลงเมื่ออุณหภูมิมากกว่า 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 60% และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมากกว่า 10 มม./วัน Samdur และคณะ (1997) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 23 องศาเซลเซียส ต่ำสุดเฉลี่ย 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 85-88% ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ย 30-35% มีแสงอาทิตย์ 4 – 7 ชม./วัน มีการระเหยของน้ำ 2–3 มม./วันและมีความเร็วลม 3.0 – 4.5 กม./ชม./วัน เหมาะสมต่อการเพิ่มจำนวนเพลี้ยอ่อนผักในสภาพไร่ ส่วน Singh และ Malik (1998) รายงานความเสียหายจากการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนผักในพืช Indian mustard (*B. juncea* cv. Varuna) สูงถึง 59.3% ในสภาพไร่ นอกจากนี้ Kumar และคณะ (1999) เริ่มพบประชากรเพลี้ยอ่อนผักในสัปดาห์ที่ 3 ของเดือนมกราคมซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90% และประชากรเพิ่มสูงขึ้นถึงจุดสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 22-23.25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 84%

ความชอบในการเข้าทำลายพืชชนิดต่างๆ ของเพลี้ยอ่อนผัก

Prasad และ Phadke (1980) รายงานว่า เพลี้ยอ่อนผักชอบเข้าทำลายพืชตระกูลกะหล่ำที่แตกต่างกัน โดยพบเข้าทำลายผักกวางตุ้ง (*Brassica campestris*) มากกว่าผักกาดเขียว (*B. juncea*) และผักกาด black mustard (*B. nigra*) Rohilla และคณะ (1990) ศึกษาการต้านทานของผักกาดเขียว 10 สายพันธุ์ และผักกาดก้านขาว (*B. napus*) 5 สายพันธุ์ ต่อเพลี้ยอ่อนผัก พบว่า พันธุ์ที่มีดอกสีขาวและลำต้นเป็นมัน มีการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนดังกล่าวต่ำ Kher และ Rataul (1991) ศึกษาพฤติกรรมการลงเข้าทำลายผักกวางตุ้ง 7 สายพันธุ์ ผักกาดเขียว 7 สายพันธุ์และผักกาดก้านขาว 5 สายพันธุ์ โดยเปิดโอกาสให้เพลี้ยอ่อนผักเข้าทำลายได้อิสระพบว่า เพลี้ยอ่อนชอบทำลายผักกวางตุ้งมากที่สุด ในขณะที่เข้าทำลายผักกาดก้านขาวน้อยที่สุด Mandal และคณะ (1994) ทดสอบความต้านทานของผักกวางตุ้ง 25 สายพันธุ์ต่อเพลี้ยอ่อนผัก พบว่า มีผลผลิตเสียหายอยู่ระหว่าง 28.2-83.3% พบจำนวนเพลี้ยอ่อน 88-141 ตัว/ยอด โดยสายพันธุ์ Seeta, Pusa bold, Kranti และ SJM-191 ต้านทานมากที่สุด ส่วน Bhadauria และคณะ (1996) ทดสอบการเข้าทำลายผักกาดเขียว 16 genotypes ของเพลี้ยอ่อนผักพบว่า สายพันธุ์ White Glossy อ่อนแอน้อยที่สุด ขณะที่สายพันธุ์ JGM 56 อ่อนแอมากที่สุด และพบว่าสายพันธุ์ Varuna ให้ผลผลิตสูง 907 kg/ha. แม้ว่ามีปริมาณเพลี้ยอ่อนสูงก็ตาม นอกจากนี้ยังพบว่า อายุของพืชมีผลต่อการเลือกลงเข้าทำลาย (host selection) แต่ไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณของเพลี้ยอ่อน

เชื้อราโรคแมลง

โรคราของแมลงเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งในการควบคุมประชากรของแมลงทางธรรมชาติ โดยปกติเชื้อราสาเหตุโรคของแมลงเกิดขึ้นเองในธรรมชาติเป็นประจำแต่ไม่รุนแรงมากนัก การระบาดของเชื้อราสาเหตุโรคของแมลงอาจเกิดขึ้นเป็นครั้งคราว เมื่อมีการระบาดขึ้นเชื้อราช่วยลดจำนวนแมลงศัตรูพืชมีผลให้ประชากรมีขนาดเล็ดลง และเป็นผลลดระดับความเสียหายของพืชจากการเข้าทำลายของแมลงลงด้วย จากการระบาดในธรรมชาติจึงได้นำมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมแมลง สำหรับเชื้อราสาเหตุโรคแมลงนั้นมีไม่น้อยกว่า 700 ชนิด แต่มีอยู่เพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีได้ (มลิวัลย์ , 2534; Lacey *et al*., 2001)

การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยการใช้เชื้อราสาเหตุโรคของแมลงสามารถควบคุมแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด และยังเป็นวิธีการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น นอกจากนี้ยังเป็นทางเลือกของการควบคุมแมลงโดยไม่ใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย อย่างไรก็ตามการใช้เชื้อราโรคแมลงมียังข้อจำกัด คือระยะเวลาในการเข้าทำลายแมลง (St Leger *et al*., 1996) เชื้อราสาเหตุโรคของแมลงบางชนิดใช้ระยะเวลา 2-5 วันจึงทำให้แมลงตาย นอกจากนี้แมลงที่ถูกเชื้อราเข้าทำลายอาจมีชีวิตรอดอยู่ได้ ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับปริมาณเชื้อราที่ได้รับ รวมถึงสภาพแวดล้อมภายนอกและภายในด้วย

ในส่วนของความสัมพันธ์ของเชื้อรากับแมลงนั้นมีหลายรูปแบบ คือลักษณะเป็นเชื้อสาเหตุโรคที่แท้จริง เชื้อราเจริญเติบโตเฉพาะในตัวแมลง เรียกว่า obligate parasite และยังมีเชื้อราอีกเป็นจำนวนมากมีความสัมพันธ์กับแมลงแบบ semiparasite คือเจริญเติบโตได้ทั้งในตัวแมลงและบนอาหารสังเคราะห์ นอกจากนี้เชื้อราบางชนิดเป็นพวก saprophyte ที่สามารถเจริญได้ทั้งซากพืชและซากแมลง วงจรชีวิตของเชื้อราโรคแมลงส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับระยะการเจริญของแมลงอาศัย และสภาพแวดล้อมภายนอกโดยเฉพาะสภาพแวดล้อมรอบตัวเชื้อ ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของเชื้อเป็นอย่างมาก เช่น อุณหภูมิ ความชื้นและแสงสว่าง (Shan and Pell, 2003)

การใช้เชื้อราโรคแมลงควบคุมแมลงศัตรูพืชและเพลี้ยอ่อน

สำหรับสกุลของเชื้อราสาเหตุโรคของแมลงที่มีการนำมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชนั้นมีหลายชนิด เช่น *Metarhizium, Beauveria, Paecilomyces, Verticillium, Isaria* และ *Hirsutella* (มลิวัลย์, 2534) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อรา *M. anisopliae* และ *B. bassiana* เป็นเชื้อราสาเหตุโรคของแมลงที่มีการนำมาใช้ในการควบคุมแมลงมากที่สุด เพราะเชื้อราทั้งสองสกุลนี้สามารถเข้าทำลายแมลงได้หลายชนิด (Feng *et al*., 1994; Faria and Wraight, 2001; Robert and St Leger, 2004) เชื้อราทั้งสองชนิดนี้สามารถควบคุมแมลงศัตรูผักได้หลายชนิด เช่น เพลี้ยอ่อน (Vandenberg, 1996; Vandenberg *et al*., 2001; Ye *et al*., 2005) แมลงหวี่ขาว (Wraight *et al*., 1998; Malsam *et al*., 2002; Feng *et al*., 2004a) เพลี้ยจักจั่น (Feng *et al*., 2004b; Pu *et al*., 2005) เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Jin *et al*., 2008) และไรแมลงมุม (Shi and Feng, 2004, 2006; Chandler *et al*., 2005; Wekesa *et al*., 2005)

Shan และ Feng (2010) ได้ทดสอบเชื้อรา *M. anisopliae* หลายไอโซเลทที่แยกได้จากแหล่งต่างๆ มาทดสอบกับเพลี้ยอ่อนพีช (*Myzus persicae*) พบว่าเชื้อราดังกล่าวสามารถเข้าทำลายเพลี้ยอ่อนได้ และมีช่วงความรุนแรงตั้งแต่ 10.1-95.3% ซึ่งขึ้นอยู่กับไอโซเลทของเชื้อรา สำหรับความหนาแน่นที่สามารถฆ่าเพลี้ยอ่อนได้ 100% หลังจากพ่นเชื้อราอยู่ระหว่าง 1×10^{6}-1×10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร และยังขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของเชื้อราอีกด้วย (Loureiro and Moino, 2006)

มีการนำเชื้อรา *B. bassiana* ไปทดสอบประสิทธิภาพการเข้าทำลายเพลี้ยอ่อนหลายๆ ชนิด เช่น *Schizaphis graminum*, *Rhopalosiphum padi*, *Brevicoryne brassicae* และ *Lipaphis erysimi* ในห้องปฏิบัติการ พบว่าความหนาแน่นของสปอร์เชื้อราที่ 1×10^{6}-1×10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร สามารถฆ่าเพลี้ยอ่อนได้ และความหนาแน่นของสปอร์เชื้อราสูงสุดใช้ระยะเวลาในการฆ่าแมลงน้อยที่สุด โดยใช้ระยะเวลาในการฆ่าเพลี้ยอ่อนอยู่ในช่วง 2-3 วัน (Akmal *et al*., 2013) นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาเชื้อราดังกล่าวไปเป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้าในรูปแบบของชีวภัณฑ์ต่างๆ มากมาย (Faria and Wright, 2007)

การส่งเสริมการเจริญต้นพืชของเชื้อราโรคแมลง

เชื้อราสาเหตุโรคของแมลงบางชนิด พบว่าสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโต (Elena *et al*., 2011; Sasan and Bidochka, 2012) หรือส่งเสริมการต้านทานของต้นพืชต่อการเข้าทำลายของแมลง (Bing and Lewis, 1991, 1992) และโรคพืชบางชนิดได้ (Parsa *et al*., 2013) สำหรับการกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นพืช Kabaluk และ Ericsson (2007) พบว่าเมล็ดข้าวโพดที่ได้รับเชื้อรา *M. anisopliae* มีการอัตราการรอดตายและยืนต้นได้เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งยังช่วยส่งเสริมในส่วนของน้ำหนักสดของต้นข้าวโพด นอกจากนี้เชื้อราดังกล่าวสามารถกระตุ้นจำนวนรากฝอยของต้นพืชที่ได้รับเชื้อราได้อีกด้วย (Sasan and Bidochka, 2012)

ส่วนการส่งเสริมการต้านทานของต้นพืชต่อการเข้าทำลายของแมลง Bing และ Lewis (1991, 1992) ได้นำเชื้อราโรคแมลง *B. bassiana* ใช้กับต้นข้าวโพด ซึ่งเชื้อราดังกล่าวสามารถเจริญอยู่ภายในต้นข้าวโพดแบบ endophyte ได้หลังจากการพ่นทางใบ และสามารถลดความเสียหายที่เกิดจากหนอนเจาะฝักข้าวโพด (*Ostinia nubilalis*) ได้ นอกจากนี้ Bruck (2005) รายงานว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ที่เจริญครอบครองในส่วนของรากพืช (rhizosphere) สามารถป้องกันการเข้าทำลายของด้วงงวงงุ่น (*Otiorhynchus sulcatus*) ในต้นสน (*Picea abies*) ได้

วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาความสามารถในการก่อให้เกิดโรคแมลงและความรุนแรงของเชื้อรา *Metarhizium guizhouense* PSUM04 และ *Beauveria bassiana* PSUB01 ต่อเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi*

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) จำนวน 3 ทรีทเมนต์ คือ เชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 เชื้อราโรคแมลง *B. bassiana* PSUB01 โดยได้รับเชื้อจากศูนย์ควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ศูนย์ภาคใต้ (นริศ, 2554; Thaochan and Chandrapatya, 2016) และมีน้ำเปล่าเป็นชุดควบคุม นำเชื้อราทั้งสองชนิดนำไปเลี้ยงในอาหารเทียม SDAY แล้วนำไปบ่มไว้ที่ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส ในสภาพมืดเป็นเวลา 15 วัน หรือจนกว่าเชื้อราสร้างสปอร์จนเต็มจานอาหาร แล้วนำไปเตรียมสปอร์แขวนลอยที่ความหนาแน่นสปอร์ 1×10^9 สปอร์/มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อผสม 0.1% Tween 80 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำตัวเต็มวัยเพลี้ยอ่อนผักที่ไม่มีปีกจำนวน 10 ตัว พ่นด้วยสปอร์แขวนลอยเชื้อราแต่ละชนิดที่เตรียมไว้ จากนั้นนำเพลี้ยอ่อนผักไปเลี้ยงในกล่องพลาสติกใสขนาด 10×10×10 เซนติเมตร ฝาเจาะรูและปิดด้วยผ้ามุ้งเพื่อระบายอากาศ ภายในกล่องบรรจุใบผักคะน้าจำนวน 1 ใบหุ้มปลายก้านด้วยสำลีชื้นเพื่อป้องกันใบแห้ง เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารของเพลี้ยอ่อนผัก บันทึกความสามารถในการเกิดโรคของเชื้อราแต่ละชนิด ความรุนแรงของเชื้อรา และอัตราการตายสะสมของเชื้อราแต่ละชนิดทุกวัน เป็นเวลา 4 วัน ทำจำนวน 10 ซ้ำของแต่ละทรีทเมนต์ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์โดยวิธี Tukey's HSD test

การทดลองที่ 2 ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสปอร์เชื้อรา *Metarhizium guizhouense* PSUM04 และ *Beauveria bassiana* PSUB01 ในการก่อให้เกิดโรคต่อเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi*

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ทรีทเมนต์ประกอบด้วยเชื้อราโรคแมลง 2 ชนิด คือ *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ที่เลี้ยงตามสภาวะเบื้องต้น นำไปเตรียมสปอร์แขวนลอยที่ระดับความหนาแน่นของสปอร์ 1×10^6, 1×10^7, 1×10^8 และ 1×10^9 สปอร์/มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อผสม 0.1% Tween 80 ปริมาตร 100 มิลลิลิตรโดยมีน้ำเปล่าเป็นชุดควบคุม จากนั้นนำเพลี้ยอ่อนผักที่ไม่มีปีกจำนวน 10 ตัว พ่นสปอร์แขวนลอยเชื้อราแต่ละชนิดปริมาตร 2 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดสเปรย์ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave) ความดัน 121 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ที่ระดับความหนาแน่นของสปอร์ระดับต่างๆ มีน้ำเปล่าเป็นชุดควบคุม จากนั้นนำเพลี้ยอ่อนผักไปปล่อยบนต้นกล้าผักคะน้าอายุ 15 วัน ที่เลี้ยงด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ ปิดด้วยผ้ามุ้งเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของเพลี้ยอ่อนผัก บันทึกเปอร์เซ็นต์การตายเป็นเวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง จากนั้นนำค่าชี้วัดไปคำนวณหาค่า LC_{50}, LC_{90}, LT_{50} และ LT_{90} ของเชื้อราแต่ละชนิดในระดับความหนาแน่นของสปอร์ระดับต่างๆ โดยใช้วิธี Probit analysis และวิเคราะห์ Kaplan-Merier ทำจำนวน 10 ซ้ำของแต่ละทรีทเมนต์ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่าง ทรีทเมนต์โดยวิธี Tukey's HSD test

การทดลองที่ 3 ศึกษาการถ่ายทอดเชื้อราโรคแมลง *Metarhizium guizhouense* PSUM04 และ *Beauveria bassiana* PSUB01 ในประชากรเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi*

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ทรีทเมนต์ประกอบด้วยเชื้อราโรคแมลง 2 ชนิด คือ *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ที่

เลี้ยงตามสภาวะเบื้องต้น นำไปเตรียมสปอร์แขวนลอยที่มีระดับความหนาแน่นที่ 1×10^8 สปอร์/มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อผสม 0.1% Tween 80 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร หลังจากนั้นแยกเพลี้ยอ่อนผักไม่มีปีกมาพ่นด้วยสปอร์แขวนลอยเชื้อราแต่ละชนิดในอัตราส่วน (เพลี้ยอ่อนที่ติดเชื้อรา : เพลี้ยอ่อนปกติ) ดังนี้ 1:9, 3:7 และ 5:5 โดยมีน้ำเปล่าเป็นชุดควบคุม ปริมาตร 2 มิลลิลิตร จากนั้นนำเพลี้ยอ่อนผักแต่ละชุดการทดลองไปเลี้ยงรวมกันบนต้นผักคะน้าอายุ 10 วัน ที่เลี้ยงด้วยระบบไฮโดรโปรนิกส์ ปิดด้วยผ้ามุ้งเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของเพลี้ยอ่อนผัก ทำจำนวน 10 ต้นของแต่ละทรีทเมนต์ (10 ซ้ำ) บันทึกอัตราการตายสะสมและอัตราการแพร่กระจายเชื้อราไปสู่ประชากรปกติทุกวันเป็นเวลา 15 วัน (เขี่ยเพลี้ยอ่อนผักที่เกิดใหม่ออกจากต้นคะน้าทุกวันระหว่างทำการทดสอบ) จากนั้นหาค่า Kaplan-Merier และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์โดยวิธี Tukey's HSD test

การทดลองที่ 4 การศึกษาผลของวิธีการใช้เชื้อรา *Metarhizium guizhouense* PSUM04 และ *Beauveria bassiana* PSUB01 ต่อการเจริญและความทนทานของต้นคะน้าในระบบปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์

การทดลองย่อยที่ 1 สภาวะที่ต้นคะน้าไม่มีเพลี้ยอ่อนผัก

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ทดสอบด้วยเชื้อราโรคแมลง 2 ชนิด คือ *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ที่เลี้ยงตามสภาวะเบื้องต้น เตรียมสปอร์แขวนลอยที่มีระดับความหนาแน่นที่ 1×10^8 สปอร์/มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อผสม 0.1% Tween 80 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำสปอร์แขวนลอยของเชื้อราแต่ละชนิดไปเพิ่มปริมาณในข้าวหุงกึ่งสุกตามวิธีการของ นริศ และคณะ (2552) เมื่อสปอร์เชื้อราเต็มถุงนำสปอร์ในถุงข้าวแต่ละชนิด นำมาผสมน้ำและละลายให้เข้ากัน จากนั้นนำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง เพื่อนำสปอร์แขวนลอยมาใช้ในการทดลอง จากนั้นนำสปอร์แขวนลอยของเชื้อราแต่ละชนิดแบ่งออกเป็น 4 กรรมวิธี ได้แก่ (1) การพ่นลงบนใบ (2) การเทผสมน้ำในระบบราก (3) การพ่นบนใบร่วมกับเทผสมน้ำในระบบราก (4) ชุดควบคุมไม่ใส่เชื้อรา โดยใช้ต้นกล้าอายุ 10 วันที่เลี้ยงด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ในกระบะพลาสติก ทำจำนวน 10 ต้นของแต่ละทรีทเมนต์ทำจำนวน 10 ต้นของแต่ละทรีทเมนต์ (10 ซ้ำ) ให้เชื้อรากับต้นพืชทุกๆ 7 วันเป็นเวลา 35 วัน บันทึกความสูงของต้น ความยาวราก ทุก 7 วันเป็นเวลา 42 วัน หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักสด และนำชิ้นส่วนต่างๆ ของพืชใส่ในกระดาษน้ำตาลและอบแห้งที่ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 วัน และชั่งน้ำหนักแห้งหลังเสร็จสิ้นการทดลอง จากนั้นนำค่าชี้วัดไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่าง ทรีทเมนต์โดยวิธี Tukey's HSD test

การทดลองย่อยที่ 2 สภาวะที่ต้นคะน้ามีเพลี้ยอ่อนผัก

วางแผนการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 4.1 เตรียมสปอร์แขวนลอยที่ความหนานแน่นสปอร์ 1×10^8 สปอร์ต่อมิลลิตร ในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ผสม 0.1% tween 80 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำสปอร์แขวนลอยของเชื้อราแต่ละชนิดแบ่งออกเป็น 4 กรรมวิธี ได้แก่ (1) การพ่นลงบนใบ (2) การเทผสมน้ำในระบบราก (3) การพ่นบนใบร่วมกับเทผสมน้ำในระบบราก (4) ชุดควบคุมไม่ใส่เชื้อรา โดยใช้ต้นกล้าอายุ 10 วันที่เลี้ยงด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ในกระบะพลาสติก ทำจำนวน 10 ต้นของแต่ละทรีทเมนต์ ให้เชื้อรากับต้นกล้าผักคะน้า 1 ครั้ง (วันที่ 10) หลังจากนั้นปล่อยให้ต้นพืชเจริญอีก 7 วัน เมื่อต้นผักคะน้าอายุได้ 17 วันนำตัวเต็มวัยเพลี้ยอ่อนผักที่ไม่มีปีกจำนวน 10 ตัว ปล่อยลงบนต้นผักคะน้า บันทึกความสูงของต้น ความยาวราก ทุก 7 วันเป็นเวลา 42 วัน หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองทำการชั่งน้ำหนักสด และนำชิ้นส่วนต่างๆ ของพืชใส่กระดาษ

สีน้ำตาล อบแห้งที่ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำค่าชี้วัดไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่าง ทรีทเมนต์โดยวิธี Tukey's HSD test

การทดลองที่ 5 ศึกษาการครอบครองใบ ก้านใบ และรากของเชื้อรา *Metarhizium guizhouense* PSUM04 และ *Beauveria bassiana* PSUB01 ในต้นคะน้าในระบบปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ทรีทเมนต์ประกอบด้วยเชื้อราโรคแมลง 2 ชนิด คือ *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ที่นำไปเลี้ยงในอาหารเทียม SDAY แล้วนำไปบ่มไว้ที่ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส ในสภาพมืดเป็นเวลา 15 วัน หรือจนกว่าเชื้อราสร้างสปอร์จนเต็มจานอาหาร เตรียมสปอร์แขวนลอยในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อที่ผสม Tween 80 (0.01%v/v) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำสปอร์แขวนลอยที่ได้ไปเลี้ยงเพิ่มปริมาณในข้าวหุงกึ่งสุกตามวิธีการของ นริศ และคณะ (2552)

เตรียมต้นคะน้าอายุ 7 วันที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ จำนวน 12 ต้นต่อทรีทเมนต์ โดยแบ่งออกเป็น (1) พ่นสปอร์แขวนลอยเชื้อราลงบนใบ (2) เทสปอร์แขวนลอยผสมน้ำในระบบราก (3) ชุดควบคุมใช้ต้นกล้าผักคะน้าที่ไม่ใส่เชื้อรา จากนั้นสุ่มต้นคะน้า จำนวน 3 ต้น/ทรีทเมนต์ ตรวจสอบการครอบครองราก ลำต้น และใบของเชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 ในวันที่ 14, 21, 28 และ 35 หลังจากการให้เชื้อรากับต้นผักคะน้าครั้งแรก นำราก ลำต้น และใบ ขนาดความยาว 5 เซนติเมตร จากนั้นทำการแยกเชื้อด้วยวิธีการ tissue transplanting โดยวิธีการกำจัดเชื้อที่ผิวชิ้นส่วนของพืช ดัดแปลงจาก Naik *et al.*, (2009) โดยล้างด้วย 70% Ethanol 2 นาที, 0.5% NaOCl 2 นาที, 70% Ethanol 30 วินาที และล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง จากนั้นนำไปผึ่งให้แห้งบนกระดาษทิชชูปลอดเชื้อ ตัดชิ้นส่วนของพืชให้มีขนาด 0.5 เซนติเมตร แล้วนำชิ้นส่วนดังกล่าวไปวางบนจานอาหารเทียม SDAY + thiabendazole + chloramphenicol (นริศ และฤทธิพร, 2557) เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย จากนั้นนำไปบ่มที่ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส ในสภาพมืดเป็นเวลา 15 วัน สังเกตโคโลนีของเชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ที่เจริญออกมาจากชิ้นส่วนต่างๆ ของต้นคะน้า จากนั้นนำเส้นใยและสปอร์ของเชื้อราโรคแมลงที่เจริญออกมาจากชิ้นส่วนของต้นคะน้าไปตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อจำแนกและยืนยันชนิด

การทดลองที่ 6 การประยุกต์ใช้เชื้อราโรคแมลงที่มีประสิทธิภาพสูงควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* ในโรงเรือนปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) ทรีทเมนต์ประกอบด้วยเชื้อราโรคแมลง 1 ชนิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด จากนั้นนำสปอร์เชื้อราไปเพิ่มปริมาณในข้าวหุงกึ่งสุกเพื่อเพิ่มปริมาณ เพื่อใช้เป็นแหล่งของเชื้อราตั้งต้นสำหรับเตรียมสารแขวนลอยสปอร์ที่ใช้ในโรงเรือนปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยเตรียมโรงเรือนทั้งหมด 4 โรงเรือน (4 ซ้ำ) โดยปลูกคะน้าเป็นพืชทดสอบ เมื่อกล้าคะน้าอายุได้ 7 วัน ทำการเตรียมทรีทเมนต์ ดังนี้ ทรีทเมนต์ที่ 1 พ่นด้วยสปอร์แขวนลอยเชื้อราโรคแมลง ทรีทเมนต์ที่ 2 เทสารแขวนลอยสปอร์ในระบบน้ำ ทรีทเมนต์ที่ 3 พ่นและเทสปอร์แขวนลอยเชื้อราโรคแมลง และทรีทเมนต์ที่ 4 ไม่ใช้สปอร์แขวนลอยเชื้อราโรคแมลง ใช้สปอร์แขวนลอยเชื้อราโรคแมลงทุกๆ 7 วันหลังจากต้นกล้าคะน้าอายุ 7 วัน เมื่อต้นคะน้าอายุได้ 14 วัน นำตัวเต็มวัยเพลี้ยอ่อนผักไม่มีปีก จำนวน 100 ตัว ที่ใส่ไว้ในหลอดทดลองที่ปิดปากหลอดด้วยสำลี แล้วนำหลอดไปแขวนไว้บริเวณกึ่งกลางด้านบนของแต่ละโรงเรือน แล้วเปิดจุกสำลีออกเพื่อให้เพลี้ยอ่อนมีโอกาสเลือกชนิดพืชอาหารได้อย่างอิสระ

บันทึกจำนวนประชากรของเพลี้ยอ่อนผักหลังต้นพืชมีอายุ 28, 35 และ 42 วัน โดยการประเมินประชากรเพลี้ยอ่อนนั้นใช้ตัวชี้วัดเพลี้ยอ่อน (Aphid index) ตามวิธีการของ Pawar *et al*. (2009) (อ้างอิงจาก Patel, 1980) จำนวน 5 ระดับ โดยดูจำนวนประชากรที่พบบนพืชและอาการของพืชที่เกิดขึ้นจากการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน ดังนี้

ระดับ	ลักษณะอาการ
0	ไม่พบเพลี้ยอ่อนบนต้นพืช
1	พบเพลี้ยอ่อนบนใบพืชบ้างแต่ไม่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม และไม่พบพืชแสดงอาการใบหรือยอดหงิกงอ บิดเบี้ยว
2	พบเพลี้ยอ่อนเป็นกลุ่มเล็กๆ อยู่บนใบพืช และพบใบพืชบางใบมีอาการบิด งอ
3	พบเพลี้ยอ่อนเป็นกลุ่มใหญ่อยู่บนใบพืช และส่วนอื่นของพืช พืชแสดงอาการใบบิดเบี้ยว หงิกงอ
4	ใบพืชส่วนใหญ่ปกคลุมไปด้วยกลุ่มของเพลี้ยอ่อน ไม่สามารถนับจำนวนได้ พืชแสดงอาการใบบิดเบี้ยว ใบหงิกมากขึ้น
5	ทุกส่วนของพืชถูกปกคลุมด้วยกลุ่มของเพลี้ยอ่อน พืชแคระแกร็น ชะงักการเจริญเติบโต

บันทึกความสูงของต้น ความยาวราก ทุก 7 วันเป็นเวลา 42 วัน หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองทำการชั่งน้ำหนักสด และนำชิ้นส่วนต่างๆของพืชใส่กระดาษสีน้ำตาล อบแห้งที่ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำตัวชี้วัดทั้งหมดไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างค่าดังกล่าวของพืชชนิดต่างๆ โดยวิธี Tukey's HSD test

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การทดลองที่ 1 ศึกษาความสามารถในการก่อให้เกิดโรคแมลงและความรุนแรงของเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ต่อเพลี้ยอ่อนผัก

การทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรคแมลงและความรุนแรงของเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ที่ความหนาแน่นสปอร์ 1×10^9 สปอร์/มิลลิลิตร ต่อเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* พบว่าเชื้อราโรคแมลงทั้งสองชนิดสามารถก่อให้เกิดโรคกับเพลี้ยอ่อน *L. erysimi* ได้ ที่เวลา 24 – 72 ชั่วโมง เชื้อราโรคแมลงทั้งสองชนิดมีความสามารถในการเข้าทำลายเพลี้ยอ่อนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนที่ช่วงเวลา 96 ชั่วโมง เชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 สามาถเข้าทำลายเพลี้ยอ่อนได้รุงแรง โดยพบเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยอ่อนเท่ากับ 100.0 ± 0.0 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากเชื้อราโรคแมลง *B. bassiana* PSUB01 และชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P<0.01$) (Table 1) ลักษณะของเพลี้ยอ่อนที่ถูกเชื้อราเข้าทำลายแสดงไว้ใน Fig. 1

ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Ekesi และคณะ (2000) พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* และ *B. bassiana* ที่ความหนานแน่นสปอร์ 1×10^8 ส่งผลให้เพลี้ยอ่อนถั่ว *Aphis craccivora* ตายถึง 60-100 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อทดสอบเชื้อราทั้งสองชนิดที่ความเข้มข้นสูง ส่งผลให้แมลงศัตรูพืชชนิดอื่นๆ ตายมากกว่า 80.00 เปอร์เซ็นต์ และแมลงมีเปอร์เซ็นต์การตายสะสมสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น เช่น เมื่อทดสอบเชื้อรา *M. anisopliae* ในแมลงวันแตง *Zeugodacus cucurbitae* (Couqillett) ที่ระยะเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ส่งผลให้แมลงวันแตงตาย 40.00, 83.33, 96.67 และ 86.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ปาณิศา, 2559)

Table 1. Percentage virulence (mean ± SEM) of *Metarhizium guizhouense* PSUM04 and *Beauveria bassiana* PSUB01 on mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.).

Treatments	Time after treated (hour)[1/]			
	24	48	72	96
M. guizhouense PSUM04	17.0 ± 2.1[a]	50.0 ± 3.9[a]	82.0 ± 5.9[a]	100.0 ± 0.0[a]
B. bassiana PSUB01	22.0 ± 5.3[a]	43.0 ± 7.0[a]	75.0 ± 7.0[a]	89.0 ± 0.0[b]
Control	3.0 ± 1.5[b]	3.0 ± 1.5[b]	3.0 ± 1.5[b]	4.0 ± 1.6[c]

[1/]Data follow the same superscript in the same column are not significantly different by Tukey's HSD test ($P<0.01$).

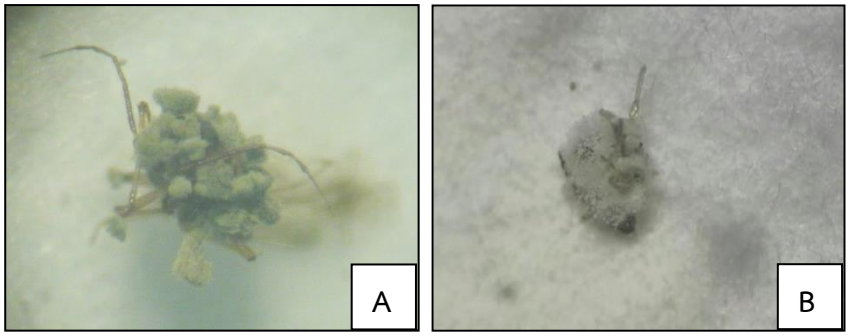

Figure 1. Characteristic of infected mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach), with *Metarhizium guizhouense* PSUM04 (A) and *Beauveria bassiana* PSUB01 (B)

การทดลองที่ 2 ศึกษาความเข้มข้นของสปอร์เชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ต่อเพลี้ยอ่อนผัก

จากการศึกษาความหนาแน่นของสปอร์เชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 ที่ระดับความหนาแน่นของสปอร์ 1×10^{6}, 1×10^{7}, 1×10^{8} และ 1×10^{9} สปอร์ต่อมิลลิลิตร ต่อการเกิดโรคต่อเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* พบว่าเพลี้ยอ่อนมีเปอร์เซ็นต์การตายสะสมเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเพิ่มมากขึ้นในทุกความหนาแน่นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยความเข้มข้นที่ 1×10^{7}, 1×10^{8} และ 1×10^{9} สปอร์/มิลลิลิตร มีการตายสะสมของเพลี้ยอ่อนในวันที่ 5 มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ โดยแต่ละความหนาแน่นมีค่าการตายสะสมเท่ากับ 84.00 ± 4.00, 98.00 ± 1.33 และ 100.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Fig. 2)

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Batol (2015) พบว่าหลังจากพ่นเชื้อรา *M. anisopliae* ที่ความหนาแน่น 1×10^{4}, 1×10^{5} และ 1×10^{6}สปอร์/มิลลิลิตร ส่งผลให้เพลี้ยอ่อน *Macrosiphum rose* มีการตายสะสมมากกว่า 80.00 เปอร์เซ็นต์ และยังส่งผลให้แมลงศัตรูพืชชนิดอื่น เช่น หนอนแมลงวันผลไม้ *Ceratitis capitata* มีการตาย 40-70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการทดสอบด้วยเชื้อรา *M. anisopliae* (Khlaywi *et al.,* 2014)

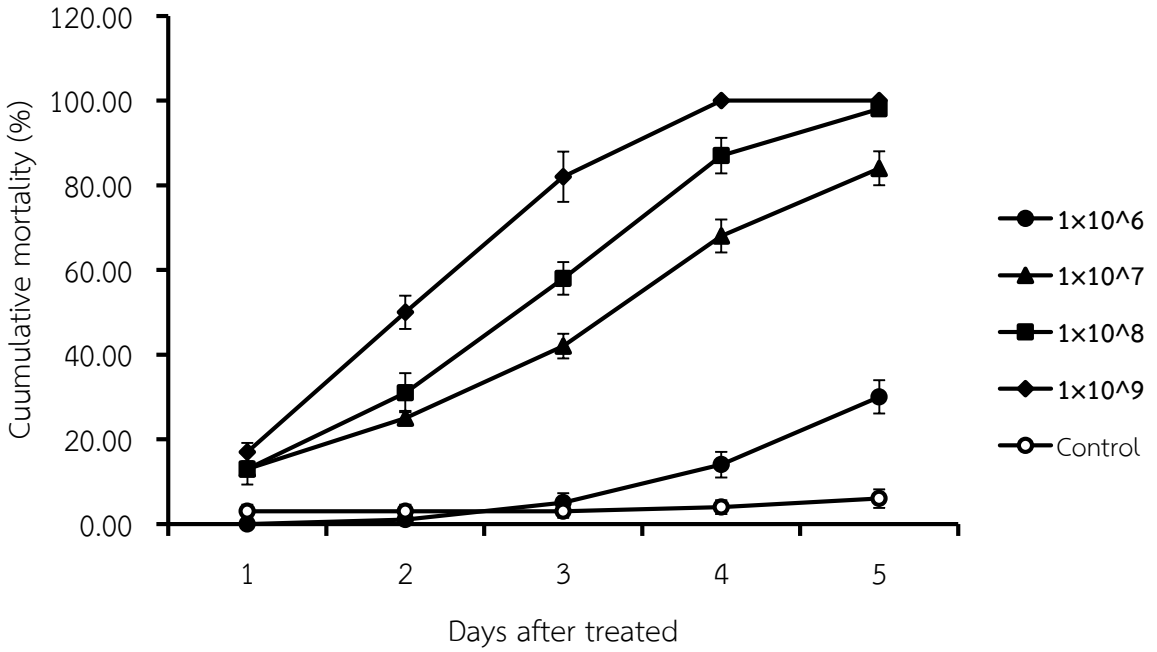

Figure 2. Cumulative percentage mortality (mean ± SEM) of adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), infected with *Metarhizium guizhouense* PSUM04 in the laboratory

การวิเคราะห์ Kaplan-Meier ของอัตราการรอดชีวิตเฉลี่ยของเพลี้ยอ่อน *L. erysimi* เมื่อมีการใช้สปอร์แขวนลอยเชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 ที่ความหนาแน่นระดับต่างๆ พบว่า อัตราการรอดชีวิตเฉลี่ยของเพลี้ยอ่อนที่พ่นด้วยสปอร์แขวนลอยที่ระดับความหนาแน่นที่ 1×10^7, 1×10^8 และ 1×10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีระยะเวลาอัตราการรอดชีวิตเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 ± 0.06, 3.11 ± 0.12 และ 2.51 ± 0.10 วัน ตามลำดับ ซึ่งส่งผลให้เพลี้ยอ่อนมีการรอดชีวิตน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับสปอร์แขวนลอยที่ระดับความหนาแน่นที่ 1×10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) (Table 2) ที่ระดับความหนาแน่นของสปอร์ที่ 1×10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ให้ค่า LT_{50} และ LT_{90} ต่ำที่สุด คือ 2.00 ± 0.10 และ 3.08 ± 0.18 วัน ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) (Table 3)

นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ยังมีผลต่อระยะเวลาการรอดชีวิตเฉลี่ย 2-5 วัน เมื่อนำไปทดสอบใน ตัวอ่อนหมัด *Xenopsylla brasiliensis* (Rothschild) (Mnyone *et al.*, 2012) และ ยุงลาย *Aedes aegypti* (Linneaus) (Paula *et al.,* 2008) อีกด้วย ส่วน Ekesi และคณะ (2000) ได้ทดสอบเชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท CPD4 และ CPD5 ในเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* ที่ความหนาแน่นสปอร์ 1×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร พบว่ามีค่า LT_{50} เท่ากับ 3.5 และ 3.6 วัน ตามลำดับ เช่นเดียวกับกับงานทดลองของ Butt และคณะ (1994) พบว่าเชื้อราดังกล่าวส่งผลให้เพลี้ยอ่อน *Myzus persicae* (Sulzer) และ *L. erysimi* มีค่า LT_{50} เท่ากับ 10.0 และ 9.5 วัน เมื่อใช้ความหนาแน่นสปอร์ 1×10^7 สปอร์/มิลลิลิตร

Table 2. Kaplan-Meier survival analysis of adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), infected with *Metarhizium guizhouense* PSUM04 in the laboratory

Conidia concentration	Average survival time (AST) (day) (mean ± SEM)[1/]	95% Confidence interval	
		Lower	Upper
1×10^9	2.51 ± 0.10[a]	2.32	2.70
1×10^8	3.11 ± 0.12[b]	2.87	3.35
1×10^7	3.50 ± 0.06[c]	3.23	3.77
1×10^6	4.80 ± 0.06[d]	4.69	4.91
Control	4.87 ± 0.06[d]	4.73	5.00

[1/]Data follow the same letter in the same column are not significantly different by Tukey's HSD test (P<0.01).

Table 3. Lethal time (LT_{50} and LT_{90}) (mean ± SEM) of different conidia concentration of *Metarhizium guizhouense* PSUM04 infected adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), in the laboratory

Conidia concentration	Lethal time (day)[1/]	
	LT_{50}	LT_{90}
1×10^9	2.00 ± 0.10[a]	3.08 ± 0.18[a]
1×10^8	2.63 ± 0.13[b]	4.09 ± 0.18[b]
1×10^7	3.27 ± 0.13[c]	5.45 ± 0.27[c]
1×10^6	5.68 ± 0.21[d]	7.47 ± 0.38[d]

[1/]Data follow the same letter in the same column are not significantly different by Tukey's HSD test (P<0.01).

สำหรับความหนาแน่นของสปอร์เชื้อรา *B. bassiana* PSUB01 ที่ระดับความหนาแน่นของสปอร์ 1×10^6, 1×10^7, 1×10^8 และ 1×10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ต่อการเกิดโรคต่อเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* พบว่าเพลี้ยอ่อนมีเปอร์เซ็นต์การตายสะสมเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเพิ่มมากขึ้นในทุกความหนาแน่นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยความเข้มข้นที่ 1×10^6, 1×10^7, 1×10^8 และ 1×10^9 สปอร์/มิลลิลิตร มีการตายสะสมของเพลี้ยอ่อนในวันที่ 5 เท่ากับ 15.00 ± 4.28, 52.00 ± 4.67, 87.00 ± 3.00 และ 89.00 ± 5.86 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Fig. 3)

Akmal และคณะ (2013) ได้ใช้เชื้อรา *B. bassiana* ในการควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* โดยใช้ความหนาแน่นสปอร์ที่ 1×10^6, 1×10^7 และ 1×10^8 พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 4 วัน เพลี้ยอ่อนตาย 50-100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่พบเปอร์เซ็นต์การตาย นอกจากนี้ยังมีการรายงานการตายมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของหนอนแมลงวันผลไม้ *Ceratitis capitata* (Wiedemann) เมื่อทดสอบด้วยเชื้อรา *B. bassiana* ที่ความหนาแน่นสปอร์ 1×10^6, 1×10^7 และ 1×10^9 สปอร์/มิลลิลิตร (Khlaywi *et al.,* 2014)

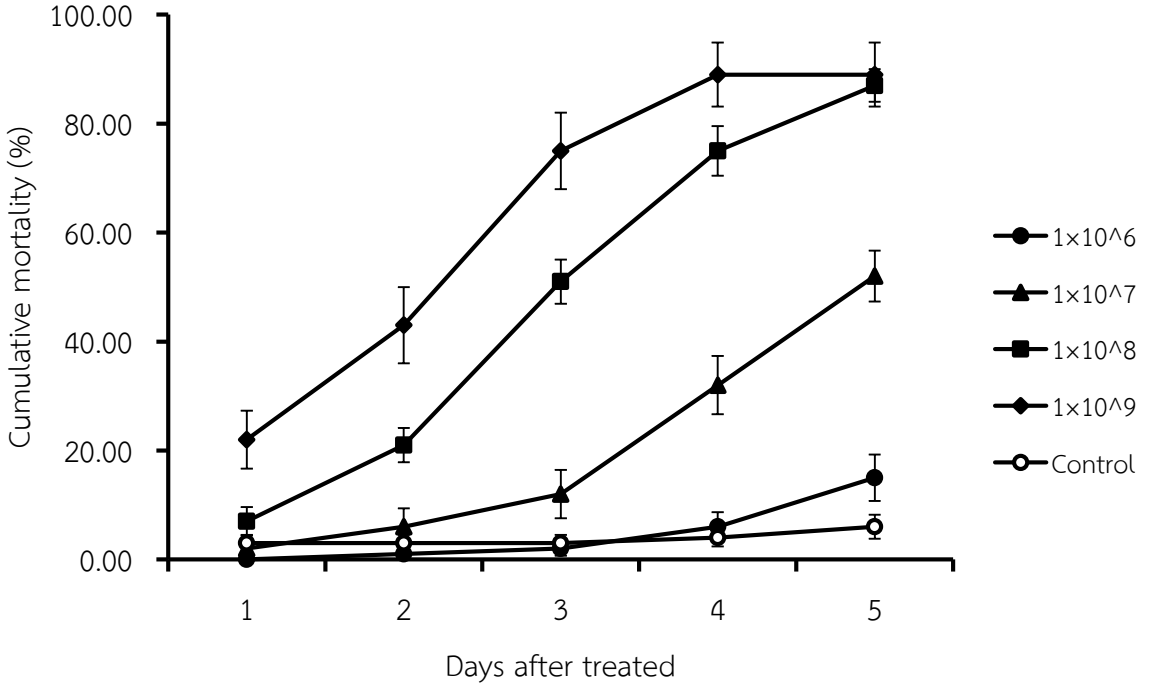

Figure 3. Cumulative percentage mortality (mean ± SEM) of adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), infected with *Beauveria bassiana* PSUB01 in the laboratory

การวิเคราะห์ Kaplan-Meier ของอัตราการรอดชีวิตเฉลี่ยของเพลี้ยอ่อน *L. erysimi* เมื่อมีการใช้สปอร์แขวนลอยเชื้อราโรคแมลง *B. bassiana* PSUB01 ที่ความหนาแน่นระดับต่างๆ พบว่าอัตราการรอดชีวิตเฉลี่ยของเพลี้ยอ่อนที่พ่นด้วยสปอร์แขวนลอยที่ระดับความหนาแน่นที่ 1×10^8 และ 1×10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีระยะเวลาอัตราการรอดชีวิตเฉลี่ยเท่ากับ 3.46 ± 0.12 และ 2.71 ± 0.12 วัน ตามลำดับ ซึ่งส่งผลให้เพลี้ยอ่อนมีการรอดชีวิตน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับสปอร์แขวนลอยที่ระดับความหนาแน่นที่ 1×10^6, 1×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) (Table 4) ที่ระดับความหนาแน่นของสปอร์ที่ 1×10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ให้ค่า LT_{50} ต่ำที่สุด คือ 2.39 ± 0.31 ซึ่งแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ส่วนที่ระดับความหนาแน่นของสปอร์ที่ 1×10^8 และ 1×10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีค่า LT90 เท่ากับ 4.06 ± 0.53 และ 4.85 ± 0.24 วัน ซึ่งไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) (Table 5)

เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Ekesi และคณะ (2000) ที่ทดสอบเชื้อรา *B. bassiana* ในเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* ที่ความหนาแน่นสปอร์ 1×10^8 สปอร์/มิลลิลิตร พบว่ามีค่า LT_{50} เท่ากับ 3.5 วัน และเมื่อใช้เชื้อราที่ความหนาแน่นสปอร์ 2×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร ในเพลี้ยอ่อน *M. persicae* ส่งผลให้มีค่า LT_{50} เท่ากับ 5.5 วัน (Abdel-Raheem *et al.,* 2016)

นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ค่า LC_{50} และ LC_{90} ของเชื้อราทั้งสองชนิด พบว่าเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 มีค่า LC_{50} และ LC_{90} ต่ำกว่าเชื้อรา *B. bassiana* PSUM01 อยู่ที่ 8.5 และ 17.8 เท่า และแตกต่างกันอย่างมีนัยยิ่งสำคัญทางสถิติ (P<0.01) (Table 6)

Table 4. Kaplan-Meier survival analysis of adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), infected with *Beauveria bassiana* PSUB01 in the laboratory

Conidia concentration	Average survival time (AST) (day) (mean ± SEM)[1/]	95% Confidence interval	
		Lower	Upper
1×10^9	2.71 ± 0.12[a]	2.46	2.95
1×10^8	3.46 ± 0.12[b]	3.22	3.69
1×10^7	4.48 ± 0.09[c]	4.29	4.66
1×10^6	4.91 ± 0.04[c]	4.83	4.99
Control	4.87 ± 0.06[c]	4.73	5.00

[1/]Data follow the same letter in the same column are not significantly different by Tukey's HSD test (P<0.01).

Table 5. Lethal time (LT_{50} and LT_{90}) (mean ± SEM) of different conidia concentration of *Beauveria bassiana* PSUB01 infected adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), in the laboratory

Conidia concentration	Lethal time (day)[1/]	
	LT_{50}	LT_{90}
1×10^9	2.39 ± 0.31[a]	4.06 ± 0.53[a]
1×10^8	3.13 ± 0.15[b]	4.85 ± 0.24[a]
1×10^7	6.05 ± 0.25[c]	6.67 ± 0.35[b]
1×10^6	6.05 ± 0.23[c]	7.90 ± 0.56[b]

[1/]Data follow the same letter in the same column are not significantly different by Tukey's HSD test (P<0.01).

Table 6. Lethal concentration (LC_{50} and LC_{90}) (mean ± SEM) of *Beauveria bassiana* PSUB01 and *Metarhizium guizhouense* PSUM04 infected adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), in the laboratory

Fungi	Lethal concentration (spore/ml)[1/]	
	LC_{50}	LC_{90}
M. guizhouense PSUM04	1.67×10^{7a}	4.75×10^{7a}
B. bassiana PSUB01	1.42×10^{8b}	8.45×10^{8b}
χ^2 test	9.893	71.261
P value	0.0017**	0.0000**

[1/]Data follow the different superscript in the same column are significantly different by chi-square goodness of fit test (P<0.01).

* = highly significant different (P<0.01)

การทดลองที่ 3 ศึกษาการแพร่กระจายของเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ในประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติ

จากการศึกษาการถ่ายทอดเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 ของประชากรเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* ที่ติดเชื้อราไปสู่ประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติ พบว่าอัตราส่วนของประชากรเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราต่อประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติในอัตราส่วน 5 : 5 สามารถถ่ายทอดเชื้อราไปสู่ประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติได้สูงกว่าประชากรเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราต่อประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติในอัตราส่วน 3 : 7 และ 1 : 9 โดยพบค่าการตายสะสมสูงสุดเท่ากับ 61.0 ± 10.9 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 10 หลังจากเริ่มทดสอบ สำหรับอัตราส่วนของประชากรเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราต่อประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติในอัตราส่วน 3 : 7 และ 1 : 9 พบค่าการตายสะสมสูงสุดเท่ากับ 43.0 ± 8.7 และ 46.0 ± 4.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันที่ 9 และ 10 หลังจากเริ่มทดสอบ ส่วนชุดควบคุมพบการตายสะสมของเพลี้ยอ่อนผักต่ำกว่า 8.0 ± 2.0 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 15 หลังจากเริ่มทดสอบ (Fig. 4)

นอกจากนี้ยังพบการรายงานการแพร่กระจายของเชื้อรา *M. anisopliae* ในแมลงชนิดอื่นๆ ได้อีกด้วย เช่น ยุงก้นปล่อง *Anopheles gambiae* (Giles) สามารถถ่ายทอดเชื้อราจากเพศเมียสู่เพศผู้ในอัตราส่วน 1:10 และส่งผลให้เพศผู้ตาย 33.0 เปอร์เซ็นต์ (Ernst-Jan *et al*., 2004) ส่วนแมลงสาบเยอรมัน *Blatella germanica* (Linneaus) มีการตาย 87.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีการถ่ายทอดเชื้อราจากประชากรแมลงสาบที่ติดเชื้อสู่ประชากรแมลงสาบปกติในอัตราส่วน 1:10 (Quesada-Moraga *et al*., 2004) และแมลงวันผลไม้ *C. capitata* สามารถถ่ายทอดเชื้อราจากเพศผู้ที่ติดเชื้อรา และเพศเมียที่ไม่ติดเชื้อราในอัตราส่วน 1:10 ได้เช่นเดียวกัน (Quesada-Moraga *et al,* 2008)

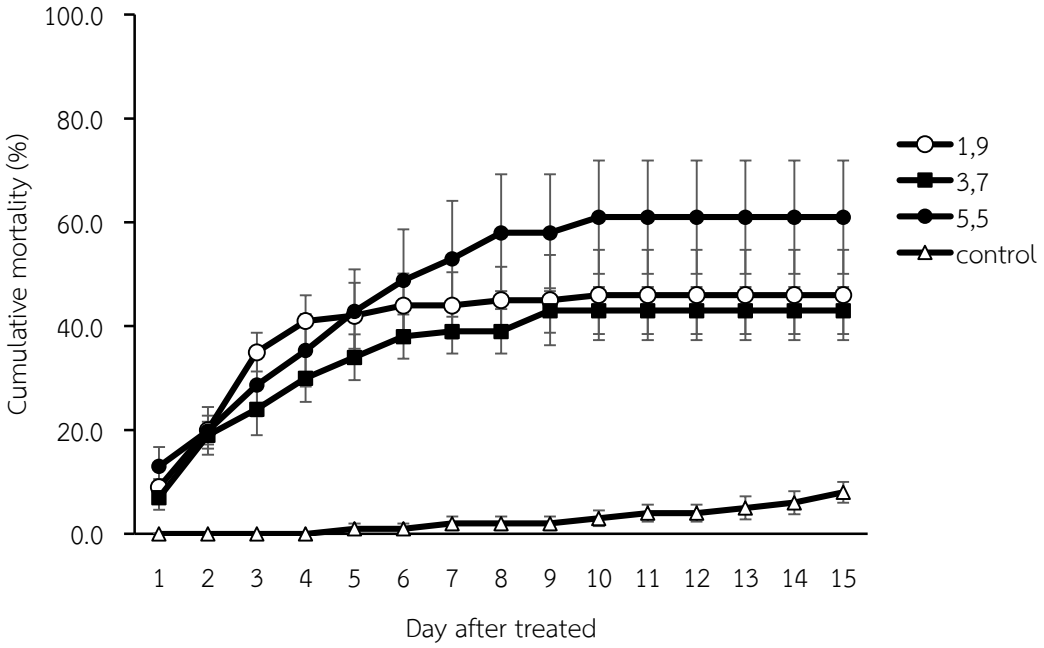

Figure 4. Cumulative percentage mortality (mean ± SEM) of different fungal transmission of infected adult aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), with *Metarhizium guizhouense* PSUM04 to healthy population in laboratory

การวิเคราะห์ Kaplan-Meier ของอัตราการรอดชีวิตเฉลี่ย (Average Survival Time, AST) ของประชากรเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* ที่ติดเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 ต่อประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติ พบว่าอัตราส่วนของประชากรเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราต่อประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติในอัตราส่วน 5 : 5, 3 : 7 และ 1 : 9 มีค่า AST ที่ใกล้เคียงกัน คือ 8.43 ± 0.5, 10.12 ± 0.58 และ 9.56 ± 0.61 วัน ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกัน แต่พบว่าแตกต่างจากชุดควบคุมที่มีค่า AST เท่ากับ 15.00 ± 0.00 วัน อย่างมีนัยสำคัญ ($F = 252.549$, $df = 3$, $P = 0.000$) (Table 7)

นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อรา *M. guizhouense* มีผลต่ออัตราการรอดชีวิตของแมลงวันผลไม้ *B. cucurbitae* เมื่อตัวเต็มวัยของแมลงวันแตงเพศผู้ที่ติดเชื้อราถ่ายทอดเชื้อราไปสู่แมลงวันแตงเพศเมียปกติ พบว่าแมลงวันแตงเพศผู้ที่ติดเชื้อรามีค่าเฉลี่ยการรอดชีวิตต่ำสุดเท่ากับ 6.16 ± 0.19 วัน รองลงมาคือแมลงวันแตงเพศเมียปกติที่อยู่ภายในกรงเดียวกันกับเพศผู้ที่ติดเชื้อราซึ่งมีค่าเฉลี่ยการรอดชีวิตเท่ากับ 11.10 ± 0.55 วัน (ปาณิศา, 2559)

Table 7. Kaplan-Meier survival analysis of fungal transmission of infected adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), with *Metarhizium guizhouense* PSUM04 in laboratory

Ratio (infected:uninfected)	Average survival time (AST) (day) (mean ± SEM)[1/]	95% Confidence interval	
		Lower	Upper
1 : 9	9.56 ± 0.61[a]	8.36	10.76
3 : 7	10.12 ± 0.58[a]	8.98	11.26
5 : 5	8.43 ± 0.56[a]	7.33	9.53
Control	15.00 ± 0.00[b]	15.00	15.00

[1/]Data follow the same letter in the same column are not significantly different by Tukey's HSD test ($P<0.01$).

การศึกษาการถ่ายทอดเชื้อรา *B. bassiana* PSUB01 ของประชากรเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* ที่ติดเชื้อราไปสู่ประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติ พบว่าอัตราส่วนของประชากรเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราต่อประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติในอัตราส่วน 5 : 5 และ 3 : 7 สามารถถ่ายทอดเชื้อราไปสู่ประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติได้สูงกว่าประชากรเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราต่อประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติในอัตราส่วน 1 : 9 โดยพบค่าการตายสะสมเท่ากับ 50.0 ± 4.7 และ 47.0 ± 6.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันที่ 8 หลังจากเริ่มทดสอบ สำหรับอัตราส่วน 1 : 9 พบค่าการตายสะสมสูงสุดเท่ากับ 33.0 ± 6.3 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 8 หลังจากเริ่มทดสอบ ส่วนชุดควบคุมพบการตายสะสมของเพลี้ยอ่อนผักต่ำกว่า 8.0 ± 2.0 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 15 หลังจากเริ่มทดสอบ (Fig. 5)

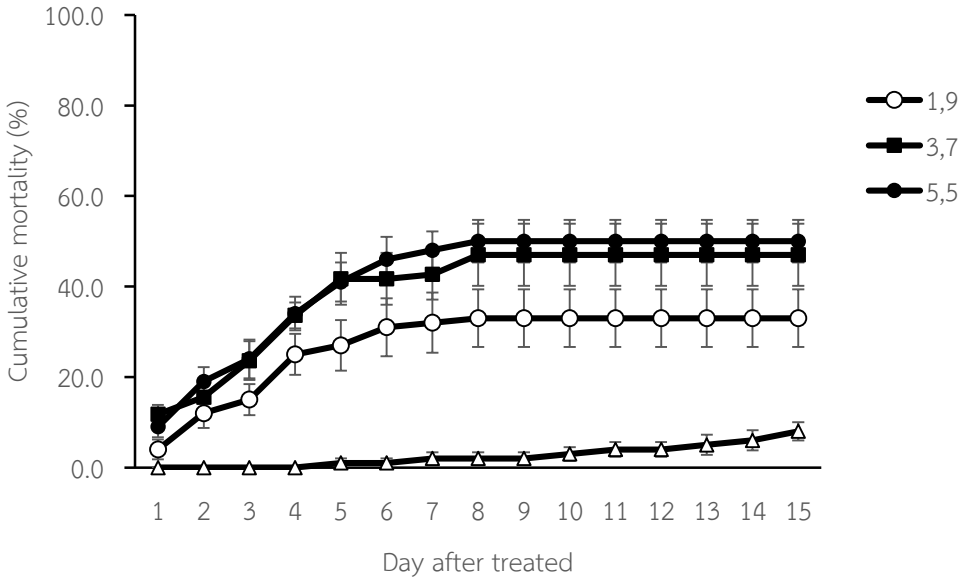

Figure 5. Cumulative percentage mortality (mean ± SEM) of different fungal transmission of infected adult aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), with *Beauveria bassiana* PSUB01 to healthy population in laboratory

การวิเคราะห์ Kaplan-Meier ของอัตราการรอดชีวิตเฉลี่ย (Average Survival Time, AST) ของประชากรเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* ที่ติดเชื้อรา *B. bassiana* PSUB01 ต่อประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติ พบว่าอัตราส่วนของประชากรเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราต่อประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติในอัตราส่วน 5 : 5, 3 : 7 และ 1 : 9 มีค่า AST ที่ใกล้เคียงกัน คือ 9.29 ± 0.59, 9.50 ± 0.60 และ 9.72 ± 0.58 วัน ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกัน แต่พบว่าแตกต่างจากชุดควบคุมที่มีค่า AST เท่ากับ 15.00 ± 0.00 วัน อย่างมีนัยสำคัญ ($F = 227.525$, $df = 3$, $P = 0.000$) (Table 8) สำหรับการแพร่กระจายเชื้อราจากตัวแมลงที่ติดเชื้อไปสู่ประชากรปกติสามารถพบได้ในแมลงชนิดอื่นๆ เช่น งานทดลองของ Lopez และคณะ (2011) พบว่าแมลงในอันดับ coleoptera ที่ติดเชื้อราสามารถถ่ายทอดเชื้อราได้ไปสู่ประชากรปกติ เช่น ด้วง *C. sordidus* มีการตายสะสม 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีถ่ายทอดเชื้อราจากตัวเต็มวัยที่ติดเชื้อไปสู่ตัวเต็มวัยปกติ ในอัตราส่วน 2 : 10 ส่วนงานทดลองของ Kreutz และคณะ (2010) ทำการทดลองในด้วง *Ips typoraphus* (Linneaus) ที่มีการตายสะสม 77 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทดลองในอัตราส่วน 1:5 ตัว

Table 8. Kaplan-Meier survival analysis (mean ± SEM) of fungal transmission of infected adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), with *Beauveria bassiana* PSUB01 in laboratory

Ratio (infected:uninfected)	Average survival time (AST) (day) (mean ± SEM)[1/]	95% Confidence interval	
		Lower	Upper
1 : 9	9.72 ± 0.58[a]	8.58	10.86
3 : 7	9.50 ± 0.60[a]	8.33	10.67
5 : 5	9.29 ± 0.59[a]	8.14	10.44
Control	15.00 ± 0.00[b]	15.00	15.00

[1/]Data follow the same superscript in the same column are not significantly different by Tukey's HSD test ($P<0.01$).

การทดลองที่ 4 การศึกษาความสามารถของเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ต่อการส่งเสริมการเจริญของต้นพืชและการต้านทานต่อเพลี้ยอ่อนผัก

การทดลองย่อยที่ 1 การส่งเสริมการเจริญต่อต้นพืชของเชื้อราโรคแมลง

จากการศึกษาผลของการส่งเสริมการเจริญของต้นคะน้าของเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 ในวันที่ 7 และ 14 หลังจากการใช้เชื้อรา การใช้เชื้อราแบบเทลงในระบบรากช่วยส่งเสริมความสูงของต้นคะน้าได้มากกว่ากรรมวิธีการอื่นๆ แต่หลังจากวันที่ 21 ถึงวันที่ 42 ความสูงของต้นคะน้าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน (Fig. 6A)

ส่วนความยาวรากพบว่า ในวันที่ 7 และ 14 หลังจากการใช้เชื้อรา ทุกกรรมวิธีที่ใช้เชื้อรามีแนวโน้มของความยาวรากมากกว่าชุดควบคุม ในวันที่ 21 และ 28 กรรมวิธีการพ่นทางใบ และ การพ่นทางใบร่วมกับการเทลงในระบบรากมีความยาวรากมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ส่วนในวันที่ 35 และ 42 ความยาวรากของทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน (Fig. 6B)

สำหรับการศึกษาผลของการส่งเสริมการเจริญของต้นคะน้าของเชื้อรา *B. bassiana* PSUB01 ความสูงของต้นคะน้าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Fig. 7A) ส่วนความยาวราก พบว่าในวันที่ 7 ความยาวรากไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนในวันที่ 14-42 ความยาวรากของต้นคะน้าแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะวันที่ 42 การใช้เชื้อรา *B. bassiana* PSUB01 เทในระบบรากมีแนวโน้มของความยาวรากมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (Fig. 7B)

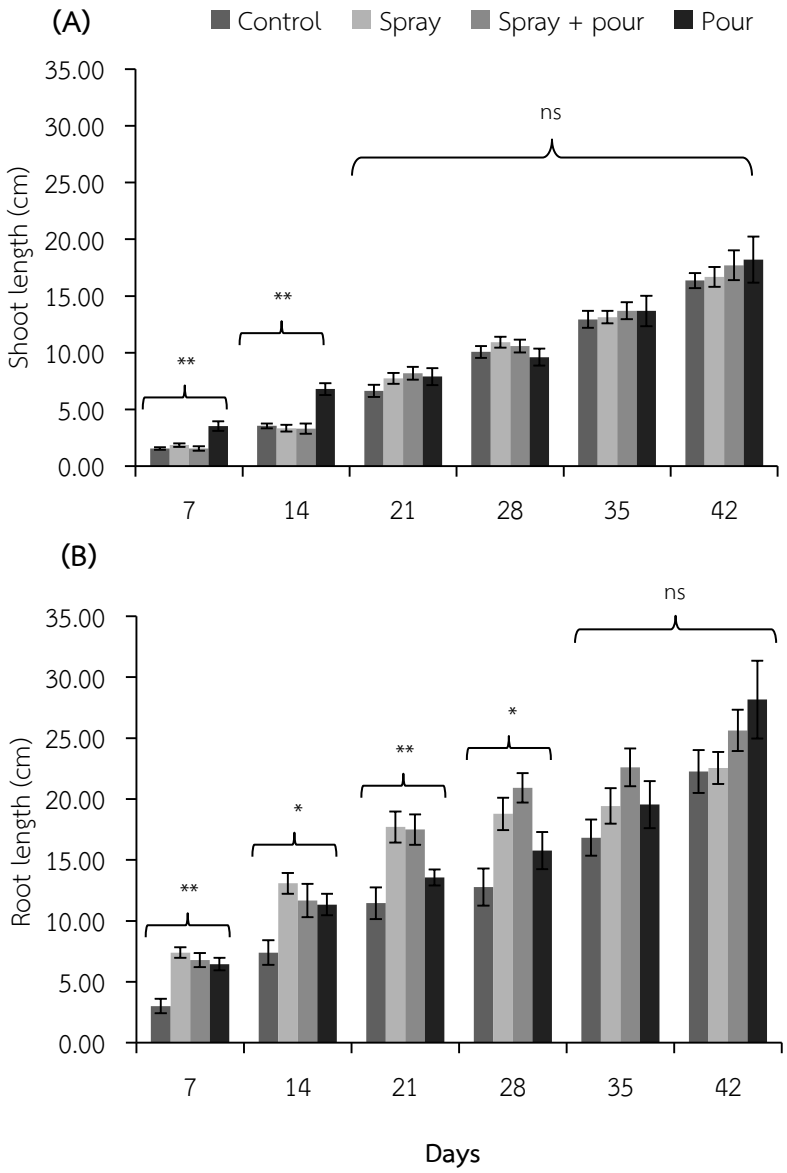

Figure 6. Shoot (A) and root length (B) (mean ± SEM) of Chinese kale treated with different applications of *Metarhizium guizhouense* PSUM04. The mean of shoot and root length were compared by Tukey's rang test (P = 0.01 and 0.05).

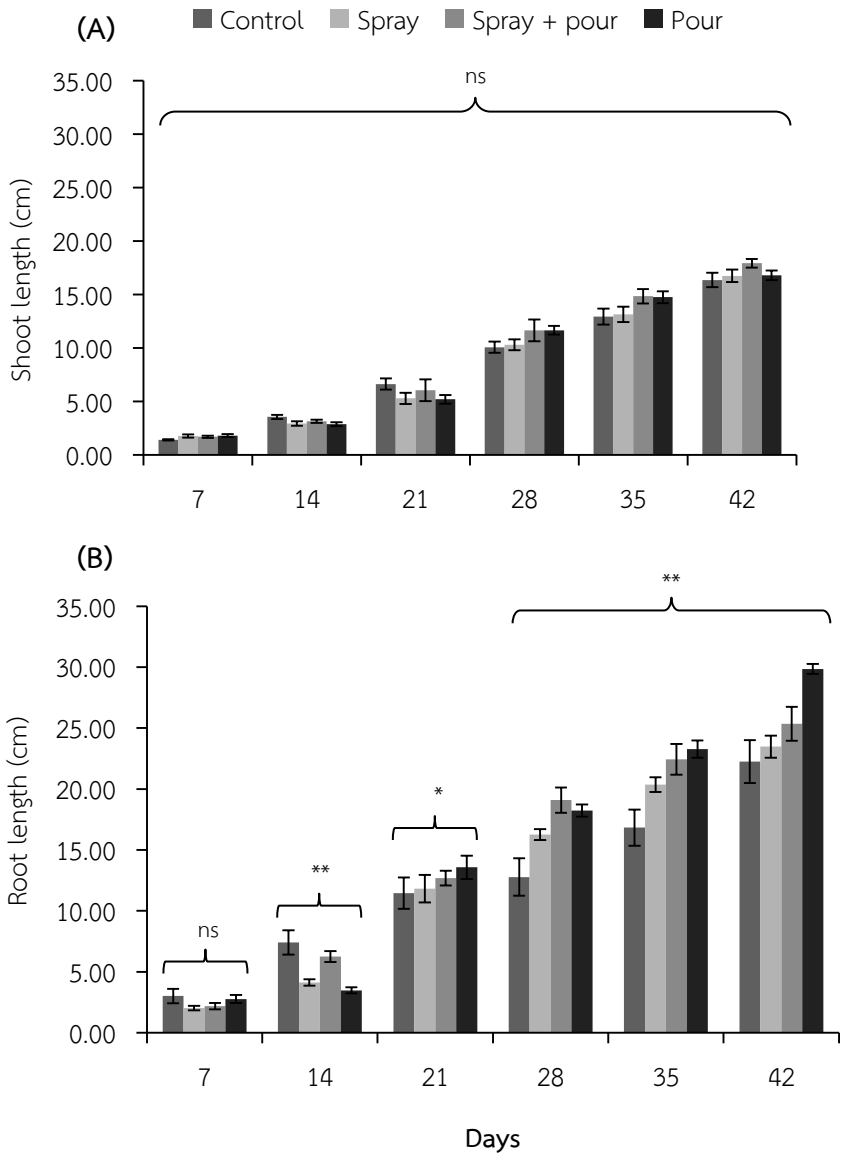

Figure 7. Shoot (A) and root length (B) (mean ± SEM) of Chinese kale treated with different applications of *Beauveria bassiana* PSUB01. The mean of shoot and root length were compared by Tukey's rang test (P = 0.01 and 0.05).

สำหรับน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นคะน้าหลังการใช้เชื้อราโรคแมลงทั้งสองชนิด พบว่าเชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ของทุกกรรมวิธี (พ่นทางใบ พ่นทางใบร่วมกับเทในระบบราก และ เทในระบบราก) ไม่มีความแตกต่างกัน (น้ำหนักสด F = 1.011, df = 7, *P* = 0.432; น้ำหนักแห้ง F = 1.154, df = 7, *P* = 0.340) ของทั้งน้ำหนักสด (Fig. 8A) และน้ำหนักแห้ง (Fig. 8B)

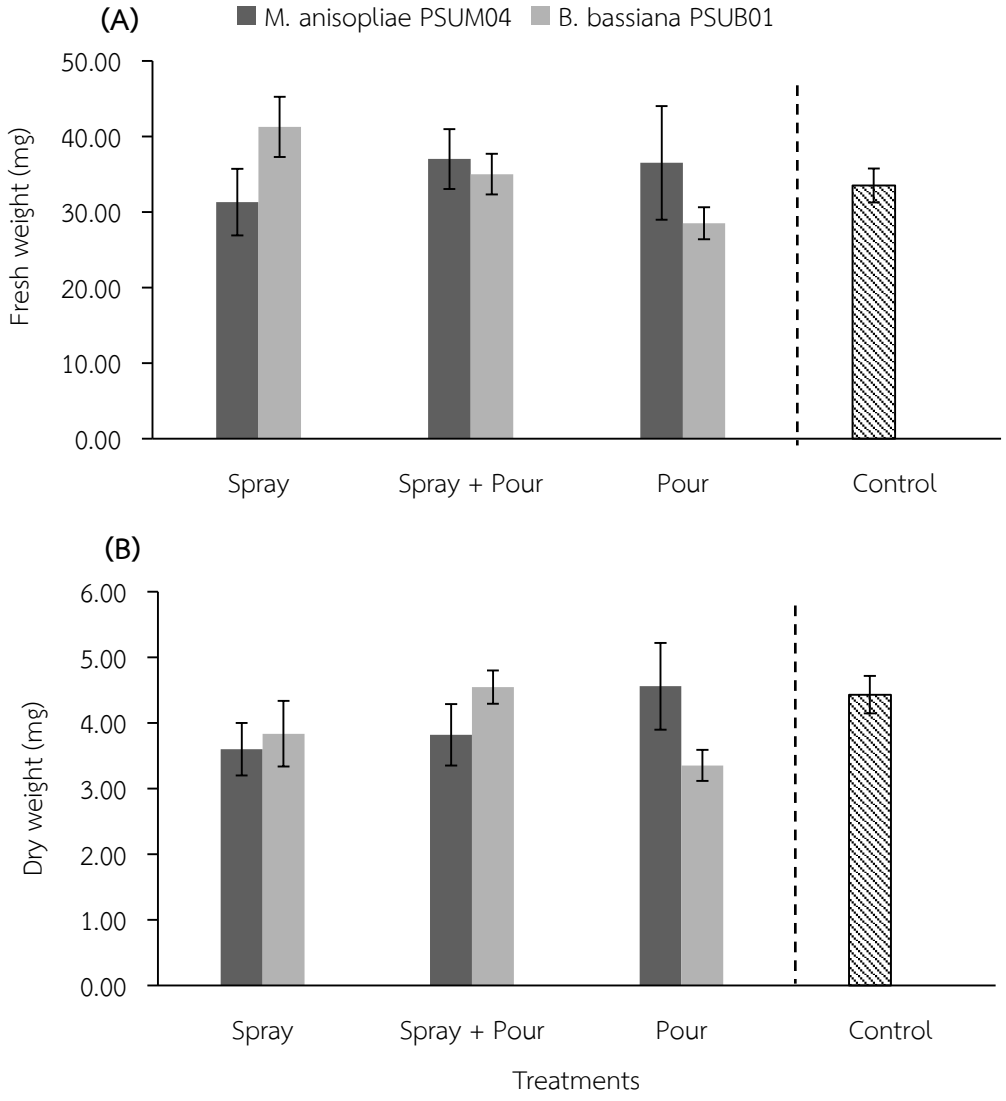

Figure 8. Fresh (A) and dry (B) weight (mean ± SEM) of Chinese kale treated with different applications of *Metarhizium guizhouense* PSUM04 and *Beauveria bassiana* PSUB01. All treatments were not significantly different by Tukey's rang test (*P*>0.05).

การทดลองย่อยที่ 2 การส่งเสริมความทนทานของต้นพืชต่อการเข้าทำลายของแมลง

จากการศึกษาผลของการส่งเสริมความทนทานของต้นคะน้าต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนของเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 ในวันที่ 7 และ 14 หลังจากการใช้เชื้อราและก่อนการปล่อยเพลี้ยอ่อนลงบนต้นคะน้า พบว่า การใช้เชื้อราแบบพ่นทางใบ การเทในระบบราก และการพ่นทางใบร่วมกับการเทในระบบราก ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมที่ไม่ใช่เชื้อรา แต่หลังจากวันที่ 21-42 หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อนบนต้นคะน้า พบว่าต้นคะน้าที่ใช้เชื้อราทุกรูปแบบมีความสูงของต้นคะน้ามากกว่าชุดควบคุมและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (Fig. 9A)

ส่วนความยาวรากพบว่า ในวันที่ 7 และ 14 หลังจากการใช้เชื้อราและก่อนการปล่อยเพลี้ยอ่อนลงบนต้นคะน้า พบว่า การใช้เชื้อราแบบพ่นทางใบ การเทในระบบราก และการพ่นทางใบร่วมกับการเทในระบบราก ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมที่ไม่ใช่เชื้อรา (P<0.05) แต่หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อนลงบนต้นคะน้า พบว่าในวันที่ 21, 35 และ 42 ความยาวรากของต้นคะน้าของทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน (Figure 8B) ยกเว้นวันที่ 28 พบว่าความยาวรากของต้นคะน้าที่ใช้เชื้อราแบบพ่นทางใบ และการเทในระบบราก แตกต่างจากการพ่นทางใบร่วมกับการเทในระบบราก และชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (Fig. 9B)

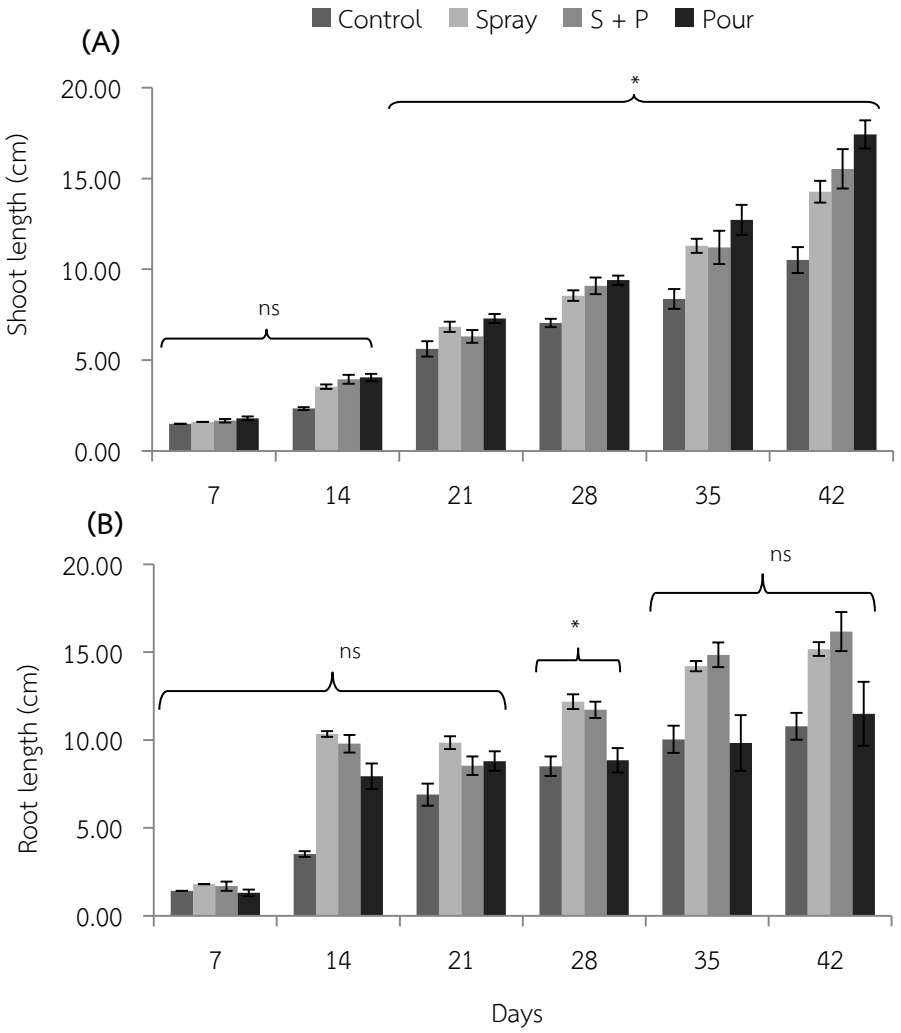

Figure 9. Shoot (A) and root length (B) (mean ± SEM) of Chinese kale treated with different applications of *Metarhizium guizhouense* PSUM04. The aphids were released on day 14. The mean of shoot and root length were compared by Tukey's rang test ($P<0.05$).

สำหรับน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นคะน้าหลังการใช้เชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 พบว่ากรรมวิธีที่มีการใช้เชื้อราพ่นทางใบร่วมกับเทในระบบราก และการเทในระบบราก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากชุดควบคุมที่ไม่มีการใช้เชื้อรา ($P<0.05$) ของทั้งน้ำหนักสด (Fig. 10A) และน้ำหนักแห้ง (Fig. 10B) ส่วนรูปของต้นคะน้าหลังจากใช้เชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 ที่มีการปล่อยเพลี้ยอ่อนร่วมด้วยได้แสดงที่ Fig. 11

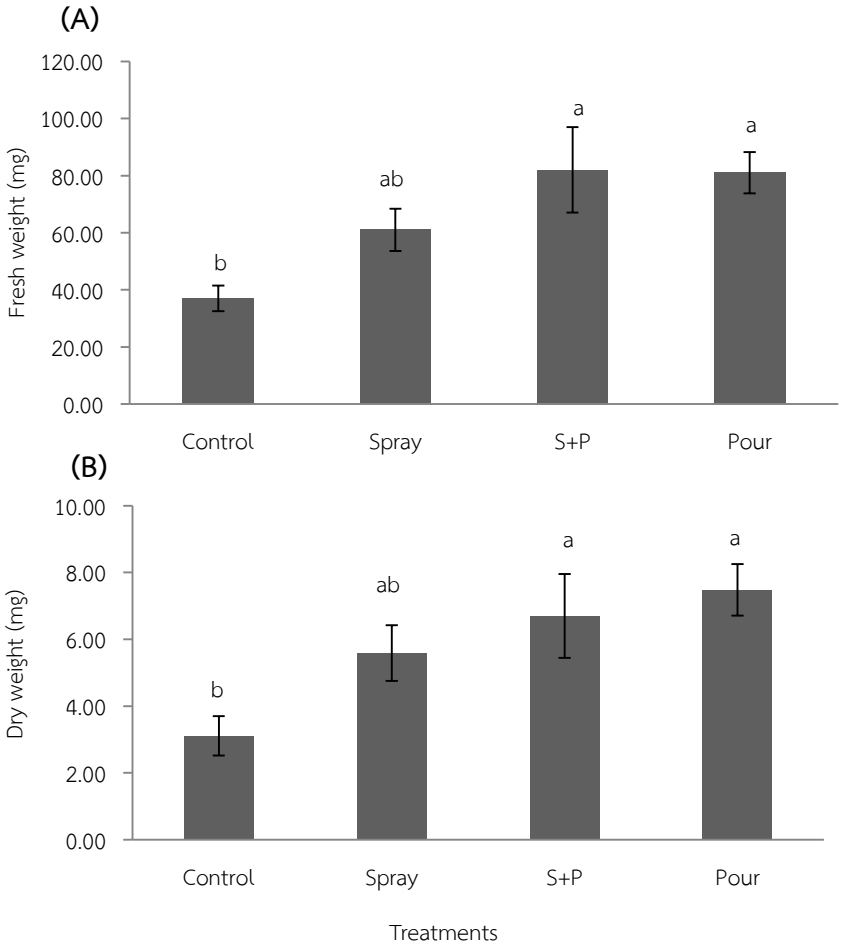

Figure 10. Fresh (A) and dry (B) weight (mean ± SEM) of Chinese kale is treated with different applications of *Metarhizium guizhouense* PSUM04. The mean of fresh and dry weight are compared by Tukey's rang test ($P<0.05$).

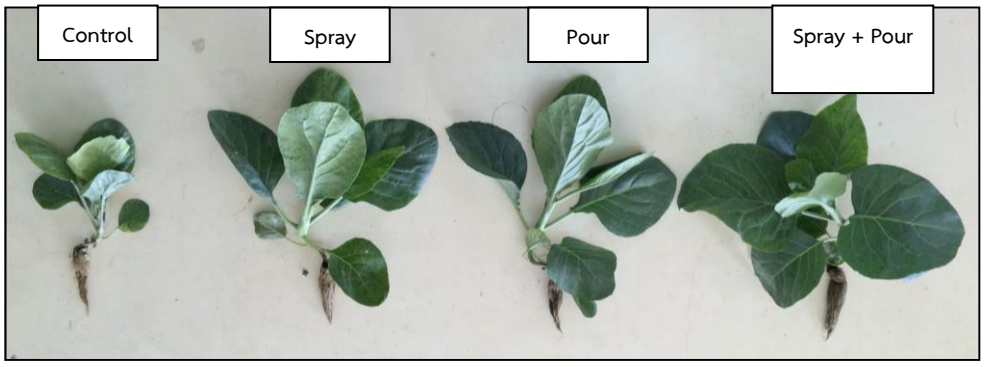

Figure 11. Characterization of Chinese kale after treated with *Metarhizium guizhouense* PSUM04 by different application methods; spray, pour and spray + pour, and coincidence with aphid infestation. The control does not treat with the fungus.

สำหรับผลของการส่งเสริมความทนทานของต้นคะน้าต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนผักของเชื้อรา *B. bassiana* ในวันที่ 7 และ 14 หลังจากการใช้เชื้อราและก่อนการปล่อยเพลี้ยอ่อนลงบนต้นคะน้า พบว่าการใช้เชื้อราแบบพ่นทางใบ การเทในระบบราก และการพ่นทางใบร่วมกับการเทในระบบราก ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมที่ไม่ใช่เชื้อรา แต่หลังจากวันที่ 21 และ 28 หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อนผักบนต้นคะน้า พบว่าต้นคะน้าที่ใช้เชื้อราทุกกรรมวิธีมีความสูงของต้นคะน้ามากกว่าชุดควบคุมและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (Fig. 12A) และพบว่าในวันที่ 35 และ 42 ต้นคะน้าที่มีการใช้เชื้อราแบบพ่นทางใบ การเทในระบบราก และการพ่นทางใบร่วมกับการเทในระบบราก ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมที่ไม่ใช่เชื้อรา ส่วนความยาวรากของต้นคะน้าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน (Fig. 12B) ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าในช่วงระยะท้ายๆ ของการทดสอบเป็นระยะที่ต้นคะน้ามีการเจริญที่รวดเร็ว เพราะได้ปุ๋ยจากระบบน้ำอย่างเต็มที่ จึงทำให้ความสูงของต้นและความยาวของรากไม่มีความแตกต่างกัน

นอกจากนี้เชื้อราทั้งสองชนิดยังสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิดอื่นได้อีกด้วย เช่น ส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นสตอเบอรี่ ส่งผลให้ผลผลิตมีคุณภาพดี และสามารถควบคุมแมลงศัตรูพืชได้อีกด้วย (Dara, 2013) และยังมีรายงานว่าเชื้อรา *M. anisopliae* มีผลต่อความสูงของลำต้น และความยาวของรากของต้นมะเขือเทศมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นที่ไม่ได้ใช้เชื้อราได้อีกด้วย (Garcia *et al.*, 2001)

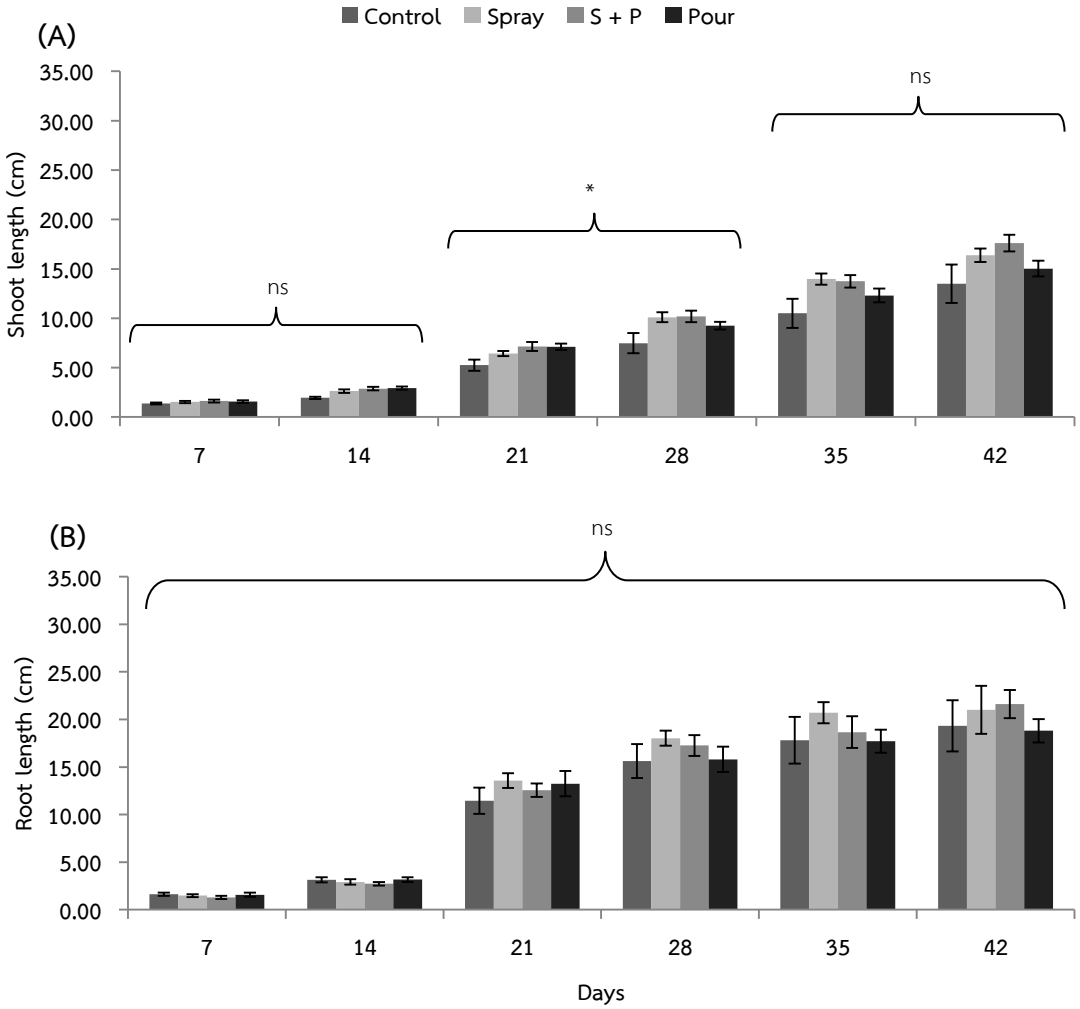

Figure 12. Shoot (A) and root length (B) (mean ± SEM) of Chinese kale treated with different applications of *Beauveria bassiana* PSUB01. The aphids were released on day 14. The mean of shoot and root length were compared by Tukey's rang test ($P<0.05$ and $P>0.05$).

สำหรับน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นคะน้าหลังการใช้เชื้อราโรคแมลง *B. bassiana* PSUB01 พบว่ากรรมวิธีที่มีการใช้เชื้อราพ่นทางใบร่วมกับเทในระบบราก และการเทในระบบราก ไม่มีความแตกต่างกันจากชุดควบคุมที่ไม่มีการใช้เชื้อราของทั้งน้ำหนักสด (Fig. 13A) และน้ำหนักแห้ง (Fig. 13B) ส่วนรูปของต้นคะน้าที่มีการปล่อยเพลี้ยอ่อนร่วมด้วยได้แสดงที่ Fig. 14

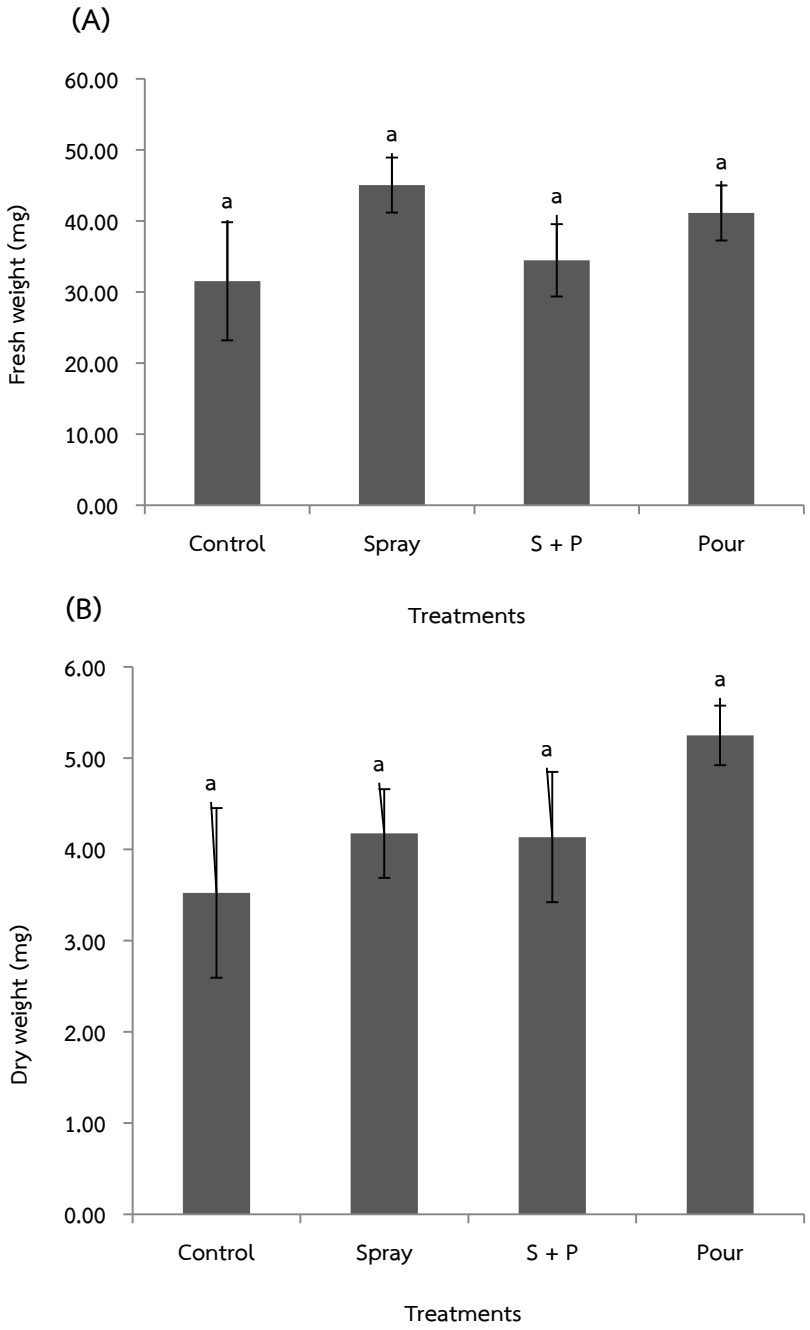

Figure 13. Fresh (A) and dry (B) weight (mean ± SEM) of Chinese kale treated with different applications of *Beauveria bassiana* PSUB01. The mean of fresh and dry weight are compared by Tukey's rang test ($P>0.05$).

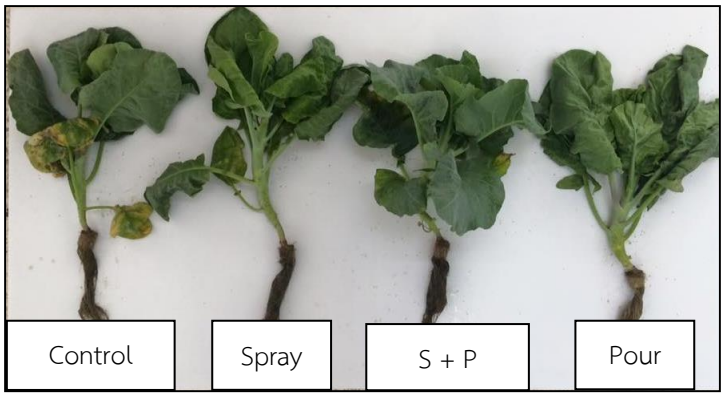

Figure 14. Characterization of Chinese kale after treated with *Beauveria bassiana* PSUM01 by different application methods; spray, pour and spray + pour, and coincidence with aphid infestation. The control is untreated with the fungus.

การทดลองที่ 5 ศึกษาการครอบครองใบ ก้านใบ และรากของเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ในต้นพืช

จากการศึกษาการครอบครองต้นคะน้าของเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้เชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 ทั้งการพ่นทางใบ การเทในระบบราก และการพ่นทางใบร่วมกับระบบราก สามารถพบโคโลนีของเชื้อราทั้งในส่วนของราก ใบ และลำต้น หลังจากใช้เชื้อราในวันที่ 7, 14, 21 และ 28 ส่วนชุดควบคุมไม่ตรวจพบโคโลนีของเชื้อราดังกล่าว (Table 9 และ Fig. 15)

Table 9. The incidence of endophytic entomopathogenic fungi, *Metarhizium guizhouense* PSUM04 and *Beauveria bassiana* PSUB01, in leaf, stem and root of Chinese kale after treated the fungus by spray and pour methods on day 7, 14, 21 and 28. The control was un-treated the fungi.

Treatments	Plant parts	Methods	Day after treatment			
			7	14	21	28
Control	Leaf	Spray	-	-	-	-
		Pour	-	-	-	-
	Stem	Spray	-	-	-	-
		Pour	-	-	-	-
	Root	Spray	-	-	-	-
		Pour	-	-	-	-
M. guizhouense PSUM04	Leaf	Spray	+	+	+	+
		Pour	+	+	+	+
	Stem	Spray	+	+	+	+
		Pour	+	+	+	+
	Root	Spray	+	+	+	+
		Pour	+	+	+	+
B. bassiana PSUB01	Leaf	Spray	+	+	+	+
		Pour	+	+	+	+
	Stem	Spray	+	+	+	+
		Pour	+	+	+	+
	Root	Spray	+	+	+	+
		Pour	+	+	+	+

(-) not detected the fungus; (+) detected the fungus

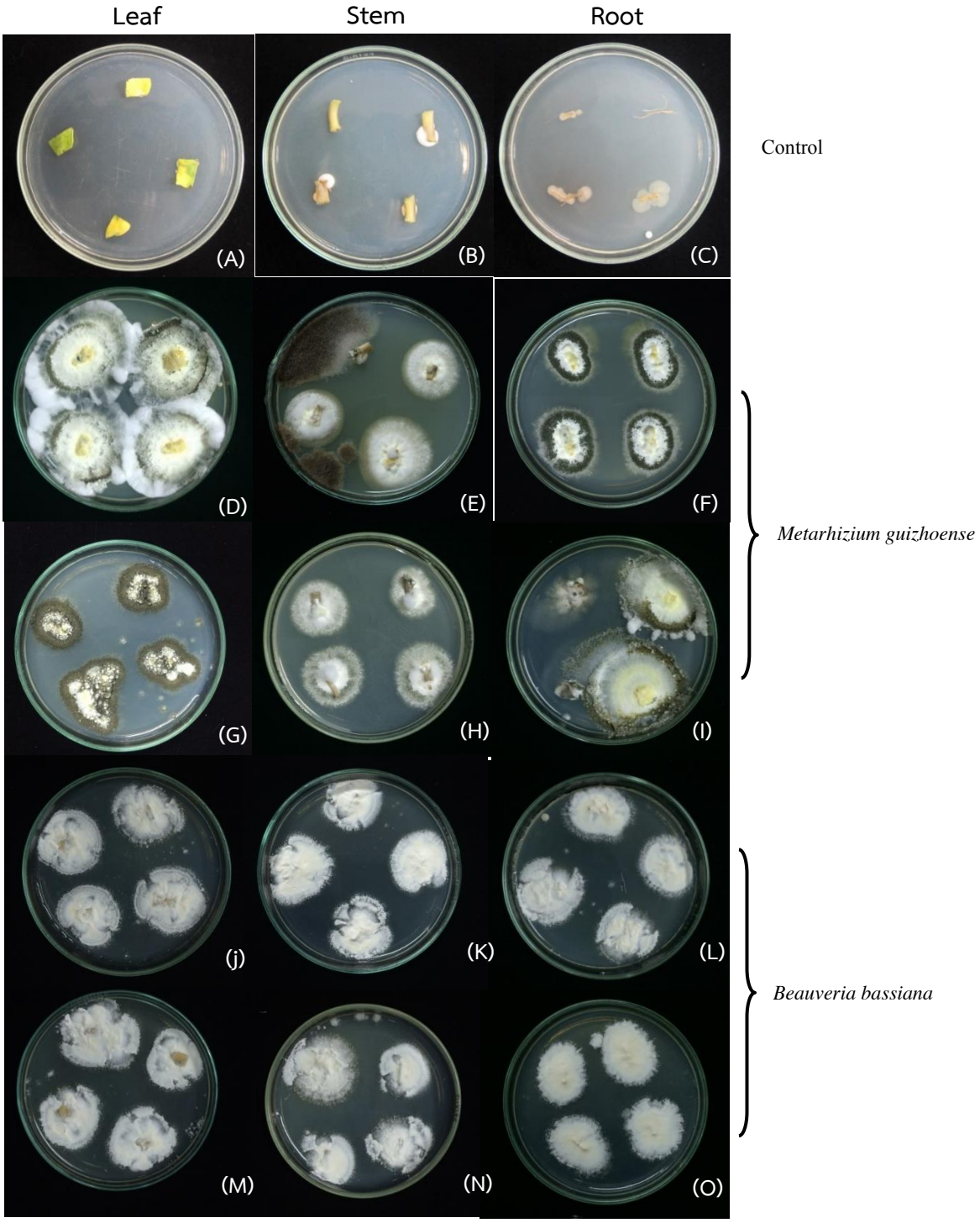

Figure 15. The fungal colony of endophytic entomopathogenic fungi, *Metarhizium guizhouense* PSUM04 (D-I) and *Beauveria bassiana* PSUB01 (J-O), in leaf, stem and root of Chinese kale after treated with the fungus by spray (D, E, F and J, K, L) and pour (G, H, I and M, N, O) methods on day 28. The control was un-treated the fungi (A)-(C).

การทดลองที่ 6 การใช้เชื้อราโรคแมลงที่มีประสิทธิภาพสูงควบคุมเพลี้ยอ่อนในโรงเรือนปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์

จากผลการทดลองที่ 1-5 พบว่า เชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 มีความสามารถและประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยอ่อนได้ดีที่สุด จึงเลือกนำมาทดสอบในสภาพโรงเรือนปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์ จากการศึกษาความสูงของต้นคะน้าพบว่า ในวันที่ 7,14 ก่อนการใช้เชื้อราแบบพ่นทางใบ การเทในระบบราก และการพ่นทางใบร่วมกับการเทในระบบรากและก่อนการปล่อยเพลี้ยอ่อนผักลงบนต้นคะน้า ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุม แต่หลังจากวันที่ 28 หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อนผักบนต้นคะน้า พบว่าต้นคะน้าที่ใช้เชื้อราทุกกรรมวิธีมีความสูงของต้นคะน้ามากกว่าชุดควบคุมและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) ส่วนวันที่ 35 พบว่าต้นคะน้าที่ใช้เชื้อราแบบพ่นทางใบมีความสูงของต้นที่มากกว่าแบบการเทในระบบราก การพ่นทางใบร่วมกับการเทในระบบราก และชุดควบคุมและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในขณะที่วันที่ 21 และ 42 ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันจากชุดควบคุมที่ไม่มีการใช้เชื้อรา (Fig. 16A)

ส่วนความยาวรากในวันที่ 7 ก่อนการใช้เชื้อราทุกกรรมวิธีและก่อนการปล่อยเพลี้ยอ่อนผักลงบนต้นคะน้าพบว่าไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุม หลังจากวันที่ 14 และ 21 หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อนผักบนต้นคะน้า พบว่าต้นคะน้าที่ใช้เชื้อราทุกกรรมวิธี ความยาวรากของต้นคะน้ามากกว่าชุดควบคุมและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) ส่วนความยาวรากในวันที่ 28 หลังจากการใช้เชื้อราแบบการเทในระบบราก การพ่นทางใบร่วมกับการเทในระบบราก พบว่ามีแนวโน้มความยาวรากของต้นคะน้ามากกว่าชุดควบคุมและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในขณะที่วันที่ 35 และ 42 ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน (Fig. 16B)

เชื้อราชนิดนี้นอกจากจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นคะน้าและ พบว่ายังช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากในดินของต้นถั่ว *Panicum virgatum* และ *Phaseolus vulgaris* ได้อีกด้วย (Sasan *et al*., 2012)

สำหรับน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นคะน้าหลังการใช้เชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 พบว่ากรรมวิธีที่มีการใช้เชื้อราพ่นทางใบร่วมกับเทในระบบราก และการเทในระบบราก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากชุดควบคุมที่ไม่มีการใช้เชื้อรา (P<0.01) ของทั้งน้ำหนักสด (Fig. 17A) และน้ำหนักแห้ง (Fig. 17B) Kabaluk และ Ericsson (2007) ได้ทำการทดสอบเชื้อราชนิดนี้กับต้นข้าวโพดหลังโดยมีการเข้าทำลายของแมลงศัตรูร่วมด้วยพบว่า น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงกว่าชุดควบคุมที่ไม่มีการใช้เชื้อรา

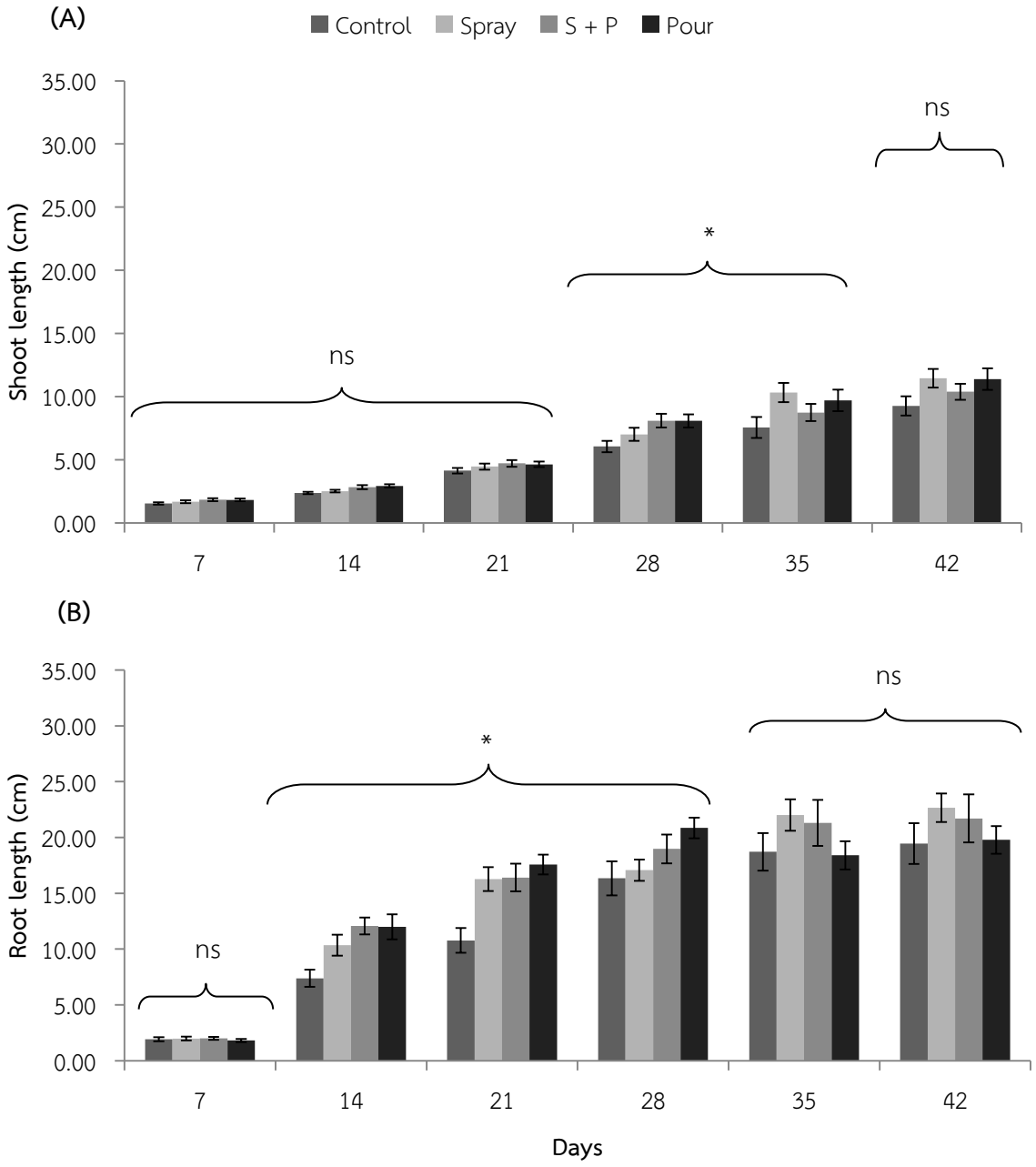

Figure 16. Shoot (A) and root length (B) (mean ± SEM) of Chinese kale treated with different applications of *Metarhizium guizhouense* PSUM04. The aphids were released on day 14. The mean of shoot and root length were compared by Tukey's rang test ($P<0.05$).

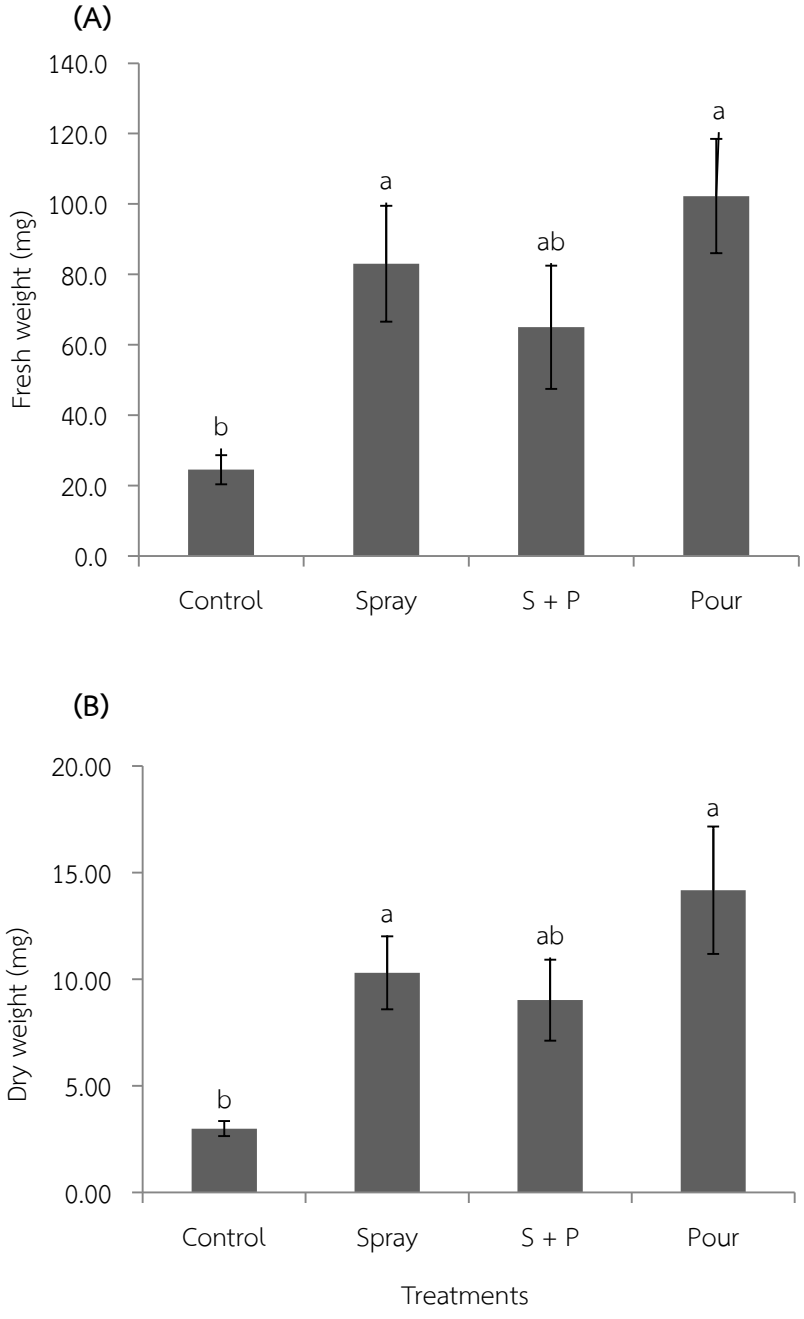

Figure 17. Fresh (A) and dry (B) weight (mean ± SEM) of Chinese kale treated with different applications of *Metarhizium guizhouense* PSUM04. The mean of shoot and root length were compared by Tukey's rang test ($P<0.05$).

สำหรับการประเมินการแพร่ระบาดของเพลี้ยอ่อนผักหลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อนผักในวันที่ 14 เมื่อทำการประเมินในวันที่ 28 35 และ 42 พบว่าในกรรมวิธีที่มีการใช้เชื้อราพ่นทางใบร่วมกับเทในระบบราก และการเทในระบบราก มีจำนวนประชากรเพลี้ยอ่อนผักที่น้อยกว่าชุดควบคุมและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากชุดควบคุมที่ไม่มีการใช้เชื้อรา (P<0.01) (Fig. 18) โดยชุดควบคุมจำนวนประชากรเพลี้ยอ่อนมีการระบาดสูงสุดถึงระดับที่ 5 แสดงให้เห็นทุกส่วนของพืชถูกปกคลุมด้วยกลุ่มของเพลี้ยอ่อน พืชแคระเกร็นและชะงักการเจริญเติบโต (Fig. 19) ลักษณะของต้นคะน้าที่มีการปล่อยเพลี้ยอ่อนผักร่วมด้วยได้แสดงที่ Fig. 20

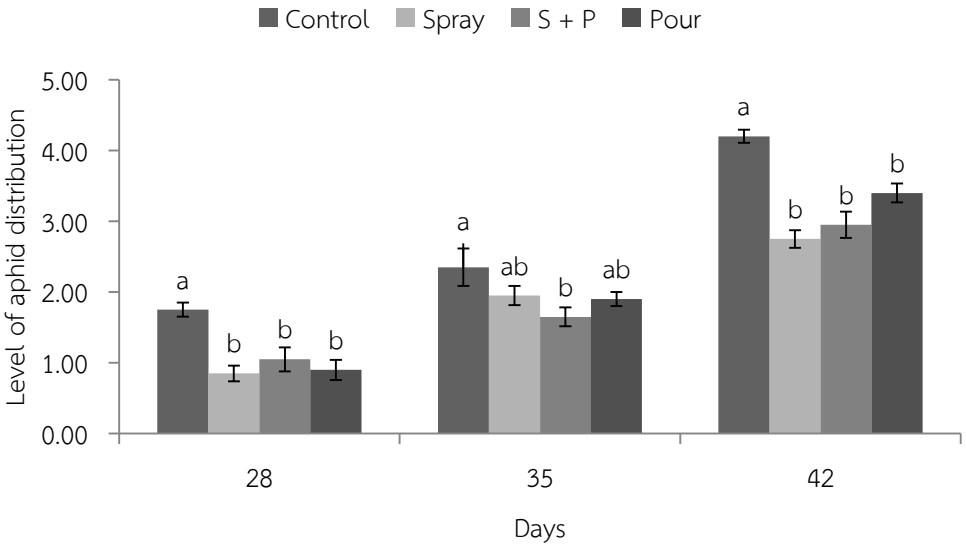

Figure 18. Level of mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach), distribution on different treatment of *Metarhizium guizhouense* PSUM04. The mean of shoot and root length were compared by Turkey's HSD test (P<0.01)

Figure 19. Characteristic of Chinese kale infestation with mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach)

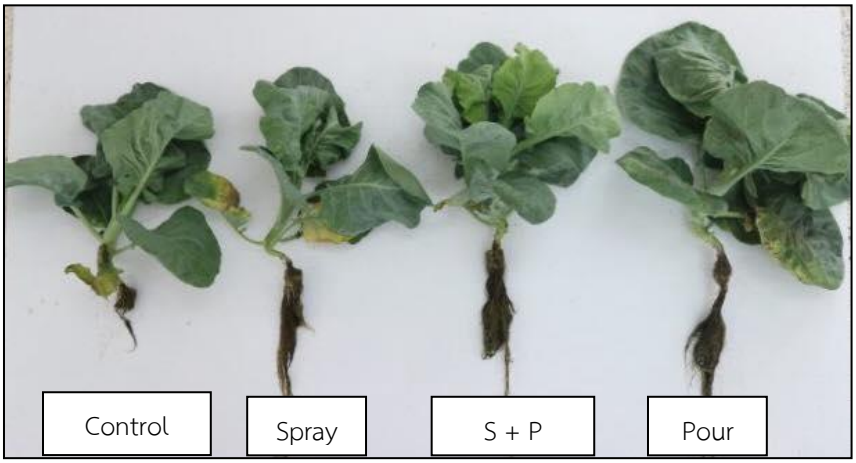

Figure 20. Characteristic of Chinese kale after infested 42 days with mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) in hydroponic system. The Chinese kale is inoculated with *Metarhizium guizhouense* PSUM04 at 1×10^{8} spore/ml by spray, pour and spray + pour, every 7 days. The control (water) is untreated.

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบความเข้มข้นที่เหมาะสมในการก่อให้เกิดโรคของเชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ต่อเพลี้ยอ่อนผัก ที่ระดับความหนาแน่นสปอร์ 1×10^8 สปอร์/มิลลิลิตร ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การตายสะสมของเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* ที่เพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มมากขึ้น โดยอัตราการรอดชีวิตเฉลี่ยของเพลี้ยอ่อนผัก ที่พ่นด้วยสปอร์เชื้อราทั้งสองชนิดที่ระดับความหนาแน่นที่สูงทำให้เพลี้ยอ่อนผัก มีอัตราการรอดชีวิตต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับระดับความหนาแน่นของสปอร์ที่ต่ำและชุดควบคุม

ผลจากการถ่ายทอดเชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01ในประชากรเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราไปสู่ประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติ พบว่าเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราทั้ง 2 ชนิดสามารถถ่ายทอดไปสู่เพลี้ยอ่อนผักที่ไม่ติดเชื้อราได้ โดยสัดส่วนของเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราต่อเพลี้ยอ่อนผักที่ไม่ติดเชื้อราที่ 5:5 ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การตายสะสมที่สูงที่สุดและมีค่าเฉลี่ยการรอดชีวิตที่ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่นๆ

ผลจากการศึกษาวิธีการใช้เชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ต่อการส่งเสริมการเจริญของคะน้าในสภาวะที่ไม่มีเพลี้ยอ่อนผัก การใช้เชื้อราโรคแมลงทั้ง 2 ชนิด โดยกรรมวิธี การพ่น การเท และการพ่นร่วมกับเท แนวโน้มการเจริญเติบโตของความสูงต้น, ความยาวราก, น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ไม่มีความแตกต่างกันกับชุดควบคุม และเมื่อใช้เชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 และ *B. bassiana* PSUB01 ในต้นคะน้าในสภาวะที่มีเพลี้ยอ่อน เชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของความสูงต้นความ, ยาวราราก, น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง เมื่อใช้กรรมวิธีพ่นและ พ่นร่วมกับเท มีแนวโน้มที่มากกกว่ากรรมวิธีการพ่นและชุดควบคุม และเมื่อเชื้อราโรคแมลง *B. bassiana* PSUB01ในทุกกรรมวิธีไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้าและไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุม

เมื่อนำเชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเชื้อรา *B. bassiana* PSUB01มาใช้ควบคุมการระบาดของเพลี้ยอ่อนผักในระดับโรงเรือนระบบปลูกไฮโดรโปนิกส์ เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวในวันที่ 42 พบว่าเมื่อใช้เชื้อราโรคแมลงด้วยกรรมวิธีการเท สามารถควบคุมการแพร่ระบาดของเพลี้ยอ่อนผักได้ดีที่สุด รองลงมาคือ การพ่นร่วมกับเท และการพ่น ตามลำดับ ส่งผลให้เพลี้ยอ่อนผักมีการระบาดอยู่ในระดับที่ 2-3 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีการแพร่ระบาดอยู่ในระดับ 4-5

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553. สมาคมกีฏวิทยาและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 303 หน้า.

ทิพย์วดี อรรถธรรม. 2533. โรควิทยาของแมลง. ภาคกีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิพย์วดี อรรถธรรม. มปป. การใช้เชื้อไวรัสและเชื้อราควบคุมกำจัดแมลงศัตรูผัก. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.

นริศ ท้าวจันทร์. 2554. การคัดกรองเชื้อราโรคแมลงท้องถิ่นในเขตจังหวัดภาคใต้ตอนกลางเพื่อการควบคุมแมลงวันผลไม้ (Diptera: Tephritidae). รายงานการวิจัย ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

นริศ ท้าวจันทร์ อนุชิต ชินาจริยวงศ์ และ วิวัฒน์ เสือสะอาด. 2552. การเพิ่มปริมาณสปอร์เชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin ด้วยวัสดุทางการเกษตรในการเกษตรอินทรีย์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (ฉบับพิเศษ) 40(3): 555-558.

นริศ ท้าวจันทร์ และฤทธิพร เบ็ญอาหลี. 2557. การคงอยู่ของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* PSUM04 บนต้นลองกอง เพื่อการควบคุมหนอนกินใต้ผิวเปลือกลำต้นลองกอง. วารสารแก่นเกษตร (ฉบับบพิเศษ) 42(3): 618-623.

ปาณิศา ธรรมเสวตร. 2559. ผลของเชื้อรา *Metarhizium guizhouense* ไอโซเลท PSUM02 ต่อการผสมพันธุ์และการอยู่รอดของแมลงวันแตง *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 60 หน้า.

มลิวัลย์ ปันยารชุน. 2534. การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี. กรุงเทพมหานคร: เอกสารวิชาการ. กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

Abdel-Raheem, M.A., Reyad, F.N., Abdel-Raheem, I.E. and Al-Shuraym, A. 2016. Evolution of some isolates of entomopathogenic fungi on some insect pests infesting patato crop in Egypt. International Journal of Chemtech Research 9: 479-485.

Akmal, M., Freed, S., Malik, M.N. and Gul, H.T. 2013. Efficacy of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hypomycetes) against different aphid species under laboratory conditions. Pakistan Journal of Zoology 45: 71-78.

Amjad, M., Islam, I. and Kakakhel, A.S. 1999. Turnip aphid *Lipaphis erysimi* Kalt. (Homoptera: Aphididae) biology, intrinsic rate of increase and development threshold temperature on oilseed *Brassica*. Pakistan Journal of Biological Sciences 2: 599-602.

Bakhetia, D.R.C. and Sidhu, S.S. 1983. Effect of rainfall and temperature on the mustard aphid, *Lipaphis erysimi* Kalt. Indian Journal of Entomology 45: 202-205.

Batol, J. 2015. The effect of DEMI-001 isolate of *Metarhizium anisopliae* on Aphis rose (Hemiptera: Aphididae) of different temperatures. International Journal of Farming and Ailled Science 4: 496-498.

Bhadauria, N.S., Jakhmola, S.S., Bhadauria, N.K.S. and Bhadauria, V.P.S. 1996. Reaction of mustard genotypes against mustard aphid, *Lipaphis erysimi* Kalt. Advances in Plant Sciences 9: 139-142.

Bing, L.A. and Lewis, L.C. 1991. Suppression of *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) by endophytic *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. Environmental Entomology 20: 1207-1211.

Bing, L.A. and Lewis, L.C. 1992. Endophytic *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin in corn: the influence of the plant growth stage and *Ostrinia nubilalis* (Hübner). Biocontrol Science and Technology 2: 39-47.

Bischoff, J.F., Rehner, S.A. and Humber, R.A. 2009. A multilocus phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage. Mycologia 101: 512–530.

Bruck, D. 2005. Ecology of *Metarhizium anisopliae* in soilless potting media and the rhizosphere: implications for pest management Ecology of *Metarhizium anisopliae* in soilless potting media and the rhizosphere: implications for pest management. Biological Control 32: 155-163.

Butt, M.T., Ibrahim, L., Ball, V.B. and Clack, J.S. 1994. Pathogenicity of the entomogenous fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against crucifer pests and the honey bee. Biocontrol Science and Technology 4: 207-214.

Chandler, D., Davidson, G. and Jacobson, R.J. 2005. Laboratory and glasshouse evaluation of entomopathogenic fungi against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), on tomato, *Lycopersicon esculentum.* Biocontrol Science and Technology 15: 27-54.

Dara, K.S. 2013. Entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* promotes strawberry plant growth and health. eJournal on production and pest management practices for strawberry and vegetable. [online] Available from http://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=11624 (8 November 2016)

Ekesi, S., Akpa, D.A., Onu, I. and Ogunlana, O.M. 2000. Entomopathogenicity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to the cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). Archives of Phytopathology and Plant Protection 33: 171-180.

Elena, G.J., Beatriz, P.J., Alejandro, P. and Roberto, L.E. 2011. *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin promotes growth and has endophyteic activity in tomato plants. Advances in Biological Research 5: 22-27.

Ernst-Jan, S., Knols, G.B. and Takken, W. 2004. Autodissemination of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* amongst adults of the malaria vector *Anopheles gambiae*. Malaria Journal 3: 1-6.

Faria, M.R. and Wraight, S.P. 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* with fungi. Crop Protection 20: 767-778.

Faria, M.R. and Wright, S.P. 2007. Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. Biological Control 43: 237-256.

Feng, M.G., Chen, B. and Ying, S.H. 2004. Trials of *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus* and imidacloprid for management of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) on greenhouse grown lettuce. Biocontrol Science and Technology 14: 531-544.

Feng, M.G., Poprawski, T.J. and Khachatourians, G.G. 1994. Production, formulation and application of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* for insect control: current status. Biocontrol Science and Technology 4: 3-34.

Feng, M.G., Pu, X.Y., Ying, S.H. and Wang, Y.G. 2004b. Field trails of an oil-based emulsifiable formulation of *Beauveria bassiana* conidia and low application rates of imidacloprid for control of false-eye leafhopper *Empoasca vitis* on tea in southern China. Crop Protection 23: 489-496.

Garcia-Munguai, M.A., Gerza-Hernadez, A.J., Rebollar-Tellez, A.E., Rodriguez-Perez, A.M. and Reyes-Villanueva, R.F. 2011. Transmission of *Beauveria bassiana* from male to female *Aedes aegypti* mosquitoes. Parasite and Vectors 4: 1-6.

Jaglan, R.S., Singh, R. and Singh, H. 1988. Effect of abiotic factors on the field population of mustard aphid, *Lipaphis erysimi* Kalt. Indian Journal of Ecology 15: 163-167.

Jin, S.F., Feng, M.G. and Chen, J.Q. 2008. Selection of global *Metarhizium* isolates for the control of the rice pest *Nilapavata lugens* (Homoptera: Delphacidae). Pest Management Science 64: 1008-1014.

Kabaluk, J.T. and Ericsson, J.D. 2007. *Metarhizium anisopliae* seed treatment increases yield of field corn when applied for wireworm control. Agronomy Journal 99: 1377-1381.

Kher, S. and Rataul, H.S. 1991. Investigation on the mechanism of resistance in oliferous *Brassica* against mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach). Indian Journal of Entomolog 7: 141-154.

Khlaywi, A.S., Khudhair, W.M., Alrubeai, F.H., Shbar, K.A. and Hadi, A.S. 2014. Efficacy of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to control Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. International Journal of Entomological Research 2: 161-173.

Kreutz, J., Zimmermann, G. and Vaupel, O. 2010. Horizontal transmission of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* among the spruce bark beetle *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) in the laboratory and under field conditions. Biocontrol Science and Technology 14: 837-848.

Kumar, A., Kumar, N., Siddiqui, A. and Tripathi, C.P.M. 1999. Prey-predator relationship between *Lipaphis erysimi* Kalt. (Homoptera: Aphididae) and *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae). II. Effect of host plants on the functional response of the predator. Journal of Applied Entomology 123: 591-601.

Lacey, L.A., Frutos, R., Kaya, H.K. and Vails, P. 2001. Insect pathogens as biological control agents: Do they have a future?. Biological Control 21: 230-248.

Lopez, B.R., Michereff-Filho, M., Tigano, S.M., Oliveira, M.P., Neves, J., Lopez, L.E., Fancelli, M. and Silva da, P. J. 2011. Virulence and horizontal transmission of selected Brazilian strains of *Beauveria bassiana* against *Comopolites sordidus* under laboratory conditions. Bulletin of Insectology 64: 201-208.

Loureiro, E.D. and Moino, A. 2006. Pathogenicity of hyphomycetes fungi to aphids *Aphis gossypii* Glover and *Myzus percisae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). Neotropical Entomology 35: 660-665.

Mandal, S.M.A., Mishra, R.K. and Patra, A.K. 1994. Yield loss in rapeseed and mustard due to aphid infestation in respect of different cultivars and dates of sowing. Orissa Journal of Agricultural Research 7: 58–62.

Malsam, O., Kilian, M., Oerke, E.C. and Dehne, H.W. 2002. Oils for increased efficacy of *Metarhizium anisopliae* to control whiteflies. Biocontrol Science and Technology 12: 337-348.

Mathur, Y.K. and Singh, S.V. 1986. Population dynamics of *Myzus persicae* Sulzer and *Lipaphis erysimi* Kalt. on rapeseed and mustard in Uttar Pradesh. Journal of Oilseeds Research 3: 246-250.

Mnyone, L.L., Nghabi, R.K., Mazigo, D.H., Katakweba, A.A and Lyimo, N.I. 2012. Entomopathogenic fungi, *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* reduce the survival of *Xenopsylla brasiliensis* larvae (Siphonaptera: Pulicidae). Parasites and Vectors 5: 1-3.

Naik, B.S., Shashikala, J. and Krishnamurthy, Y. 2009. Study on the diversity of endophytic communities from rice (*Oryza sativa* L.) and their antagonistic activities *in vitro*. Microbiological Research 164: 290-296.

Parsa, S., Ortiz, V. and Vega, F.E. 2013. Establishing fungal entomopathogens as endophytes: towards endophytic biological control. Journal of Visualized Experiments 74: 50360.

Patel, A.M. 1980. M.Sc. (Agri.) Thesis, Gujarat Agricultural University, Sardar Krushinagar. pp. 40.

Paula, R.A., Brito, S.E., Pereira, R.C., Carrera, P.M. and Ian, R. 2008. Susceptibility of adult *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) to infection by *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* prospects for Dengue vector control. Biocontrol Science and Technology 18: 1017-1025.

Pawar, V.R., Bapodra, J.G., Joshi, M.D. and Gaikwad, S.E. 2009. Relative susceptibility of different genotypres of mustard against aphid, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach). Agricultural Science Digest 29(3): 230-231.

Prasad, Y.K. and Phadke, K.G. 1980. Population dynamics of *Lipaphis erysimi* (Kalt.) on different varieties of *Brassica* species. Indian Journal of Entomology 42: 54-63.

Pu, X.Y., Feng, M.G. and Shi, C.H. 2005. Impact of three application methods on the field efficacy of *Beauveria bassiana*-based mycoinsecticide against the false-eye leafhopper, *Empoasca vitis* (Homoptera: Cicadellidae), in tea canopy. Crop Protection 24: 167-175.

Quesada-Moraga, E., R. Santos-Quiros, P. Valverde-Garcia, and C. Santiago-Alvarez. 2004. Virulence, horizontal transmission, and sublethal reproductive effects of *Metarhizium anisopliae* (Anamorphic fungi) on the German cockroach (Blattodea: Blattellidae), Journal of Invertebrate Pathology 87: 51-58.

Quesada-Moraga, E.I., Martin-Carballo, I., Garrido, J. and Santiago-Alvarez, C. 2008. Horizontal transmission of *Metarhizium anisopliae* among laboratory populations of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). Biological Control 47: 115-124.

Robert, D.W. and St Leger, R. 2004. *Metarhizium* spp., cosmopolitan insect pathogenic fungi: mycological aspects. Advances in Applied Microbiology 54: 1-70.

Rohilla, H.R., Singh, H., Yadava, T.P. and Singh, H. 1996. Seasonal abundance of aphid pests on rapeseed-mustard crop in Haryana. Annual of Agricultural and Biological Research 1: 75-78.

Rohilla, H.R., Singh, H. and Kumar, P.R. 1990. Preliminary screening of national varieties of *Brassica juncea* (L.) (Czern and Coss) against mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.). Journal of Oilseeds Research 7(2): 81-83.

Samdur, M.Y., Gulati, S.C., Raman, R. and Manivel, P. 1997. Effect of environmental factors on mustard aphid (*Lipaphis erysimi* Kalt.) infestation in different germplasm of Indian mustard, *Brassica juncea* (L.) Journal of Oilseeds Research 14: 278-283.

Sasan, R.K. and Bidochka, M.J. 2012. The insect-pathogenic funus *Metarhizium robertsii* (Clavicipitaceae) is also an endophyte that stimulates plant root development. American Journal of Botany 99: 101-107.

Shan, L.T. and Feng, M.G. 2010. Evaluation of the biocontrol potential of various *Metarhizium* isolates against green peach aphid *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). Pest Management Science 66: 669-675.

Shan, P.A. and Pell, J.K. 2003. Entomopathogenic fungi as biological control agents. Applied Microbiology and Biotechnology 61: 413-423.

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: Tetranychidae) with a description of a mite egg bioassay system. Biological Control 30: 165-173.

Shi, W.B. and Feng, M.G. 2006. Field efficacy of application of *Beauveria bassiana* formulation and low rate pyridaben for sustainable control of citus red mite *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae) in orchards. Biological Control 39: 210-217.

Singh, S.V. and Malik, Y.P. 1998. Population dynamics and economic threshold of *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) on mustard. Indian Journal of Entomology 60: 43-49.

Sinha, R.P., Yazdani, S.S. and Verma, G.D. 1989. Population dynamics of mustard aphid, *Lipaphis erysimi* Kalt. in relation to ecological parameters. Indian Journal of Entomology 51: 334-339.

Sinha, R.P., Yazdani, S.S. and Verma, G.D. 1990. Population dynamics of mustard aphid, *Lipaphis erysimi* Kalt. (Homoptera: Aphididae) in relation to ecological parameters. Indian Journal of Entomology 52: 387-392.

St Leger, R., Joshi, L., Bidochka, J.M. and Robert, W.D. 1996. Construction of an improved mycoinsecticide overexpressing a toxic protease. Proceedings of the National Academy of Science USA 93: 6349-6354.

Thaochan, N. and Chandrapatya, A. 2016. The phenotypic and metabolic properties of *Metarhizium guizhouense* on *Corcyra cephalonica*. Mycosphere 7: 214-225.

Vandenberg, J.D. 1996. Standardized bioassay and screening of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* against the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). Environmental Entomology 89: 1418-1423.

Vandenberg, J.D., Sandvol, L.E., Jaronski, S.T., Jackson, M.A., Souza, E.J. and Halbert, S.E. 2001. Efficacy of fungi for control of Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) in irrigated wheat. Southwest Entomology 26: 73-85.

Wekesa, V.W., Maniania, N.K., Knapp, M. and Boga, H.I. 2005. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to the tobacco spider mite *Tetranychus evasi*. Experimental and Application Acarology 36: 41-50.

Wraight, S.P., Carruthers, R.I., Bradley, C.A., Jaronski, S.T., Lacey, L.A., Wood, P. and Galaini-Wraight, S. 1998. Pathogenicity of the entomopathogenic fungi *Paecilomyces* spp. and *Beauveria bassiana* against the silver leaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. Journal of Invertebrate Pathology 71: 217-226.

Ye, S.D., Dun, Y.H. and Feng, M.G. 2005. Time and concentration dependent interactions of *Beauveria bassiana* with sublethal rates of imidacloprid against the aphid pests *Macrosiphoniella sanborni* and *Myzus persicae*. Annuals of Applied Biology 146: 459-468.

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอสำหรับการวิจัยต่อไป

1. นำผลการทดลองที่ได้ไปทดสอบต่อในสภาพโรงเรือนจริงของเกษตรกร เพื่อประเมินศักยภาพของเชื้อราต่อการควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก
2. ควรทดสอบผลของฤดูกาลต่อประสิทธิภาพของเชื้อราโรคแมลงทั้งสองชนิดในระบบการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์
3. นำเชื้อราโรคแมลงทั้งสองชนิดไปทดสอบกับพืชไฮโดรโปนิกส์ชนิดอื่นๆ
4. พัฒนารูปแบบของเชื้อราที่เหมาะสมและง่ายต่อการนำไปใช้ของเกษตรกร

ภาคผนวก

ผลงานวิจัยและการนำเสนอผลงานวิชาการ

1. กนกกาญจน์ ตลึงผล และ **นริศ ท้าวจันทร์**. **2557**. การใช้เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* PSUM04 ควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Homoptera: Aphididae) ในผักคะน้าระบบไฮโดรโปนิกส์. วารสารแก่นเกษตร (ฉบับพิเศษ) 42(3): 634-638.
2. กนกกาญจน์ ตลึงผล และ **นริศ ท้าวจันทร์**. **2558**. การถ่ายทอดเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* PSUM04 ของเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) ที่ติดเชื้อราในประชากรปกติ. วารสารแก่นเกษตร (ฉบับพิเศษ) 43(1): 764-768.
3. กนกกาญจน์ ตลึงผล และ **นริศ ท้าวจันทร์**. **2559.** การครอบครองต้นคะน้าของเชื้อรา *Metarhizium guizhouense* PSUM04 ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 3(ฉบับพิเศษ): 78-83.
4. Taluengphol, K. and **Thaochan, N. 2016.** Efficiency of *Beauveria bassiana* PSUB01 for controlling mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) on Chinese kale in hydroponic system. The 10th IMT-GT Uninet Conference 2016 (Bioscience: The Element of Life) during 1-2 December 2016 at confence room, 8th floor, LRC building 1, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, Thailand. (Poster Presentation)

The 13th National Horticultural Congress

'Hort. Innovation for Long Life & Happiness'

29-31 July 2014

Centara Hotel & Convention Center, Khon Kaen, Thailand

13th NHC 2014 Khon Kaen

แก่นเกษตร ปีที่ 42 ฉบับพิเศษ 3 2557 Khon Kaen Agriculture Journal Vol.42 SUPPLEMENT 3 2014

50 ปี คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2557

แก่นเกษตร
KHON KAEN AGRICULTURE JOURNAL

ปีที่ 42 ฉบับพิเศษ 3 2557 Vol.42 SUPPLEMENT 3 2014

13th NHC 2014 Khon Kaen

การประชุมวิชาการ

พืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 13

'นวัตกรรมพืชสวน เพื่อชีวิตที่ยืนยาวอย่างเป็นสุข'

29-31 กรกฎาคม 2557

โรงแรมเซ็นทาราแอนด์คอนเวนชั่นเซ็นเตอร์ จังหวัดขอนแก่น

ISSN 0125-0485

การใช้เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* PSUM04 ควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Homoptera: Aphididae) ในผักคะน้าระบบไฮโดรโปนิกส์

Controlling of mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Homoptera: Aphididae) by *Metarhizium anisopliae* PSUM04 on Chinese kale in hydroponic system

กนกกาญจน์ ตลึงผล[1] และ นริศ ท้าวจันทร์[1*]

Kanokkarn Taluengphol[1] and Narit Thaochan[1*]

บทคัดย่อ: การทดสอบการใช้เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* PSUM04 เพื่อควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* (Kalt.) พบว่า การใช้สปอร์แขวนลอยเชื้อราที่ระดับความหนาแน่นของสปอร์ 1×10^9 และ 1×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ส่งผลให้เพลี้ยอ่อนผักตาย 100.00±0.00 และ 98.00±1.33% หลังการพ่นสปอร์ 4 และ 5 วัน ตามลำดับ การวิเคราะห์ Kaplan-Meier ของระยะเวลาการรอดชีวิตของเพลี้ยอ่อนผักที่ระดับความหนาแน่นของสปอร์ 1×10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีค่าน้อยที่สุด 2.11±0.10 วัน แตกต่างจากชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และที่ระดับความหนาแน่นของสปอร์สูงสุดมีค่า LT_{50} และ LT_{90} เท่ากับ 2.00± 0.10 และ 3.08± 0.18 วัน ตามลำดับ
คำสำคัญ: เพลี้ยอ่อนผัก, *Metarhizium anisopliae*, *Lipaphis erysimi*, การควบคุม

ABSTRACT: The bioassay test of *Metarhizium anisopliae* PSUM04 for controlling of mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.) was carried out. Spore concentration at 1×10^9 and 1×10^8 spore/ml showed cumulative percentage mortality 100.00±0.00 and 98.00±1.33% at four and five days after treated. The spore concentration at 1×10^9 spore/ml gave the lowest Kaplan-Meier survival value with 2.11±0.10 day and high significantly different compared with the other concentrations ($P<0.01$). The spore concentration at 1×10^9 spore/ml expressed LT_{50} and LT_{90} values with 2.00± 0.10 and 3.08± 0.18 days, respectively.
Keywords: mustard aphid, *Metarhizium anisopliae*, *Lipaphis erysimi*, controlling

บทนำ

ปัจจุบันการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ได้รับความนิยมมากขึ้น ทำให้มีการปลูกกันแพร่หลายทั้งในเชิงการค้าขนาดใหญ่ ผู้ประกอบการรายย่อย หรือแม้แต่การปลูกไว้รับประทานในครัวเรือน ผักที่นิยมปลูกและบริโภคกันมากที่สุด คือ ผักคะน้า ซึ่งเป็นผักที่ปลูกเพื่อบริโภคส่วนของใบและลำต้น การปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์สามารถหลีกเลี่ยงการระบาดของแมลงศัตรูพืชบางชนิดได้ แต่ยังพบว่าเพลี้ยอ่อนกะหล่ำ *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Homoptera: Aphididae) สามารถเข้าทำลายและมีการระบาดบ่อยครั้งในพืชที่มีการปลูกในระบบดังกล่าว (Capinera, 2004)

[1] ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University

* Corresponding author: narit.t@psu.ac.th

การลดปัญหาการระบาดของเพลี้ยอ่อนในการปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์สามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีการที่ปลอดภัย เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย คือ การควบคุมด้วยชีววิธี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เชื้อราก่อโรคแมลง เช่น เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ที่มีรายงานการควบคุมแมลงศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Ujjan and Shahzad, 2007; Saranya *et al*., 2010; Shan and Feng, 2010) วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาถึงความหนาแน่นของสปอร์เชื้อรา *M. anisopliae* PSUM04 ที่เหมาะสมต่อการควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* ในการปลูกคะน้าระบบไฮโดรโปนิกส์

วิธีการศึกษา

การเตรียมเชื้อรา *Metarhizium anisopliae*

นำเชื้อรา *M. anisopliae* PSUM04 ที่ได้รับจากศูนย์ควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ศูนย์ภาคใต้ (นริศ, 2554) ไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Sabouraud Dextrose Agar plus Yeast (SDAY) แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 27.0 ± 2.0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน หรือจนกว่าเชื้อราสร้างสปอร์จนสมบูรณ์ จากนั้นเตรียมสปอร์เชื้อราแขวนลอยในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 100 มิลลิลิตรที่ผสมสาร Tween 80 ที่ความเข้มข้น 0.05% แล้วนับสปอร์ด้วย haemacytometer ให้ได้ความหนาแน่น 10^6, 10^7, 10^8 และ 10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร (นริศ และ อนุชิต, 2551)

การใช้เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* PSUM04 ควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* ในผักคะน้าระบบไฮโดรโปนิกส์

นำเพลี้ยอ่อน *L. erysimi* ที่ไม่มีปีกจำนวน 50 ตัว แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ตัว พ่นด้วยสปอร์แขวนลอยเชื้อรา *M. anisopliae* PSUM04 ที่ระดับความหนาแน่นของสปอร์ 1×10^6, 1×10^7, 1×10^8 และ 1×10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร โดยกลุ่มของเพลี้ยอ่อนที่พ่นด้วยน้ำเปล่าเป็นชุดควบคุม จากนั้นนำเพลี้ยอ่อนไปปล่อยบนต้นกล้าผักคะน้าอายุ 15 วัน จำนวน 10 ตัวต่อต้น ที่เลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ปิดด้วยผ้ามุ้งเพื่อป้องกันการหลบหนีของเพลี้ยอ่อน บันทึกการตายของเพลี้ยอ่อนที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง โดยทำจำนวน 10 ซ้ำของแต่ละกรรมวิธี

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การตายสะสม ค่าการรอดชีวิตของแมลง (Kaplan-Meier analysis) ค่า LT_{50} และ LT_{90} ของเชื้อราในแต่ละระดับความหนาแน่นของสปอร์ จากนั้นวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกรรมวิธีด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

สถานที่ทำการทดลอง

แปลงทดลองภาควิชาการจัดการศัตรูพืช และศูนย์ควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคใต้ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

เดือนพฤษภาคม ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2556

ผลการศึกษา

จากการศึกษาความหนาแน่นของสปอร์เชื้อรา *M. anisopliae* PSUM04 ที่ระดับความหนาแน่นของสปอร์ 1×10^6, 1×10^7, 1×10^8 และ 1×10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ต่อการเกิดโรคของเพลี้ยอ่อน *L. erysimi* พบว่า เพลี้ยอ่อนมีเปอร์เซ็นต์การตายสะสมเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้นในทุกความหนาแน่นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยความหนาแน่นที่ 1×10^7, 1×10^8 และ 1×10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีเปอร์เซ็นต์การตายสะสมของเพลี้ยอ่อนในวันที่ 5 เท่ากับ 84.00±4.00, 98.00±1.33 และ 100.00±0.00% ตามลำดับ (Figure 1)

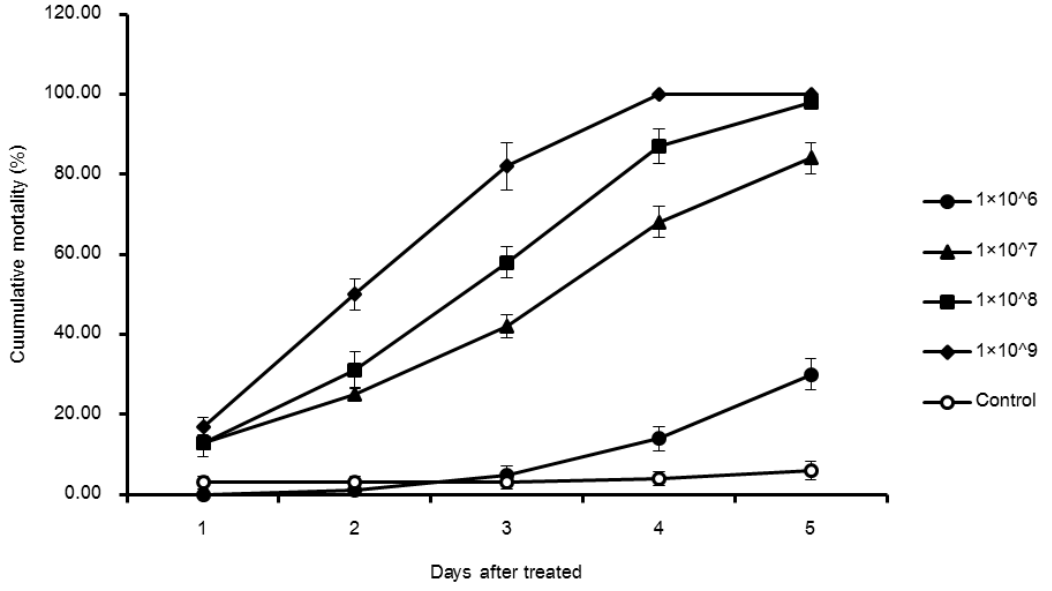

Figure 1 Cumulative percentage mortality (mean ± SEM) of adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), infected with *Metarhizium anisopliae* PSUM04 in laboratory

การวิเคราะห์ Kaplan-Meier ของอัตราการรอดชีวิตเฉลี่ยของเพลี้ยอ่อน *L. erysimi* เมื่อมีการใช้สปอร์แขวนลอยเชื้อราที่ความหนาแน่นระดับต่างๆ พบว่าอัตราการรอดชีวิตเฉลี่ยของเพลี้ยอ่อนที่พ่นด้วยสปอร์แขวนลอยที่ระดับความหนาแน่นที่ 1×10^7, 1×10^8 และ 1×10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีระยะเวลาการรอดชีวิตเฉลี่ยเท่ากับ 3.50±0.06, 3.11±0.12 และ 2.51±0.10 วัน ตามลำดับ ส่งผลให้เพลี้ยอ่อนมีการรอดชีวิตน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับ สปอร์แขวนลอยที่ระดับความหนาแน่นที่ 1×10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) (**Table 1**) ค่า LT_{50} และ LT_{90} ที่ระดับความหนาแน่นของสปอร์ 1×10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีค่าต่ำที่สุด คือ 2.00 ± 0.10 และ 3.08 ± 0.18 วัน ตามลำดับ แตกต่างจากชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) (**Table 2**)

Table 1 Kaplan-Meier survival analysis of adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), infected with *Metarhizium anisopliae* PSUM04 in laboratory

Conidia concentration	Average survival time (AST) (day) (mean ± SEM)[1/]	95% Confidence interval	
		Lower	Upper
1×10^9	2.51 ± 0.10[a]	2.32	2.70
1×10^8	3.11 ± 0.12[b]	2.87	3.35
1×10^7	3.50 ± 0.06[c]	3.23	3.77
1×10^6	4.80 ± 0.06[d]	4.69	4.91
Control	4.87 ± 0.06[d]	4.73	5.00

[1/]Data follow the same letter in the same column are not significantly different by LSD test ($P<0.01$).

Table 2 Lethal time (LT_{50} and LT_{90}) of different conidia concentration of *Metarhizium anisopliae* PSUM04 infected adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), in laboratory

Conidia concentration	Lethal time (day)[1/]	
	LT_{50}	LT_{90}
1×10^{9}	2.00 ± 0.10[a]	3.08 ± 0.18[a]
1×10^{8}	2.63 ± 0.13[b]	4.09 ± 0.18[b]
1×10^{7}	3.27 ± 0.13[c]	5.45 ± 0.27[c]
1×10^{6}	5.68 ± 0.21[d]	7.47 ± 0.38[d]

[1/]Data follow the same letter in the same column are not significantly different by LSD test ($P<0.01$).

วิจารณ์

การใช้สปอร์แขวนลอยของเชื้อรา *M. anisopliae* PSUM04 ที่ระดับความหนาแน่นของสปอร์ 1×10^{8} และ1×10^{9} สปอร์ต่อมิลลิลิตร สามารถควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ujjan และ Shahzad (2012) ที่รายงานว่า เชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท PDRL526 มีผลทำให้เพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* ตายถึง 96.8% เมื่อใช้สปอร์เชื้อราที่มีความหนาแน่น 1×10^{9} สปอร์ต่อมิลลิลิตร ส่วนการศึกษาของ Saranya *et al*. (2010) รายงานว่าการใช้เชื้อรา *M. anisopliae* ที่มีความหนาแน่น 1×10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร สามารถฆ่าเพลี้ยอ่อน *Aphis craccivora* (Koch) ได้ 100% สำหรับอัตราความหนาแน่นของสปอร์เชื้อราที่ใช้ควบคุมเพลี้ยอ่อนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและความรุนแรงของเชื้อราโรคแมลงแต่ละชนิด (Chandler, 1997)

สรุป

สปอร์แขวนลอยของเชื้อรา *M. anisopliae* PSUM04 ที่ความหนาแน่นมากกว่า 1×10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร สามารถควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* บนต้นคะน้าในระบบไฮโดรโปนิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพภายในระยะเวลา 4-5 วัน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผักชนิดอื่นที่มีการปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสถานีวิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ คณะทรัพยากรธรรมชาติ และบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ขอขอบคุณศูนย์ควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคใต้ และภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และสถานที่ ตลอดการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

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

นริศ ท้าวจันทร์. 2554. การคัดกรองเชื้อราโรคแมลงท้องถิ่นในเขตจังหวัดภาคใต้ตอนกลางเพื่อการควบคุมแมลงวันผลไม้ (Diptera: Tephritidae). รายงานการวิจัย ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

Capinera, J.L. 2004. Encyclopedia of Entomology Volume 1. Kluver Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.

Chandler, D. 1997. Selection of an isolate of the insect pathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* virulent to the lettuce root aphid, *Pemphigus bursarius*. Biocontrol Sci. Tech. 7: 95-104.

Saranya, S., R. Ushakumari, S. Jacob and B. M. Philip. 2010. Efficacy of different entomopathogenic fungi against cowpea aphid, Aphis craccivora (Koch). J. Biopest. 3: 138-142.

Shan L.T. and M.G. Feng. 2010. Evaluation of the biocontrol potential of various *Metarhizium* isolates against green peach aphid *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). Pest Manag. Sci. 66:669-675.

Ujjan, A.A. and S. Shahzad. 2007. Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* var *acridum* strains on pink hibiscus mealy bug (*Maconellicoccus hirsutus*) affecting cotton crop. Pak. J. Bot. 39: 967-973.

Ujjan, A.A. and S. Shahzad. 2012. Use of entomologenic fungi for the control of mustard aphid (*Lipaphis erysimi*) on canola (*Brassiaca napus* L.). Pak. J. Biol. Sci. 44: 2081-2086.

ประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 16
The 16th Agricultural Conference

วันที่ ๒๖ – ๒๗ มกราคม ๒๕๕๘
26 – 27 January 2015

แก่นเกษตร ปีที่ 43 ฉบับพิเศษ 1 2558 Khon Kaen Agriculture Journal Vol.43 SUPPLEMENT 1 2015

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
50 ปี

แก่นเกษตร
KHON KAEN AGRICULTURE JOURNAL
ปีที่ 43 ฉบับพิเศษ 1 2558 VOL 43 SUPPLEMENT 1 2015

ประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 16
The 16th Agricultural Conference

วันที่ ๒๖ – ๒๗ มกราคม ๒๕๕๘
26 – 27 January 2015

http://ag2.kku.ac.th/conference16/

กลุ่มวิจัยเฉพาะทางด้านดินปัญหาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ISSN 0125-0485

การถ่ายทอดเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* PSUM04 ของเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) ที่ติดเชื้อราในประชากรปกติ

Horizontal transmission of *Metarhizium anisopliae* PSUM04 infected mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae), in healthy population

กนกกาญจน์ ตลึงผล[1] และ นริศ ท้าวจันทร์[1*]

Kanokkarn Taluengphol[1] and Narit Thaochan[1*]

บทคัดย่อ: การทดสอบการถ่ายทอดเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* PSUM04 ของเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* (Kalt.) ที่ติดเชื้อราไปสู่ประชากรปกติ พบว่าประชากรเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราต่อประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติในอัตราส่วน 5:5 สามารถถ่ายทอดเชื้อราไปสู่ประชากรปกติได้มากที่สุด และทำให้เพลี้ยอ่อนผักตายถึง 73.0± 18.0% รองลงมาได้แก่ อัตราส่วน 1:9 และ 3:7 ส่งผลให้เพลี้ยอ่อนผักตาย 43.0 ± 8.7 และ 46.0 ± 4.5% ตามลำดับ การวิเคราะห์ Kaplan-Meier ของระยะเวลาการรอดชีวิตของเพลี้ยอ่อนผัก พบว่าอัตราส่วนของประชากรเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราต่อประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติในอัตราส่วนต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่แตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ
คำสำคัญ: เพลี้ยอ่อนผัก, *Metarhizium anisopliae*, *Lipaphis erysimi*, การถ่ายทอดเชื้อรา

ABSTRACT: Horizontal transmission of infected mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), with *Metarhizium anisopliae* PSUM04 to healthy population was investigated. The ratio of infected and uninfected mustard aphid at 5:5 showed highly transmission of the fungus to healthy population with percentage mortality 73.0± 18.0%. Other ratio of infected and uninfected mustard aphid at 1:9 and 3:7 showed similar percentage mortality of mustard aphid with 43.0 ± 8.7% and 46.0 ± 4.5%, respectively. Kaplan-Meier survival analysis of mustard aphid of all tested ratio were not significantly different but significantly different from control (uninfected aphid).
Keywords: mustard aphid, *Metarhizium anisopliae*, *Lipaphis erysimi*, Horizontal transmission

[1] ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University

* Corresponding author: narit.t@psu.ac.th

บทนำ

เพลี้ยอ่อน (Hemiptera: Aphididae) เป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญชนิดหนึ่ง พบการแพร่ระบาดตลอดทั้งปี เพลี้ยอ่อนที่พบในแถบร้อนและแถบอบอุ่นมีมากกว่า 200 ชนิด (Nault, 1997) ชนิดที่สร้างความเสียหายให้กับพืชผักเป็นอย่างมาก คือ เพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* (Kal.) สามารถเข้าทำลายพืชผักได้หลายชนิด เช่น ผักกวางตุ้ง ผักกาดขาว กวางตุ้งฮ่องเต้ ผักคะน้า และผักโขม เป็นต้น (Capinera, 2004) ปัจจุบันการควบคุมเพลี้ยอ่อนผักโดยไม่ใช้สารเคมีมีหลากหลายวิธี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการควบคุมโดยการใช้เชื้อราสาเหตุโรคแมลง เช่น *Metarhizium anisopliae* ที่สามารถควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* บนต้นคะน้าในระบบไฮโดรโปนิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กนกกาญจน์ และนริศ, 2557) นอกจากนี้ยังพบว่าแมลงชนิดอื่นที่ติดเชื้อราดังกล่าวสามารถถ่ายทอดเชื้อราไปสู่กลุ่มประชากรปกติและเป็นสาเหตุการตายที่สำคัญของประชากรแมลงเหล่านั้นได้ เช่น แมลงสาบเยอรมัน *Blatella germanica* (Quesada-Moraga et al., 2004) และแมลงวันผลไม้ *Ceratitis capitata* (Quesada-Moraga et al., 2008) เป็นต้น วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการถ่ายทอดเชื้อรา *M. anisopliae* PSUM04 ของเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราอัตราส่วนต่างๆ ในกลุ่มประชากรปกติ

วิธีการศึกษา

การเตรียมเชื้อรา *Metarhizium anisopliae*

นำเชื้อรา *M. anisopliae* PSUM04 ที่ได้รับจากศูนย์ควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ศูนย์ภาคใต้ (นริศ, 2554) ไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Sabouraud Dextrose Agar plus Yeast (SDAY) แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 27.0 ± 2.0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน หรือจนกว่าเชื้อราสร้างสปอร์จนสมบูรณ์ จากนั้นเตรียมสปอร์เชื้อราแขวนลอยในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 100 มิลลิลิตรที่ผสมสาร Tween 80 ที่ความเข้มข้น 0.05% แล้วนับสปอร์ด้วย haemacytometer ให้ได้ความหนาแน่น 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร (นริศ และอนุชิต, 2551)

การแพร่กระจายของเพลี้ยอ่อนกะหล่ำที่ติดเชื้อรา *M. anisopliae* PSUM04 ไปสู่ประชากรเพลี้ยอ่อนกะหล่ำปกติ

นำเพลี้ยอ่อนผักในระยะที่ไม่มีปีกมาพ่นด้วยสปอร์แขวนลอยเชื้อรา *M. anisopliae* PSUM04 ที่ความหนาแน่น 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ในอัตราส่วน (เพลี้ยอ่อนที่ติดเชื้อรา : เพลี้ยอ่อนปกติ) ดังนี้ 1:9, 3:7 และ 5:5 ตัว โดยกลุ่มของเพลี้ยอ่อนที่พ่นด้วยน้ำเปล่าเป็นชุดควบคุม จากนั้นนำเพลี้ยอ่อนแต่ละชุดการทดลองไปเลี้ยงรวมกันบนต้นผักคะน้าอายุ 10 วัน ที่เลี้ยงด้วยระบบไฮโดรโปรนิกส์ ปิดด้วยผ้ามุ้งเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของเพลี้ยอ่อนกะหล่ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำจำนวน 10 ซ้ำ ของแต่ละกรรมวิธี โดยบันทึกอัตราการตายสะสมและอัตราการแพร่กระจายเชื้อราไปสู่ประชากรปกติทุกวันเป็นเวลา 15 วัน ทำการทดลองในแปลงภาควิชาการจัดการศัตรูพืช และศูนย์ควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคใต้ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา โดยดำเนินการทดลองระหว่างเดือนมีนาคมถึง เมษายน พ.ศ. 2557

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

นำค่าชี้วัดไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์โดยวิธี Tukey›s HSD test

ผลการศึกษา

จากการศึกษาการถ่ายทอดเชื้อรา *M. anisopliae* PSUM04 ของประชากรเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* ที่ติดเชื้อราไปสู่ประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติ พบว่าอัตราส่วนของประชากรเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราต่อประชากร

เพลี้ยอ่อนผักปกติในอัตราส่วน 5 : 5 สามารถถ่ายทอดเชื้อราไปสู่ประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติได้สูงกว่าประชากรเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราต่อประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติในอัตราส่วน 3 : 7 และ 1 : 9 โดยพบค่าเปอร์เซ็นต์การตายสะสมสูงสุดเท่ากับ 73.0 ± 18.0% ในวันที่ 10 หลังจากเริ่มทดสอบ สำหรับอัตราส่วนของประชากรเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราต่อประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติในอัตราส่วน 3 : 7 และ 1 : 9 พบค่าเปอร์เซ็นต์การตายสะสมสูงสุดเท่ากับ 43.0 ± 8.7 และ 46.0 ± 4.5% ในวันที่ 9 และ 10 หลังจากเริ่มทดสอบ ส่วนชุดควบคุมพบเปอร์เซ็นต์การตายสะสมของเพลี้ยอ่อนผักต่ำกว่า 8.0 ± 2.0% (Figure 1)

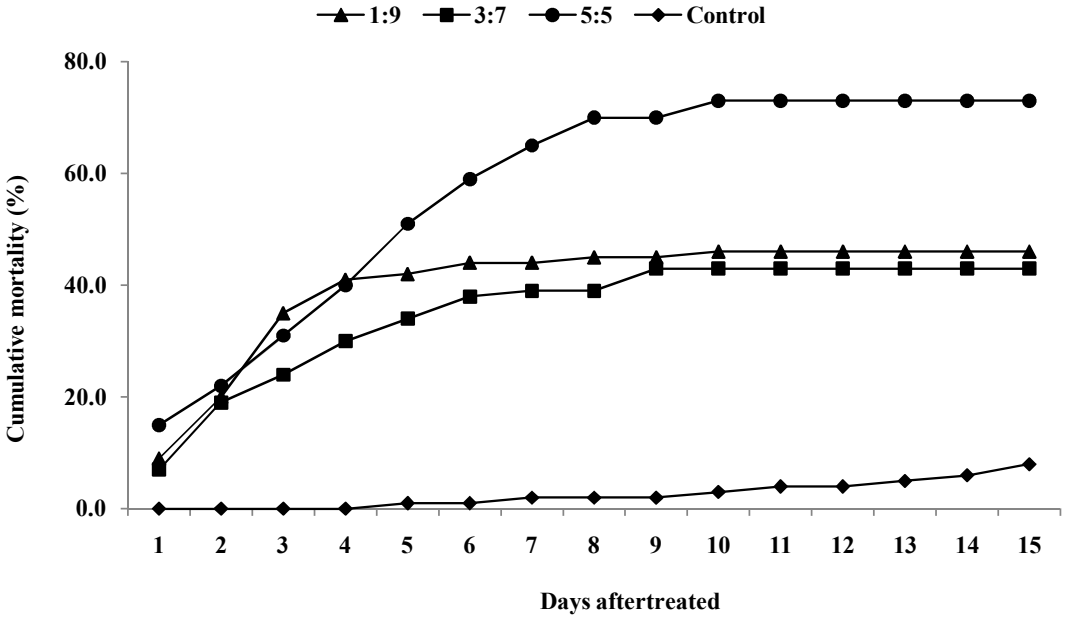

Figure 1 Cumulative percentage mortality of fungal transmission of infected adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), with *Metarhizium anisopliae* PSUM04 in laboratory.

การวิเคราะห์ Kaplan-Meier ของอัตราการรอดชีวิตเฉลี่ย (Average Survival Time, AST) ของประชากรเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* ที่ติดเชื้อรา *M. anisopliae* PSUM04 ต่อประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติ พบว่าอัตราส่วนของประชากรเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อราต่อประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติในอัตราส่วน 5 : 5, 3 : 7 และ 1 : 9 มีค่า AST ที่ใกล้เคียงกัน คือ 8.43 ± 0.5, 10.12 ± 0.58 และ 9.56 ± 0.61 วัน และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่พบว่าแตกต่างจากชุดควบคุมที่มีค่า AST เท่ากับ 15.00 ± 0.00 วัน อย่างมีนัยสำคัญ (F = 252.549, df = 3, P = 0.000) (Table 1)

Table 1. Kaplan-Meier survival analysis of fungal transmission of infected adult mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), with *Metarhizium anisopliae* PSUM04 in laboratory.

Ratio (infected:uninfected)	Average survival time (AST) (day) (mean ± SEM)[1/]	95% Confidence interval	
		Lower	Upper
1 : 9	9.56 ± 0.61[a]	8.36	10.76
3 : 7	10.12 ± 0.58[a]	8.98	11.26
5 : 5	8.43 ± 0.56[a]	7.33	9.53
Control	15.00 ± 0.00[b]	15.00	15.00

[1/]Data follow the same letter in the same column are not significantly different by Tukey's HSD test (P<0.01).

สรุปและวิจารณ์

เพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* ที่ติดเชื้อราในประชากรที่อัตราส่วน 5:5 สามารถถ่ายทอดเชื้อรา *M. anisopliae* PSUM04 ไปสู่ประชากรเพลี้ยอ่อนผักปกติได้มากที่สุดและส่งผลให้เพลี้ยอ่อนผักมีเปอร์เซ็นต์การตายถึง 73.0 % แต่ในอัตราส่วน 3:7 และ 1:9 พบว่าการถ่ายเชื้อราในอัตราที่ต่ำกว่า 46.0% ส่วนการศึกษาของ Quesada-Moraga et al. (2004) รายงานว่าแมลงสาบที่ติดเชื้อรา *M. anisopliae* สามารถถ่ายทอดเชื้อราสู่ประชากรแมลงสาบปกติและส่งผลให้แมลงสาบมีเปอร์เซ็นต์การตาย 87.5% ที่อัตราส่วน 1:10 และในแมลงวันผลไม้ *Ceratitis capitata* (Wiedemann) เพศผู้ที่ติดเชื้อรา *M. anisopliae* จับคู่ผสมพันธุ์กับเพศเมียที่ไม่ติดเชื้อราในอัตราส่วน 1:10 สามารถถ่ายทอดเชื้อราสู่เพศเมียและส่งผลให้แมลงวันผลไม้เพศเมียมีเปอร์เซ็นต์การตาย 30% (Quesada-Moraga et al., 2008) นอกจากนี้ Amir Cheraghi et al.(2012) ได้ศึกษาการถ่ายทอดเชื้อรา *M. anisopliae* ในปลวก *Microcerotermes diversus* ที่อัตราส่วนตัวติดเชื้อต่อตัวปกติ 10, 30 และ 50% ที่ความหนาแน่นของสปอร์ 3.5 × 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 20, 85 และ 100% ตามลำดับ ซึ่งสรุปได้ว่าเชื้อรา *M. anisopliae* PSUM04 ในอัตราส่วน 5:5 สามารถถ่ายทอดเชื้อราได้ดีกว่าอัตราส่วนที่ต่ำและสามารถควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *L. erysimi* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสถานีวิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ คณะทรัพยากรธรรมชาติ และบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ขอขอบคุณศูนย์ควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคใต้ และภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ ตลอดการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กนกกาญจน์ ตลึงผล และนริศ ท้าวจันทร์. 2557. การใช้เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* PSUM04 ควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) ในผักคะน้าระบบไฮโดรโปนิกส์. แก่นเกษตร(พิเศษ)42(3): 634-638.

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

นริศ ท้าวจันทร์. 2554. การคัดกรองเชื้อราโรคแมลงท้องถิ่นในเขตจังหวัดภาคใต้ตอนกลางเพื่อการควบคุมแมลงวันผลไม้ (Diptera: Tephritidae). รายงานการวิจัย ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

Cheraghi, A., H. Behzad., M.S. Mossadegh, and S. Mona. 2012. Horizontal Transmission of the Entomopathogen Fungus *Metarhizium anisopliae* in *Microcerotermes diversus* Groups. Insects 3:709-718.

Capinera, J.L. 2004. Encyclopea of Entomology Volume 1. Kluver Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.

Nault, L. R. 1997. Arthropod transmission of plant viruses-a new synthesis. Ann. Entomol. Soc. Am. 90:521-541.

Quesada-Moraga, E., R. Santos-Quiros, P. Valverde-Garcia, and C. Santiago-Alvarez. 2004. Virulence, horizontal transmission, and sublethal reproductive effects of *Metarhizium anisopliae* (Anamorphic fungi) on the German cockroach (Blattodea: Blattellidae), J. Invertebr. Pathol. 87:51-58.

Quesada-Moraga, E., I. Martin-Carballo, I. Garrido-Jurado and C. Santiago-Alvarez. 2008. Horizontal transmission of *Metarhizium anisopliae* among laboratory populations of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), Biol. Control. 47:115-124.

วารสาร
ISSN 2351-0846

พืชศาสตร์สงขลานครินทร์

Songklanakarin Journal of Plant Science

เล่ม 3 : พืชผัก และพืชสมุนไพร

ครั้งที่ 15

NHC 2016 SONGKHLA

การประชุมวิชาการ

พืชสวนแห่งชาติ

[พืชสวนไทย ปลอดภัย มั่งคั่ง และยั่งยืน]

ปีที่ 3 ฉบับพิเศษ 1 | Volume 3 Supplementary 1

9-12 พฤศจิกายน 2559 ณ โรงแรม ลี การ์เดนส์ พลาซ่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ปีที่ 3 ฉบับพิเศษ (III): M09/78-83, 2559
Songklanakarin Journal of Plant Science, Vol. 3, Suppl. (III): M09/78-83, 2016

Research article

การครอบครองต้นคะน้าของเชื้อรา *Metarhizium guizhouense* PSUM04 ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์

Chinese *Kale* Colonization by The Entomopathogenic Fungus *Metarhizium guizhouense* PSUM04 in The Hydroponic Crop System

กนกกาญจน์ ตลึงผล[1] และ นริศ ท้าวจันทร์[1, 2,*]

Taluengphol, K.[1] and Thaochan, N.[1,2,*]

[1] ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางการจัดการศัตรูพืชและสรีรวิทยาของพืช และภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

[1] Pest Management Biotechnology and Plant Physiology Laboratory and Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, Thailand, 90112

[2] ศูนย์ควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

[2] National Biological Control Research Center, Southern Region, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, Thailand, 90112

** Corresponding author: narit.t@psu.ac.th*

บทคัดย่อ

เชื้อรา *Metarhizium* sp. เป็นเชื้อราโรคแมลงที่ใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด และยังมีคุณสมบัติในการเป็นเชื้อราเอนโดไฟต์ในพืชบางชนิด จึงได้มีการทดสอบเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 ในการครอบครองต้นคะน้าที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ ได้แก่ พ่นลงบนใบ เทผสมน้ำในระบบราก และชุดควบคุมที่ไม่ใช้เชื้อรา โดยใช้เชื้อราที่ความหนาแน่น 10^6 สปอร์/มิลลิลิตร พบโคโลนีของเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 ในทรีตเมนต์ที่พ่นลงบนใบและเทผสมน้ำในระบบราก ในส่วนของราก ลำต้น และใบของต้นคะน้า ในวันที่ 14, 21, 28 และ 35 ส่วนชุดควบคุมไม่พบโคโลนีของเชื้อรา ดังนั้น เชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 มีคุณสมบัติเป็นเอนโดไฟต์และสามารถครอบครองส่วนต่างๆ ของต้นคะน้าได้

คำสำคัญ: การครอบครอง เอนโดไฟต์ *Metarhizium guizhouense* PSUM04 คะน้า

Abstract

Metarhizium sp. is an well-known active entomopathogenic fungus against many insect pests and also is an endophytes in some crops. The colonization of Chinese kale by *M. guizhouense* PSUM04 in hydroponic crop system was investigated. The treatments were arranged with spray on leaf, pour in water and control without the fungus. The spore concentration of *M. guizhouense* PSUM04 was used at 10^6 spore/ml. The fungal colony of *M. guizhouense* PSUM04 was detected on root, stem and leaf of the Chinese kale in the spray on leaf and pour in water treatments at day 14, 21, 28 and 35 after treated. The control treatment was not detected the fungal colony. Investigations on this fungus demonstrate that *M. guizhouense* PSUM04 can be endophytically and colonization a several part of Chinese kale.

Keywords : colonization, endophyte, *Metarhizium gui*zhouense PSUM04, Chinese kale

บทนำ

ผักคะน้า (Chinese Kale) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica alboglabra* เป็นผักที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชียและปลูกกันมากในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมทั้งประเทศไทย โดยนิยมปลูกเพื่อบริโภคส่วนของใบและลำต้น อายุการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 45-55 วัน เป็นผักสวนครัวที่สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี (ประสิทธิ์, 2557) ในปัจจุบันการปลูกระบบไฮโดรโปนิกส์กำลังเป็นที่นิยมของผู้บริโภคจำนวนมาก เนื่องจากมีระบบการเพาะปลูกที่สะอาด ปลอดภัยจากสารเคมี และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ทำให้เกษตรกรหันมาให้ความสนใจและมีอัตราการผลิตที่เพิ่มขึ้นทุกปี การปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์เป็นการทำเกษตรที่อาศัยธรรมชาติในการไหลของน้ำช่วยนำพาธาตุอาหารไปให้ต้นพืช มีความต้องการสูงทั้งตลาดในและนอกประเทศ (พีระศักดิ์, มปป.) จากรายงานการวิจัยพบว่าเชื้อราบางชนิดสามารถอาศัยอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ (Intercellular space) ของพืชด้วยภาวะพึ่งพาอาศัย (mutuality) โดยไม่ก่อให้เกิดโรคกับพืชอาศัย เรียกว่า ราเอนโดไฟต์ (endophytic fungi) (วรรณฤดี, 2552) และมีประโยชน์ต่อพืชหลายด้าน ได้แก่ การส่งเสริมการเจริญของพืช การต้านทานต่อโรคพืชและแมลงศัตรูพืช (Rodriguez *et al*., 2009) เชื้อราที่มีการรายงานว่ามีความสามารถในการครอบครองส่วนต่างๆ ของต้นพืช และมีคุณสมบัติในการเป็นราเอนโดไฟต์ ได้แก่ เชื้อรา *Metarhizium* sp. (Hu and Leger, 2002), *Beauveria* sp. (Behie *et al*., 2015), *Alternaria* sp. (Strobel *et al*., 1996), *Phyllosticta citricarpa* (Kumaran *et al*., 2008), *Phyllosticta dioscoreae* (Kumaran *et al*., 2009) และ *Fusarium oxysporum* (Zhan *et al*., 2007) เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อรา *Metarhizium* sp. พบว่า มีรายงานการครอบครองเนื้อเยื่อพืชได้เป็นอย่างดี (Sasan and Bidochka, 2012)

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความสามารถของเชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 ในการครอบครองราก ลำต้น และใบของต้นคะน้าที่ปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ ที่ระยะเวลาต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของเชื้อราโรคแมลงดังกล่าวกับเชื้อราเอนโดไฟต์ชนิดอื่นๆ ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 ไปเลี้ยงในอาหารเทียม Sabouraud Dextrose Agar with Yeast Extract (SDAY) แล้วนำไปบ่มไว้ที่ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส ในสภาพมืดเป็นเวลา 15 วัน หรือจนกว่าเชื้อราสร้างสปอร์จนเต็มจานอาหาร เตรียมสปอร์แขวนลอยในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อที่ผสม Tween 80 (0.01%v/v) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำสปอร์แขวนลอยที่ได้ไปเลี้ยงเพิ่มปริมาณในข้าวหุงกึ่งสุกตามวิธีการของ นริศ และคณะ (2552)

การเพิ่มปริมาณสปอร์ในข้าวทำได้โดยหุงข้าวต่อน้ำในอัตราส่วน 3:2 เมื่อข้าวสุก ตักข้าวปริมาณ 200 กรัม ใส่ถุงพลาสติกใสขนาด 6×11 นิ้ว ตั้งแผ่ให้ถุงข้าวอุ่น จึงนำสปอร์แขวนลอยเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 ที่เตรียมไว้ สเปรย์ลงในถุงข้าว เขย่าถุง และรัดยางบริเวณปากถุง หลังจากนั้นเจาะรูประมาณ 10-15 รู บ่มไว้ในที่ร่มเป็นเวลา 10-15 วัน หรือจนกว่าข้าวจะสร้างสปอร์เต็มถุง นำข้าวไปละลายในน้ำโดยกรองเฉพาะส่วนของน้ำ เพื่อนำไปใช้ในการทดลองที่ความหนาแน่น 10^6 สปอร์/มิลลิลิตร

ดำเนินการทดลอง ณ แปลงภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) โดยเตรียมต้นคะน้าอายุ 7 วันที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ จำนวน 12 ต้นต่อทรีทเมนต์ โดยแบ่งออกเป็นพ่นสปอร์แขวนลอยเชื้อราลงบนใบ และเทสปอร์แขวนลอยผสมน้ำในระบบราก สำหรับชุดควบคุมใช้ต้นกล้าผักคะน้าที่ไม่ใส่เชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 จากนั้นสุ่มต้นคะน้าจำนวน 3 ต้น/ทรีทเมนต์ ตรวจสอบการครอบครองราก ลำต้น และใบของเชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 ในวันที่ 14, 21, 28 และ 35 หลังจากการให้เชื้อรากับต้นผักคะน้าครั้งแรก นำราก ลำต้น และใบ ขนาดความยาว 5 เซนติเมตร จากนั้นทำการแยกเชื้อด้วยวิธีการ tissue transplanting โดยวิธีการกำจัดเชื้อที่ผิวชิ้นส่วนของพืช ดัดแปลงจาก Naik และคณะ (2009) โดยล้างด้วย 70% Ethanol 2 นาที, 0.5% NaOCl 2 นาที, 70% Ethanol 30 วินาที และล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง จากนั้นนำไปผึ่งให้แห้งบนกระดาษทิชชูปลอดเชื้อ ตัดชิ้นส่วนของพืชให้มีขนาด 1 เซนติเมตร แล้วนำชิ้นส่วนดังกล่าวไปวางบนจานอาหารเทียม SDAY + Thiabendazole + Chloramphenicol (นริศ และฤทธิพร, 2557) เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย จากนั้นนำไปบ่มที่ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส ในสภาพมืดเป็นเวลา 15 วัน สังเกตโคโลนีของเชื้อราโรคแมลง *M. guizhouense* PSUM04 ที่เจริญออกมาจากชิ้นส่วน

ต่างๆ ของต้นคะน้า จากนั้นนำเส้นใยและสปอร์ของเชื้อราโรคแมลงที่เจริญออกมาจากชิ้นส่วนของต้นคะน้าไปตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อจำแนกและยืนยันชนิด

ผล และวิจารณ์ผลการทดลอง

หลังจากพ่นสปอร์แขวนลอยของเชื้อราลงบนใบและเทสปอร์แขวนลอยของเชื้อราในระบบรากของต้นคะน้าที่ปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ เพื่อติดตามการครอบครองของเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 ในส่วนต่างๆ ของต้นคะน้า พบว่า หลังจากใช้เชื้อราครั้งแรกและติดตามผลในวันที่ 14, 21, 28 และ 35 พบโคโลนีของเชื้อราในส่วนของราก ลำต้น และใบของต้นคะน้าทั้งการพ่นและเทสปอร์แขวนลอยของเชื้อราในต้นคะน้าที่ปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ใช้เชื้อรา ไม่พบการปรากฏของโคโลนีเชื้อราในส่วนต่างๆ ของต้นพืช (Table 1 และ Figure 1) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Golo และคณะ (2014) รายงานว่า เชื้อราโรคแมลง *M. robertsii* ARSEF 2575 สามารถครอบครองส่วนของราก และใบของถั่วลิสง *Vigna unguiculata* ได้ หลังจากใช้เชื้อราไป 12 วัน Bruck (2005) รายงานว่าเชื้อรา *M. anisopliae* สามารถเจริญและครอบครองในส่วนของราก (rhizosphere) ของต้นสน (*Picea abies*) ได้ Garcia และคณะ (2011) รายงานว่าเชื้อราโรคแมลง *M. anisopliae* ไอโซเลท Ma 8, Ma 10 และ Ma 20 สามารถครอบครองในส่วนของราก และลำต้นของต้นมะเขือเทศได้ และไอโซเลท Ma 8 ยังพบการครอบครองของเชื้อราในส่วนของใบมะเขือเทศได้อีกด้วย นอกจากนี้ เชื้อราดังกล่าวยังส่งผลให้ความสูงของลำต้น และความยาวของรากมีการเจริญเติบโตมากกว่าต้นที่ไม่ได้ใช้เชื้อรา

สรุปผล

เชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 สามารถครอบครองในส่วนของราก ลำต้น และใบของต้นคะน้าที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ได้ นอกจากนี้ เชื้อราดังกล่าวยังสามารถเป็นราเอนโดไฟต์ได้อีกด้วย ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้มีประโยชน์ในการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต เพื่อนำเชื้อรา *M. guizhouense* PSUM04 ไปประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมการเจริญของต้นพืช การกระตุ้นการต้านทานโรคพืชและแมลงศัตรูพืชของต้นพืชชนิดอื่นๆ ต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางการจัดการศัตรูพืชและสรีรวิทยาของพืช ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช ศูนย์ควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคใต้ และสถานวิจัยความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร และทรัพยากรธรรมชาติ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนเงินทุน อุปกรณ์ และสถานที่สำหรับการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ประสิทธิ์ กาบจันทร์. 2547. คู่มือการปลูกคะน้าอินทรีย์. ฝ่ายนวัตกรรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักวิจัยและส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

นริศ ท้าวจันทร์ อนุชิต ชินาจริยวงศ์ และ วิวัฒน์ เสือสะอาด. 2552. การเพิ่มปริมาณสปอร์เชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin ด้วยวัสดุทางการเกษตรในการเกษตรอินทรีย์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (ฉบับพิเศษ) 40(3): 555-558.

นริศ ท้าวจันทร์ และฤทธิพร เบ็ญอาหลี. 2557. การคงอยู่ของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* PSUM04 บนต้นลองกอง เพื่อการควบคุมหนอนกินใต้ผิวเปลือกลำต้นลองกอง. วารสารแก่นเกษตร (ฉบับพิเศษ) 42(3): 618-623.

พีระศักดิ์ ฉายประสาท. มปป. การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 1-12 หน้า.

วรรณฤดี หิรัญรัตน์. 2552. สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากราเอนโดไฟต์. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ 12(2): 90-100.

Behie, S.W., Jones. S.J. and Bidochka, M.J. 2015. Plant tissue localization of the endophytic insect pathogenic fungi Metarhizium and Beauveria. Fungal Ecol. 13: 112-119.

Bruck, D. 2005. Ecology of *Metarhizium anisopliae* in soilless potting media and the rhizosphere: implications for pest management Ecology of *Metarhizium anisopliae* in soilless potting media and the rhizosphere: implications for pest management. Biol. Control. 32: 155-163.

Garcia-Munguai, M.A., Gerza-Hernadez, A.J., Rebollar-Tellez, A.E., Rodriguez-Perez, A.M. and Reyes-Villanueva, R.F. 2011. Transmission of *Beauveria bassiana* from male to female *Aedes aegypti* mosquitoes. Parasite and Vectors 4: 1-6.

Golo, P.S., Gardner, D.R., Grilley, M.M., Takemot, J.Y., Krasnoff, S.B., Pires, M.S., Fernandes, E.K., Bittencourt, V.R.E.P. and Roberts, D.W. 2014. Production of destruxins from *Metarhizium* spp. fungi in artificial medium and in endophytically colonized cowpea plants. Plos One 9: e104946

Hu, G. and Leger, R. St. 2002. Field studies using a recombinant mycoinsecticide (*Metarhizium anisopliae*) reveal that it is rhizosphere competent. Appl. Environ. Microbiol. 68: 6383-6387.

Kumaran, R.S., Muthumary, J. and Hur, B.K. 2008. Taxol from *Phyllosticta citricarpa*, a leaf spot fungus of the Angiosperm *Citrus medica*. Biotechnol. Bioprocess Eng. 106: 103-106.

Kumaran, R.S., Muthumary, J., Kim, E.K. and Hur, B.K. 2009. Production of taxol from *Phyllosticta dioscoreae*, a leaf spot fungus isolated from *Hibiscus rosa-sinensis*. Biotechnol. Bioprocess Eng. 14: 76-83.

Naik, B. S., Shashikala, J. and Krishnamurthy, Y. 2009. Study on the diversity of endophytic communities from rice (*Oryza sativa* L.) and their antagonistic activities *in vitro*. Microbiol. Res. 164: 290-296.

Rodriguez, R.M., White, J.Jr., Arnold A., and Redman, R. 2009. Fungal endophytes: diversity and functional roles. New Phytol. 82: 314-330.

Sasan, R.K. and Bidochka, M.J. 2012. The insect-pathogenic fungus *Metarhizium robertsii* (Clavicipitaceae) is also an endophyte that stimulates plant root development. Am. J. Bot. 99: 101–107.

Strobel, G.A., Hess, W.M., Ford, E., Sidhu, R.S. and Yang, X. 1996. Taxol from fungal endophytes and issue of biodiversity. J. Ind. Microbiol Biotechnol. 17: 417-423.

Zhan, J., Burns, A.M., Liu, M.X., Faeth, S.H. and Gunatilaka, A.A.L. 2007. Search for cell motility and angiogenesis inhibitors withpotential anticancer activity: beauvericin and other constituents of two endophytic strains of *Fusarium oxysporum*. J. Nat. Prod. 70: 227–232.

Table 1 The incidence of endophytic entomopathogenic fungus, *Metarhizium guizhouense* PSUM04, in root, stem and leaf of Chinese kale after treated the fungus by spray and pour methods on day 7, 14, 21 and 28. The control was untreated the fungus.

Treatments	Plant parts	Methods	Day after treated			
			14	21	28	35
Control	root	spray	-	-	-	-
		pour	-	-	-	-
	stem	spray	-	-	-	-
		pour	-	-	-	-
	leaf	spray	-	-	-	-
		pour	-	-	-	-
M. guizhouense PSUM04	root	spray	+	+	+	+
		pour	+	+	+	+
	stem	spray	+	+	+	+
		pour	+	+	+	+
	leaf	spray	+	+	+	+
		pour	+	+	+	+
B. bassiana PSUB01	root	spray	+	+	+	+
		pour	+	+	+	+
	stem	spray	+	+	+	+
		pour	+	+	+	+
	leave	spray	+	+	+	+
		pour	+	+	+	+

+ fungal colony of *Metarhizium guizhouense* PSUM04

- no fungal colony of *Metarhizium guizhouense* PSUM04

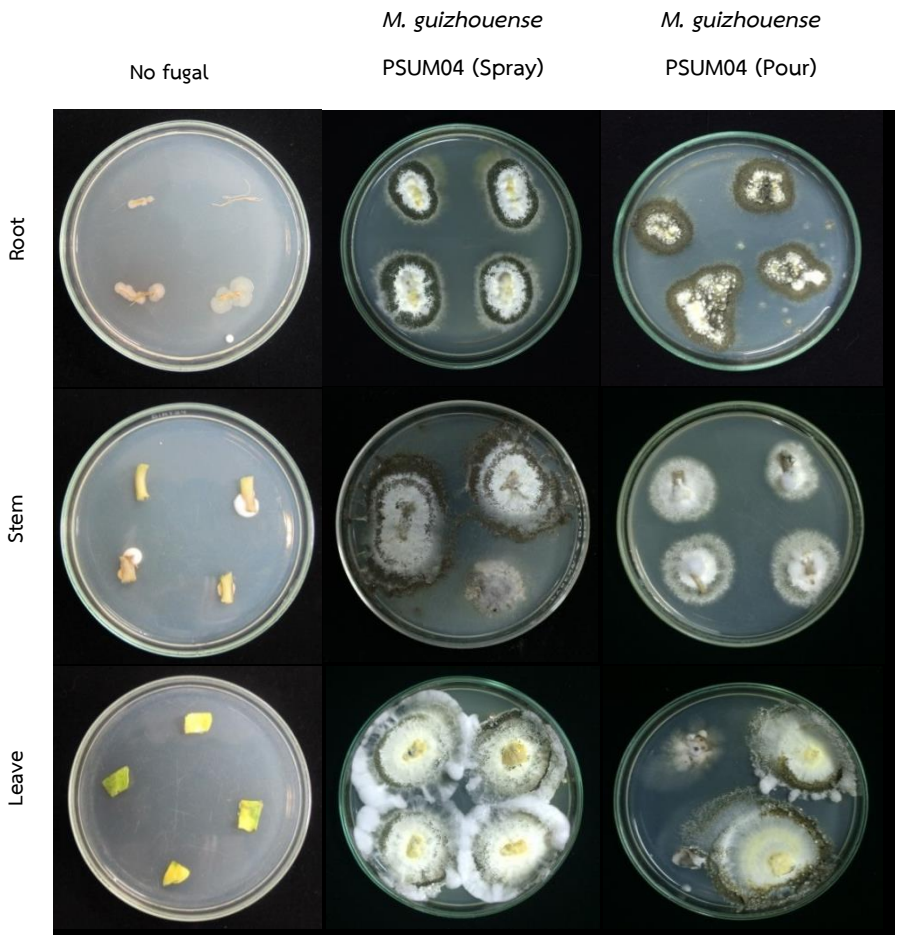

Figure 1 The morphology of fungal colony of endophytic entomopathogenic fungus, *Metarhizium guizhouense* PSUM04, on SDAY + antibiotic medium isolated from root, stem and leave of Chinese *kale* after sprayed and poured the fungal spore in Chinese kale growing in the hydroponic crop system. The control was un-treated the fungal spore.

Proceedings

IMT-GT

The 10th IMT-GT UNINET Conference 2016

Bioscience : The Element of Life

1-2 December 2016

Prince of Songkla University, Thailand

IMT-GT

AG-P048

Efficiency of *Beauveria bassiana* PSUB01 for controlling mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) on Chinese kale in hydroponic system

Kanokkarn Taluengphol[1] and Narit Thaochan[1,2]*

[1]Pest Management Biotechnology and Plant Physiology Laboratory,
Department of Pest Management,

[2]National Biological Control Research Center, Southern Region,
Faculty of Natural Resources,
Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112 Thailand.

Corresponding author: narit.t@psu.ac.th

Abstract

The efficiency of *Beauveria bassiana* PSUM01 for controlling of mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.) was investigated. Spore suspension in different concentration (1×10^{5}, 1×10^{6}, 1×10^{7} and 1×10^{8} spore/ml) were applied directly to the adult *L. erysimi*. The spore concentration at 1×10^{8} and 1×10^{7} spore/ml showed cumulative percentage mortality 89.00 ± 5.86 and 87.00 ± 3.00 % after treated for five days. The spore concentration at 1×10^{8} spore/ml gave the lowest Kaplan-Meier survival value with 2.71 ± 0.12 day and high significantly different compared with the other concentrations ($P<0.01$). The spore concentration at 1×10^{8} spore/ml expressed LT_{50} and LT_{90} values with 2.39 ± 0.31 and 3.08± 0.18 days, respectively, and significantly different from lower concentrations.

Keywords: mustard aphid, *Beauveria bassiana, Lipaphis erysimi*, Chinese kale