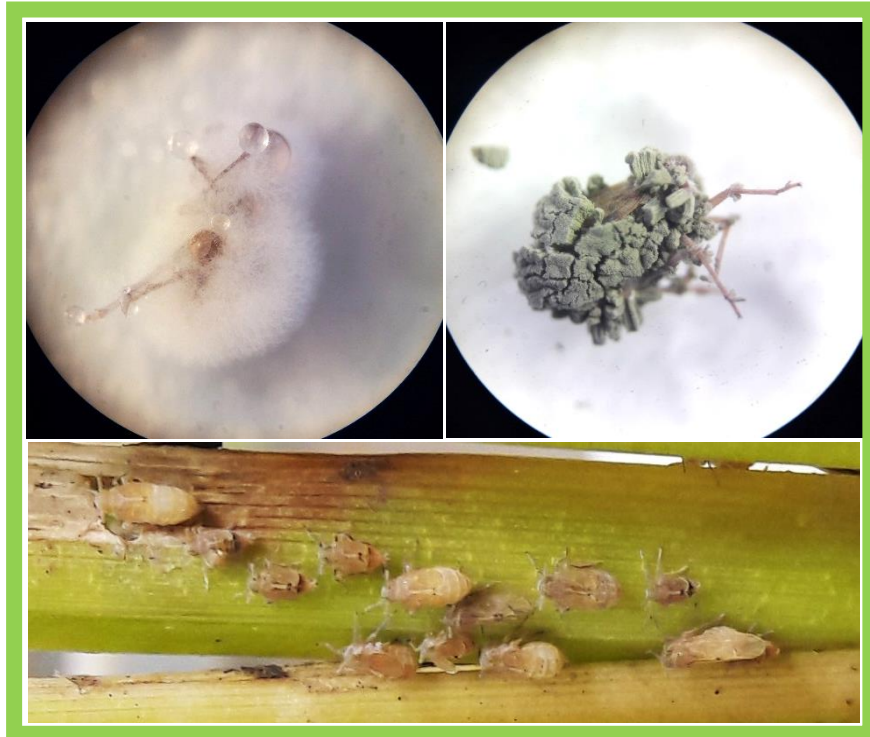




รายงานการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาทดสอบ การใช้เชื้อราบีวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียม
ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมศัตรูข้าว



โดย

ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดชลบุรี
สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรที่ ๓ จังหวัดระยอง
กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

๒๕๖๒

บทคัดย่อ

การทดสอบการใช้เชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียม ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมศัตรูข้าว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียม ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา และศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียมในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยทดสอบ ฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง ๓ ชนิด ด้วยวิธี dual culture test ในจานเลี้ยงเชื้อและทดสอบการฉีดพ่นเชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียมร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมศัตรูข้าวในกรงทดสอบ พบว่า การทดสอบด้วยวิธี dual culture test เชื้อราเมตาไรเซียมสามารถยับยั้งเชื้อราบิวเวอเรียได้ ๑๑.๖๖ เปอร์เซ็นต์ เชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถยับยั้งเชื้อราเมตาไรเซียมและเชื้อราบิวเวอเรียได้ ๗๐.๐๐ และ ๕๘.๐๐ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ทดสอบทั้ง ๓ เชื้อในจานทดลองเดียวกัน พบว่า เชื้อราไตรโคเดอร์มา สามารถยับยั้งเชื้อราเมตาไรเซียมและเชื้อราบิวเวอเรียได้ ๗๒.๗๒ และ ๕๘.๓๓ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การทดสอบการฉีดพ่นเชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียมร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมศัตรูข้าวในกรงทดสอบ พบว่าการใช้เชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียมเพียงอย่างเดียวทำให้เกิดโรคกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลไม่แตกต่างกัน คือ ๑๗.๗๘ และ ๑๘.๘๘ เปอร์เซ็นต์ ส่วนการฉีดพ่นเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลด้วยเชื้อราบิวเวอเรียผสมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา เชื้อราเมตาไรเซียมผสมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา และการใช้เชื้อราทั้ง ๓ ชนิดร่วมกัน พบว่า มีประสิทธิภาพในการทำให้เกิดโรคกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลน้อยกว่าการฉีดพ่นเชื้อเพียงชนิดเดียว คือ ๕.๕๖, ๖.๖๗ และ ๑๔.๔๔ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำนำ

การดำเนินโครงการวิจัย เรื่อง การศึกษาทดสอบการใช้เชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาโรเซียม ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมศัตรูข้าว ของศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดชลบุรี ในปีงบประมาณ ๒๕๖๒ เป็นกิจกรรมหนึ่งของโครงการส่งเสริมและพัฒนาอาชีพทางการเกษตร ปี ๒๕๖๒ ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้เชื้อจุลินทรีย์กำจัดโรคพืชและแมลงศัตรูพืชว่าสามารถใช้ร่วมกันได้หรือไม่ เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและลดต้นทุนในการฉีดพ่นของเกษตรกรกรณีเกิดการระบาดของศัตรูพืชพร้อมกัน

การดำเนินโครงการวิจัยดังกล่าวได้เสร็จสิ้นแล้ว ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดชลบุรี จึงได้จัดทำรายงานการวิจัยเพื่อสรุปผลการวิจัย ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะ ซึ่งผู้เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการจัดทำโครงการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น รวมทั้งเพื่อเป็นการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผลงานให้ทราบโดยทั่วกัน

ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดชลบุรี
กันยายน ๒๕๖๒

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(๑)
สารบัญภาพ	(๒)
บทที่ ๑ บทนำ	
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	๑
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	๑
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	๑
ขอบเขตของการวิจัย	๒
นิยามศัพท์	๒
บทที่ ๒ การตรวจเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
การตรวจเอกสาร	๓
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๖
แนวคิดในการวิจัยและสมมติฐาน	๗
บทที่ ๓ วิธีการวิจัย	
อุปกรณ์	๘
วิธีการ	๙
การเก็บรวบรวมข้อมูล	๑๑
การวิเคราะห์ข้อมูล	๑๑
ระยะเวลาการวิจัย	๑๑
บทที่ ๔ ผลการวิจัย (และข้อวิจารณ์)	๑๒
การทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อ ด้วยวิธี dual culture test	๑๒
การทดสอบการใช้เชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาโรเซียมร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา	๑๕
ในการควบคุมศัตรูข้าว ในกรงทดสอบ	
ข้อวิจารณ์	๑๘
บทที่ ๕ สรุปและข้อเสนอแนะ	๑๙
เอกสารอ้างอิง	๒๐
ภาคผนวก	๒๒
ภาคผนวก ก. กราฟแสดงจำนวนการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแต่ละวัน	๒๓

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
๑	ค่าเฉลี่ยร้อยละของเชื้อราเมื่อทดสอบด้วยวิธี dual culture test ระยะเวลา ๘ วัน	๑๒
๒	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อราด้วยวิธี dual culture test ระยะเวลา ๘ วัน	๑๓
๓	แสดงค่าวิเคราะห์ตาม Duncan's new Multiple Range Test ที่ $P < 0.05$	๑๕
๔	เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จำนวน ๙๐ ตัว ในแต่ละกรรมวิธี ในระยะเวลา ๑๕ วัน หลังจากฉีดพ่น	๑๖

สารบัญภาพ

ภาพชุดที่		หน้า
๑	รัศมีของเชื้อราสามชนิดเมื่อทดสอบด้วยวิธี dual culture test ระยะเวลา ๘ วัน	๑๔
๒	เพ็ลี่ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายจากเชื้อสาเหตุ	๑๗

บทที่ ๑

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันการระบาดของศัตรูพืชยังเป็นปัญหาสำคัญในการทำการเกษตร และยังพบการดื้อยาของศัตรูพืชเนื่องจากการใช้สารเคมีอย่างไม่ถูกต้อง เช่น การใช้สารเคมีชนิดเดียวกันอย่างต่อเนื่องและใช้เกินอัตราที่ฉลากกำหนดในการกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวทำให้เกิดการดื้อยา เป็นต้น การใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชยังเป็นอีกทางเลือกที่สามารถนำมาใช้แทนสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ เช่น การนำเชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียม มาใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูข้าว การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา ในการป้องกันและควบคุมโรคข้าว

อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อถกเถียงกันถึงการใช้เชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียมร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการฉีดพ่นควบคุมศัตรูพืชว่าสามารถใช้พร้อมกันได้หรือไม่ เนื่องจากมีความกังวลว่าเชื้อราไตรโคเดอร์มาจะไปทำลายเชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียมทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงลดลง ซึ่งในธรรมชาติการเกิดขึ้นของโรคและแมลงศัตรูข้าวอาจเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ฉะนั้นในบางครั้งจึงจำเป็นต้องใช้เชื้อจุลินทรีย์กำจัดโรคและแมลงพร้อม ๆ กัน จะทำให้ประหยัดเวลาและลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรได้ ดังนั้น การศึกษาประสิทธิภาพการใช้เชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียมร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการให้คำแนะนำการใช้เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง ๒ ประเภท ในการควบคุมศัตรูพืชในนาข้าว รวมทั้งพืชอื่น ๆ แก่เกษตรกรต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการใช้เชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียมร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา
๒. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียมในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

๑. ทราบผลของการใช้เชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียมร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา ในการควบคุมศัตรูข้าว และนำไปถ่ายทอดแก่เกษตรกรเพื่อให้เกษตรกรใช้เชื้อราในการควบคุมศัตรูข้าวได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ
๒. ทราบประสิทธิภาพของการใช้เชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียมในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและนำไปถ่ายทอดแก่เกษตรกรเพื่อให้เกษตรกรใช้เชื้อราในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ
๓. เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิตและลดการใช้สารเคมีในการควบคุมศัตรูข้าว จากการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้
๔. กรมส่งเสริมการเกษตรสามารถนำความรู้ไปเผยแพร่ประชาสัมพันธ์สู่เจ้าหน้าที่ เกษตรกรและผู้สนใจ

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะมุ่งเน้นศึกษาการใช้เชื้อราสาเหตุโรคแมลง (เชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียม) ร่วมกับเชื้อราปฏิปักษ์เชื้อราสาเหตุโรคพืช (เชื้อราไตรโคเดอร์มา) ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

นิยามศัพท์

เชื้อราบิวเวอเรีย หมายถึง เชื้อรา *Beauveria bassiana* ที่ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดชลบุรี ผลิตขยายโดยใช้ข้าวสุก บ่มเชื้อนาน ๑๐ วัน แล้วนำมาเจือจางความเข้มข้น ที่ 1×10^8 สปอร์ / มิลลิลิตร

เชื้อราเมตาไรเซียม หมายถึง เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ที่ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดชลบุรี ผลิตขยายโดยใช้ข้าวสุก บ่มเชื้อนาน ๑๔ วัน แล้วนำมาเจือจางความเข้มข้น ที่ 1×10^8 สปอร์ / มิลลิลิตร

เชื้อราไตรโคเดอร์มา หมายถึง เชื้อรา *Trichoderma harzianum* ที่ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดชลบุรี ผลิตขยายโดยใช้ข้าวสุก บ่มเชื้อนาน ๗ วัน แล้วนำมาเจือจางความเข้มข้น ที่ 1×10^8 สปอร์ / มิลลิลิตร

ศัตรูข้าว หมายถึง เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่นำมาเลี้ยงจนบริสุทธ์ และใช้ระยะวัย ๓ ถึงวัย ๔ ในการทดสอบ

ต้นข้าว หมายถึง ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ ๑๐๕ อายุ ๖๐ วัน ปลูกในถ้วยพลาสติกทนความร้อน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๔ เซนติเมตร ถ้วยละ ๑๐ ต้น

บทที่ ๒

การตรวจเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การตรวจเอกสาร

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (กรมการข้าว, ๒๕๕๗)

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nilaparvata lugens* (Stål) เป็นแมลงในอันดับ Homoptera วงศ์ Delphacidae เป็นแมลงจำพวกปากดูด ตัวเต็มวัยมีลำตัวสีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลปนดำ

รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ

ตัวเต็มวัย มีรูปร่าง ๒ ลักษณะ คือ ชนิดปีกยาว (macropterous form) และชนิดปีกสั้น (bracrypterous form) ชนิดมีปีกยาวสามารถเคลื่อนย้ายและอพยพไปในระยะทางไกลและไกล โดยอาศัยกระแสลมช่วย ตัวเต็มวัยเพศเมียชนิดปีกยาวมีขนาด ๔ - ๔.๕ มิลลิเมตร วางไข่ประมาณ ๑๐๐ ฟอง ตัวเต็มวัยเพศเมียชนิดปีกสั้นวางไข่ประมาณ ๓๐๐ ฟอง เพศผู้มีขนาด ๓.๕ - ๔ มิลลิเมตร ตัวเต็มวัยมีชีวิตรประมาณ ๒ สัปดาห์

ไข่ ตัวเต็มวัยเพศเมียจะวางไข่เป็นกลุ่ม ส่วนใหญ่วางไข่ที่กาบใบข้าวหรือเส้นกลางใบ โดยวางไข่เป็นกลุ่ม เรียงแถวตามแนวตั้งฉากกับกาบใบข้าว บริเวณที่วางไข่จะมีรอยข้ำเป็นสีน้ำตาล ไข่มีลักษณะรูปกระสวยโค้งคล้ายกล้วยหอม มีสีขาวยุ่น

ตัวอ่อน มี ๕ ระยะ ระยะตัวอ่อน ๑๖ - ๑๗ วัน

ลักษณะการทำลาย

ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณโคนต้นข้าวเหนือระดับน้ำ ในขณะที่เดียวกันจะคอยขับถ่ายมูลน้ำตาล (honey dew) ออกมา เป็นสาเหตุให้เกิดโรคราดำ เมื่อมีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจำนวนมากดูดกินน้ำเลี้ยงต้นข้าว จะทำให้ต้นข้าวแสดงอาการใบเหลืองแห้ง คล้ายถูกน้ำร้อนลวกแห้งตายเป็นหย่อม ๆ ซึ่งเรียกว่า "อาการไหม้" (Hopper burn) ถ้ารุนแรงมาก ต้นข้าวจะแห้งตาย เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสามารถทำลายได้ทุกระยะการเจริญเติบโตของข้าว นอกจากนี้ยังเป็นพาหะนำเชื้อไวรัส ซึ่งทำให้เกิดโรคใบหงิกหรือโรคจุก (Rice ragged stunt) มาสู่ต้นข้าวอีกด้วย โรคนี้เกิดกับต้นข้าวได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ต้นข้าวอายุตั้งแต่ ๑๕ - ๔๕ วัน ถ้าได้รับเชื้อโรคจุก จะแสดงอาการรุนแรงมาก ส่วนต้นข้าวอายุเกิน ๖๐ วันไปแล้ว ได้รับเชื้ออาการจะไม่รุนแรง ต้นข้าวที่ได้รับเชื้อแล้วจะมีอาการต้นเตี้ยแคระแกรน และไม่ออกรวงหรือออกรวงน้อย ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสม ปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นตามอายุข้าว จากระยะกล้าถึงระยะออกรวง ซึ่งในระยะตั้งท้องและออกรวงมักจะพบประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงที่สุด และอาการใบไหม้มักจะเกิดในระยะนี้

การแพร่กระจายและฤดูกาลระบาด

พบระบาดทั่วไปในแถบที่มีการปลูกข้าวในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในประเทศญี่ปุ่นและเกาหลี แมลงจะอพยพจากทะเลจีนใต้ จากตอนล่างของประเทศจีนทุกต้นฤดูกาลเพาะปลูก และเพิ่มปริมาณมากขึ้นหลังจากเริ่มลงทำลายข้าว สำหรับในประเทศไทยพบทั่วประเทศ แต่การระบาดถึงกับทำความเสียหายพบมากโดยเฉพาะในภาคกลาง เช่น จังหวัดนครปฐม ปทุมธานี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ สมุทรสาคร

อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา ชัยนาท สุพรรณบุรี และกรุงเทพมหานคร การระบาดอาจเกิดขึ้นได้ทั้งนาปี และนาปรัง พืชอาหาร เช่น ข้าวป่า หญ้าต่างๆ

เชื้อราบิวเวอเรีย

เป็นเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคกับแมลงที่สามารถพบได้ในดินตามธรรมชาติทั่วโลก จัดเป็นเชื้อราประเภท saprophyte อาศัยและกินเศษซากที่ผุพังในดิน มักมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ สามารถสร้างสปอร์ได้หลายแบบในสภาวะแตกต่างกัน แพร่กระจายและอยู่รอดได้ในสภาวะที่ไม่เหมาะสม มักจะเป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรค “muscadine” ในแมลง หรือเป็นที่รู้จักอีกชื่อหนึ่งว่า “white muscadine” มีความสามารถในการควบคุมแมลงศัตรูพืชได้หลากหลายชนิดได้แก่ เพลี้ย ไรแดง แมลงหวี่ขาว หนอนผีเสื้อ ตั๊กแตน ปลวก และด้วง อีกทั้งยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อปลาและสิ่งมีชีวิตอื่นในบริเวณที่มีการใช้ผลิตภัณฑ์จากเชื้อราชนิดนี้ (วาสนา, ๒๕๔๔; Wasilla, ๒๐๐๑)

ลักษณะของเชื้อราบิวเวอเรีย

สปอร์รูปทรงกลม ก้านชูสปอร์ตั้งขึ้นเป็นเส้นยาว เรียงเป็นสายเดี่ยวหรือเป็นกิ่งก้าน กลุ่มของสปอร์อยู่กันเป็นสาขามารวมกันคล้ายรูปจาน

เส้นใย ทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง ๑.๕ - ๒.๐ ไมครอน สีใส มีผนังกัน โคโลนีเรียบ เป็นฝุ่นคล้ายแป้งหรือคล้ายขอลัก

สารพิษจากเชื้อรา

เชื้อราบิวเวอเรีย (*B. Bassiana*) สามารถผลิตสารพิษ หลายชนิด เช่น bassianin, beauvericin, beauverolides, bassianolide, tenellin ที่มีความเป็นพิษต่อแมลง เป็นต้น (T.M.Butt et al., ๒๐๐๑)

เชื้อราเมตาไรเซียม

เชื้อราเมตาไรเซียมหรือราเขียวเป็นเชื้อราที่ทำลายแมลง จะเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ ๒๔ - ๒๖ องศาเซลเซียส มีสปอร์รูปรี สีเขียวคล้ำ พบว่าสภาพความเป็นกรดเป็นด่างที่ ๔.๗ - ๑๐ เป็นช่วงที่ราเขียวเจริญเติบโตได้ดีเป็นปกติ และที่เหมาะสมคือ ๖.๙ - ๗.๔ ในสภาพธรรมชาติ เชื้อราเขียวมีชีวิตรอดอยู่ในดินนาน ๑ ปี (ศูนย์บริหารศัตรูพืช จังหวัดชลบุรี, ๒๕๕๒)

เชื้อราเมตาไรเซียม สามารถควบคุมและทำลายแมลงได้โดย เมื่อเชื้อราเมตาไรเซียมเข้าสู่แมลงทางผิวหนังหรือช่องว่างของลำตัว จะสร้างเอนไซม์เพื่อช่วยย่อยผนังบางส่วนและงอกสปอร์แทงผ่านลำตัวเข้าไป เจริญ และเพิ่มปริมาณทำให้แมลงเกิดโรค ตายในที่สุด แมลงที่ตายด้วยเชื้อราเมตาไรเซียม จะมีลักษณะลำตัวแข็ง มีเชื้อราขึ้นปกคลุมลำตัวภายนอกเป็นสีเขียว ซึ่งระยะเวลาในการทำลายจะเร็วหรือช้าขึ้นกับสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นและแสงสว่างที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิ ๒๕ - ๓๐ องศาเซลเซียส ความชื้นมากกว่า ๗๐ เปอร์เซ็นต์ ชนิด ขนาด และวัยของแมลง โดยทั่วไปประมาณ ๓ - ๑๔ วัน (เกษตรอินทรีย์-ผสมผสาน, มปป.)

ลักษณะของเชื้อราเมตาไรเซียม

ลักษณะเชื้อราเมตาไรเซียมเป็นรูปทรงกระบอก เส้นใยมีผนังกันเป็นปล้องๆ ไม่มีสี เส้นใยจะแผ่ขยายเจริญเติบโตสร้างสปอร์ (conidia) เป็นรูปยาวรีคล้ายเมล็ดข้าว เป็นลูกโซ่ต่อกันตรงรอยคอด เรียกว่า conidium แต่ละ conidium ที่เกิดใหม่จะมีสีขาว ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวคล้ำ จึงเป็นชื่อเรียกของราชนิดนี้ (ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีแห่งชาติ, มปป.)

สารพิษจากเชื้อรา

เชื้อรามेटาไรเซียม (*M. Anisopliae*) สามารถสร้างสารพิษ cyclic peptide toxins ชนิด destruxins A, B, C, D และ E ที่จัดเป็นสารกำจัดแมลงชนิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูงโดยงานวิจัยส่วนใหญ่ มักศึกษาเกี่ยวกับความเป็นพิษของ destruxins A และ B เพื่อใช้ประโยชน์ในการกำจัดแมลงอาศัยทางตรงและทางอ้อมมากกว่าชนิดอื่น (Kershaw et al., ๑๙๙๙)

เชื้อราไตรโคเดอร์มา (ศูนย์บริหารศัตรูพืช จังหวัดชลบุรี, ๒๕๕๒)

เชื้อราไตรโคเดอร์มา จัดเป็นเชื้อราชั้นสูงที่เจริญได้ดีในดิน เศษซากพืช ซากสิ่งมีชีวิตต่างๆ รวมทั้งจุลินทรีย์และวัสดุอินทรีย์ตามธรรมชาติ เชื้อราไตรโคเดอร์มาสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคพืชอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการแล้ว เป็นเชื้อที่เป็นศัตรูต่อเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิด โดยมีกลไกการต่อสู้กับเชื้อราสาเหตุโรคพืช คือ

๑. การแข่งขันกับเชื้อราสาเหตุโรคพืช
๒. การเป็นปรสิตต่อเชื้อราสาเหตุโรคพืช
๓. การสร้างสารยับยั้งหรือทำลายเชื้อราสาเหตุโรคพืช
๔. การชักนำให้พืชมีความต้านทานโรคได้

เชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถใช้ควบคุมหรือทำลายเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้หลายชนิด เช่น

๑. เชื้อราพิเทียม (*Pythium* spp.) สาเหตุของโรครากเน่า-โคนเน่า โรคต้นเน่า โรคยอดเน่า ของต้นกล้าพืชไร่
๒. เชื้อราไฟทอปธอรา (*Phytophthora* spp.) สาเหตุของโรครากเน่า - โคนเน่าของไม้ผล
๓. เชื้อราสเคลอโรเทียม (*Sclerotium rolfsii*) สาเหตุของโรคกล้าไหม้ โคนเน่า โรคราเมล็ดผักกาด โรคเหี่ยวของผัก
๔. เชื้อราฟิวซาเรียม (*Fusarium oxysporum*) สาเหตุโรคเหี่ยวของไม้ดอก
๕. เชื้อราไรซอคโทเนีย (*Rhizoctonia solani*) สาเหตุโรคมล็ดเน่า เน่าคอดิน โรคกล้าไหม้ ของพืชไร่และพืชผัก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การใช้เชื้อร่าก่อโรคแมลงกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

เอกรัฐ และคณะ (๒๕๕๕) ได้ทำการศึกษาความเข้มข้นของเชื้อราบิวเวอเรียในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในกล้าข้าวพันธุ์ปทุมธานี ๑ ในห้องปฏิบัติการและในทรงทดลอง โดยฉีดพ่นเชื้อราบิวเวอเรีย ความเข้มข้น 10^6 , 10^7 และ 10^8 สปอร์/มล. โดยมีน้ำกลั่นเป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ พบว่าความเข้มข้นของเชื้อราบิวเวอเรียมีผลต่ออัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ทั้งใน ห้องปฏิบัติการและในทรงทดลอง โดยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ได้รับเชื้อราบิวเวอเรียความเข้มข้น 10^8 สปอร์/มล. มีอัตราการตายมากที่สุด ส่วนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ได้รับเชื้อราบิวเวอเรียความเข้มข้น 10^7 และ 10^6 สปอร์/มล. มีอัตราการตายน้อยลงตามลำดับ นอกจากนี้ระยะเวลาหลังจากฉีดพ่นที่นานขึ้นทำให้แมลงมีอัตราการตายเพิ่มขึ้นในทุกความเข้มข้นของเชื้อราบิวเวอเรีย

เพชรหทัย ปฎิรูปานุสร และอัจฉราพร (๒๕๕๐) ได้ทดลองประสิทธิภาพของเชื้อราทำลายแมลงต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียว พบว่า เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* และ *Beauveria bassiana* ที่แยกได้จากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยตายมากกว่าการใช้น้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลต่อตัวเต็มวัย พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ความเข้มข้น 10^6 - 10^7 สปอร์/มล. ทำให้แมลงเกิดโรคไม่แตกต่างกัน ๔๘.๓๓ - ๕๑.๖๗ เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่เชื้อรา *M. anisopliae* 10^4 - 10^5 สปอร์/มล. ซึ่งไม่แตกต่างกันกับเชื้อ *B. bassiana* ความเข้มข้น 10^4 - 10^7 สปอร์/มล. ทำให้เกิดโรค ๓๑.๖๗ - ๓๘.๓๓ เปอร์เซ็นต์ ส่วนเชื้อรา *B. bassiana* 10^4 สปอร์/มล. ทำให้เกิดโรค ๒๐.๐๐ เปอร์เซ็นต์ และการใช้น้ำกลั่นแมลงตาย ๕.๐๐ เปอร์เซ็นต์ ผลต่อตัวอ่อน พบว่าเชื้อ *M. anisopliae* ทุกความเข้มข้นและเชื้อ *B. bassiana* 10^6 - 10^7 สปอร์/มล. มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน ทำให้เกิดโรค ๓๓.๓๓ - ๕๐.๐๐ เปอร์เซ็นต์ สำหรับเชื้อรา *B. bassiana* ทุกความเข้มข้นทำให้เกิดโรคร่วมกับแมลงค่อนข้างต่ำไม่แตกต่างกัน ๒๐.๐๐ - ๓๓.๓๓ เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำกลั่นแมลงตาย ๓.๓๓ เปอร์เซ็นต์

สุดาภรณ์ (๒๕๔๔) ศึกษาประสิทธิภาพเชื้อราในกลุ่ม *Metarhizium* spp. เพื่อใช้ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล พบว่าหลังจากการฉีดพ่นสารละลายเชื้อราบนตัวอ่อนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลวัย ๓ เป็นเวลา ๓ วัน ผลการตายเฉลี่ยเนื่องจากเชื้อรา *M. flavoviridae* BCC๑๓๘๐, AP๔๓๕๙ และการใช้เชื้อราทั้ง ๒ ชนิดร่วมกันที่ระดับความเข้มข้น 2×10^6 , 2×10^7 , และ 2×10^8 conidia/ml เท่ากับ ๘๕.๑๑, ๗๙.๐๐ และ ๘๖.๖๗ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อารยา และคณะ (๒๕๕๘) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเขียวจำนวน ๕๐ ไอโซเลต กับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในสภาพห้อง พบว่ามี ๔ ไอโซเลต ที่สามารถทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตาย ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์ ภายใน ๖ วัน หลังสัมผัสกับเชื้อราเขียว โดยมีอัตราการตายสะสมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากวันที่ ๑ ถึงวันที่ ๖ มีลักษณะแบบ sigmoid curve และยังพบว่าเชื้อราเขียวทั้ง ๔ ไอโซเลต สามารถทำลายแมลงศัตรูข้าวได้หลายชนิด คือ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก เพลี้ยจักจั่นสีเขียว และตั๊กแตนข้าว และไม่พบความสามารถในการทำลายแมลงศัตรูธรรมชาติ

วินันท์ดา และคณะ (๒๕๕๒) ได้สำรวจและเก็บตัวอย่างราทำลายแมลงและแมงมุมพบว่า แมลงที่ถูกราเข้าทำลายจำแนกได้ ๑๐ อันดับ ๑๕ วงศ์ โดยอันดับของแมลงที่ถูกราเข้าทำลายมากที่สุด คือ Hymenoptera จำนวน ๘๘๑ ตัวอย่าง (๑๕ เปอร์เซ็นต์) ค่าความถี่ของชนิดของราที่พบได้สูงสุด คือ

Hirsutella formicarum (๑๕.๐๖๑ เพอร์เซนต์) และแมลงในอันดับ Homoptera ๙๕๒ ตัวอย่าง โดยความหลากหลายของชนิดราที่เข้าทำลายได้แมลงอันดับ Homoptera สูงกว่าความหลากหลายของราทำลายแมลงอันดับ Hymenoptera ทั้งนี้ราทำลายแมลงอันดับ Homoptera ส่วนใหญ่เป็นราในสกุล *Aschersonia*, *Hypocrella* และ *Paecilomyces* ความถี่ของราที่พบมีค่า ๑๔.๕๘, ๘ และ ๔.๘๓ เพอร์เซนต์ ตามลำดับ

แนวคิดในการวิจัยและสมมุติฐาน

๑. การใช้เชื้อราบิวเวอเรีย ร่วมกับเชื้อราเมตาโรเซียมจะทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายดียิ่งขึ้น
๒. เชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาโรเซียม สามารถใช้ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

บทที่ ๓ วิธีวิจัย

อุปกรณ์

๑. เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล
๒. ข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ ๑๐๕
๓. ดินเหนียว
๔. ถ้วยพลาสติกทนความร้อนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๔ เซนติเมตร
๕. กรงสำหรับการทดลอง ขนาด ๔๐ x ๔๐ x ๔๐ เซนติเมตร
๖. เชื้อราบิวเวอเรียพร้อมใช้
๗. เชื้อราเมตาไรเซียพร้อมใช้
๘. เชื้อราไตรโคเดอร์มาพร้อมใช้
๙. เครื่องชั่งสารดิจิตอล ๒ ตำแหน่ง
๑๐. กล้องจุลทรรศน์คอมพาวด์
๑๑. งานเลี้ยงเชื้อ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๙ เซนติเมตร
๑๒. เอทานอล ๗๐ เปอร์เซ็นต์
๑๓. น้ำ
๑๔. กระจกฉีดยา
๑๕. เครื่องเขย่าสาร vortex
๑๖. เครื่องมีอนับจำนวนโคโคนิเดีย Haemocytometer
๑๗. tween ๘๐ ความเข้มข้น ๐.๑ เปอร์เซ็นต์
๑๘. Auto pipette ขนาด ๑๐ - ๑๐๐ μ l และ ๑๐๐ - ๑๐๐๐ μ l
๑๙. Eppendorf tube
๒๐. กระจกตวง
๒๑. ตะแกรงกรอง
๒๒. ปากคีบ
๒๓. แผ่นสไลด์
๒๔. cover slip
๒๕. กระจกช้อนเนกประสงค์
๒๖. เครื่องดูดแมลง
๒๗. กระจกกรอง
๒๘. อาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA)

วิธีการ

๑. การทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อ ด้วยวิธี dual culture test

ทำการทดลองแบบ CRD จำนวน ๓ ซ้ำ ๔ กรรมวิธี

กรรมวิธีที่ ๑ ทดสอบเชื้อราบิวเวอเรียร่วมกับเชื้อราเมตาไรเซียม

กรรมวิธีที่ ๒ ทดสอบเชื้อราบิวเวอเรีย ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา

กรรมวิธีที่ ๓ ทดสอบเชื้อราเมตาไรเซียม ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา

กรรมวิธีที่ ๔ ทดสอบเชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียม ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา

โดยใช้กระดาษกรองตัดเป็นชิ้นวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๕ มิลลิเมตร ที่นั่งฆ่าเชื้อแล้ว จุ่มในสารละลายสปอร์ เชื้อราไตรโคเดอร์มา ที่ความเข้มข้น 6.75×10^6 สปอร์/มิลลิลิตร เชื้อราบิวเวอเรีย ที่ความเข้มข้น 8.75×10^6 สปอร์/มิลลิลิตร เชื้อราเมตาไรเซียม ที่ความเข้มข้น 2.87×10^6 สปอร์/มิลลิลิตร วางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ห่างจากขอบจานเลี้ยงเชื้อ ๑ เซนติเมตร ในลักษณะตรงข้ามกัน มีระยะห่างกัน ๖ เซนติเมตร สำหรับวิธีการเปรียบเทียบ (control) ให้เลี้ยงเชื้อทั้ง ๓ ชนิดแยกจากกันบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา ๗ วัน บันทึกผลการทดลองโดยวัดรัศมีของเชื้อรา ทั้ง ๓ ชนิด ในชุดควบคุมและชุดทดสอบ รวมทั้งคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อ (Percent inhibition of radial growth, PIRG)

$$\text{PIRG} = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100$$

โดย R_1 = รัศมีโคโลนีของเชื้อรา ในชุดควบคุม (control)

R_2 = รัศมีโคโลนีของเชื้อรา ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อร่วม (dual-culture test)

๒. การทดสอบการใช้เชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียม ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมศัตรูข้าว ในกรงทดสอบ

ทำการทดลองแบบ CRD จำนวน ๓ ซ้ำ ๗ กรรมวิธี

กรรมวิธีที่ ๑ ใช้น้ำเปล่า เป็นตัวควบคุม

กรรมวิธีที่ ๒ ใช้เชื้อราบิวเวอเรียในการทดสอบ

กรรมวิธีที่ ๓ ใช้เชื้อราเมตาไรเซียมในการทดสอบ

กรรมวิธีที่ ๔ ใช้เชื้อราบิวเวอเรียร่วมกับเชื้อราเมตาไรเซียมในการทดสอบ

กรรมวิธีที่ ๕ ใช้เชื้อราบิวเวอเรีย ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา ในการทดสอบ

กรรมวิธีที่ ๖ ใช้เชื้อราเมตาไรเซียม ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา ในการทดสอบ

กรรมวิธีที่ ๗ ใช้เชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียม ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา

๒.๑ เตรียมกรงทดสอบโดยใช้กรงโครงท่อพีวีซี ขนาด $40 \times 40 \times 40$ เซนติเมตร ครอบด้วยมุ้งผ้าใยแก้ว

๒.๒ เตรียมต้นข้าว

๒.๒.๑ นำเมล็ดข้าว แช่ในน้ำนาน ๒๔ ชั่วโมง

๒.๒.๒ เตรียมวัสดุปลูกโดยใช้ดินเหนียว ใส่ในถ้วยพลาสติก

๒.๒.๓ โรอยเม็ลต์ข้าวลงภาชนะที่เตรียมไว้ ดูแลรดน้ำจนต้นกล้าข้าวมีอายุ ๑ เดือน ย้ายกล้าข้าวลงในถ้วยพลาสติก ถ้วยละ ๑๐ ต้น เลี้ยงต้นข้าวต่ออีก ๑๕ วัน จึงนำไปทดสอบ

๒.๒.๔ นำต้นข้าวใส่กรงทดสอบ ขนาด ๔๐ x ๔๐ x ๔๐ เซนติเมตร จำนวน ๑ ถ้วยต่อ ๑ กรง

๒.๓ การเตรียมเพ็ลี่ยกระโดดสีน้ำตาลบริสุทธิ์

๒.๓.๑ เก็บเพ็ลี่ยกระโดดสีน้ำตาลจากธรรมชาติ เลี้ยงเพิ่มปริมาณเพ็ลี่ยกระโดดสีน้ำตาลให้ได้จำนวนมากพอจะทดสอบและมั่นใจว่าปลอดจากเชื้อราแมลงตามธรรมชาติ

๒.๓.๒ ดูดเพ็ลี่ยกระโดดสีน้ำตาลวัย ๓ - ๕ โดยใช้เครื่องดูดแมลง ใส่ลงในต้นข้าวที่เตรียมไว้ กรงละ ๓๐ ตัว

๒.๔ การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์

๒.๔.๑ เชื้อราบิวเวอเรีย ใช้เชื้อราบิวเวอเรียที่เลี้ยงในข้าวสุก บ่มเชื้ออายุ ๑๐ วัน ผสมน้ำอัตราส่วนเชื้อสด ๑ กิโลกรัม ต่อน้ำ ๔๐ ลิตร

๒.๔.๒ เชื้อราเมตาโรเซียม ใช้เชื้อราเมตาโรเซียมที่เลี้ยงในข้าวสุก บ่มเชื้ออายุ ๑๔ วัน ผสมน้ำอัตราส่วนเชื้อสด ๑ กิโลกรัม ต่อน้ำ ๑๐๐ ลิตร

๒.๔.๓ เชื้อราไตรโคเดอร์มา ใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาที่เลี้ยงบนข้าวสุก บ่มเชื้ออายุ ๗ วัน ผสมน้ำอัตราส่วนเชื้อสด ๑ กิโลกรัม ต่อน้ำ ๒๐๐ ลิตร

การหาความเข้มข้นของเชื้อรา

๑. ชั่งเชื้อรา ๒ กรัม ใส่ลงไปในหลอดทดลองที่บรรจุ Tween ๘๐ ความเข้มข้น ๐.๑ เปอร์เซ็นต์ ๑๐ มล.

๒. นำไปเขย่าด้วยเครื่อง vortex จนกระทั่งสปอร์หลุดหมดจากวัสดุเลี้ยงเชื้อ

๓. เจือจางสารแขวนลอยสปอร์

- ดูด Tween ๘๐ ความเข้มข้น ๐.๑ เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร ๙๐๐ มล. ใส่ใน Eppendorf tube จำนวน ๒ หลอด

- ดูดสารแขวนลอยสปอร์ จากข้อ ๒ ปริมาตร ๑๐๐ มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่ ๑ แล้วเขย่าให้เข้ากัน

- ดูดสารแขวนลอยสปอร์ จากหลอดที่ ๑ ปริมาตร ๑๐๐ มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่ ๒ แล้วเขย่าให้เข้ากัน

๔. ดูดสารแขวนลอยสปอร์จากหลอดที่ ๒ หยดลงบน Haemocytometer ปิดด้วย cover slip

๕. นำไปส่องใต้กล้องจุลทรรศน์ compound เพื่อตรวจนับสปอร์ ซึ่งใช้กำลังขยาย objective len ๔๐X นับทั้ง ๒ ด้านของ Haemocytometer ในแต่ละด้านนับ ๕ ช่อง แบบทแยงมุม แต่ละช่องมี ๑๖ ช่องเล็ก โดยให้นับเฉพาะสปอร์ที่ตะหรือทับด้านบนหรือด้านขวาของสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่จะไม่นับสปอร์ใดก็ตามที่ตะหรือทับด้านล่างและทางซ้ายมือของสี่เหลี่ยมจัตุรัส จำนวนความเข้มข้นของเชื้อราที่ยอมรับได้ คือ ๑๐ - ๕๐ สปอร์ต่อสเกล ๑๖ ช่อง

๖. คำนวณหาความเข้มข้นของเชื้อรา โดยใช้สูตร ดังนี้

ความเข้มข้นของเชื้อรา = ผลรวมของสปอร์ใน ๕ ช่อง x ๕ x ๑๐^๔ x ความเข้มข้นที่ใช้ นับ

๒.๕ การทดสอบเชื้อราทั้ง ๓ ชนิด ในกรงทดสอบ

๒.๕.๑ ฉีดพ่นสารแขวนลอยที่เตรียมไว้ให้เป็นละอองฝอยลงบนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และทั่ว ๆ กอข้าวที่ใช้เลี้ยงเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลวัย ๓ - ๕ เอาไว้ (ใช้สารแขวนลอยสปอร์ฉีดพ่นครั้งละประมาณ ๒.๔-๒.๘ มิลลิลิตร)

๒.๕.๒ บันทึกจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายทุกวัน เป็นเวลา ๑๕ วัน แยกแมลงที่ตายแต่ละวันใส่จานเลี้ยงเชื้อที่มีกระดาษทิชชูชุบน้ำกลั่น เพื่อตรวจสอบว่ามีสปอร์ของเชื้อราสาเหตุโรคบนตัวแมลงหรือไม่ โดยตรวจเช็คเชื้อที่ขึ้นบนตัวเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นเวลา ๗ วัน

๒.๕.๓ หาเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยใช้สูตร

$$\text{อัตราการตาย} = \frac{\text{อัตราการรอดชีวิตของกลุ่มควบคุม} - \text{อัตราการรอดชีวิตกลุ่มทดลอง} \times ๑๐๐}{\text{อัตราการรอดชีวิตของกลุ่มควบคุม}}$$

การเก็บรวบรวมข้อมูล

๑. การทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อ ด้วยวิธี dual culture test

๑.๑ วัดขนาดความกว้าง ของการเจริญของเส้นใยเชื้อราที่ทดสอบในหน่วยมิลลิเมตรในแต่ละวัน

๒. การทดสอบการใช้เชื้อราชีวเวเรียและเชื้อรามेटาโรเซียม ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมศัตรูข้าว ในกรงทดสอบ

๒.๑ จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายในแต่ละกรรมวิธีการทดลอง

๒.๒ ลักษณะและสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดบนตัวเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

๒.๓ ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุที่ทำให้แมลงตาย

๒.๔ ระยะเวลาที่แมลงตายหลังจากฉีดพ่นเชื้อ

๒.๕ จุดบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นทุกวัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนและคำนวณความแตกต่างค่าเฉลี่ยทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕ เปอร์เซ็นต์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT)

ระยะเวลาการวิจัย

เริ่มทำการทดลอง เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๒ ถึงเดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๒

บทที่ ๔
ผลการวิจัย (และข้อวิจารณ์)

๑. การทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อ ด้วยวิธี dual culture test

จากการทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อรา พบว่า เชื้อราไตรโคเดอร์มามีการเจริญเติบโตรวดเร็วกว่าเชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียม ในระยะ ๖ วันแรก หลังจากวันที่ ๖ การเจริญเติบโตของเชื้อราไตรโคเดอร์มาในชุดทดสอบมีอัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่าชุดควบคุม และวันที่ ๘ เชื้อราไตรโคเดอร์มาในชุดควบคุมมีการเจริญเติบโตเต็มจานเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๙ เซนติเมตร และเชื้อราไตรโคเดอร์มาในชุดทดสอบเริ่มเจริญครอบคลุมเชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาไรเซียม

ตารางที่ ๑ ค่าเฉลี่ยร้อยละของเชื้อราเมื่อทดสอบด้วยวิธี dual culture test ระยะเวลา ๘ วัน

เชื้อ	ค่าเฉลี่ยร้อยละเชื้อรา			
	วันที่ ๒	วันที่ ๔	วันที่ ๖	วันที่ ๘
บิวเวอเรีย (ควบคุม)	๐.๒๓	๐.๘๓	๐.๘๗	๑.๒
เมตาไรเซียม (ควบคุม)	๐.๓	๑.๐	๑.๓๗	๒.๒
ไตรโคเดอร์มา (ควบคุม)	๒.๔	๕.๕๖	๗.๕	๗.๕
บิวเวอเรียและเมตาไรเซียม				
บิวเวอเรีย	๐.๑๗	๐.๓๖	๐.๗๓	๑.๐๖
เมตาไรเซียม	๐.๒	๐.๖๖	๑.๒	๑.๗
บิวเวอเรียและไตรโคเดอร์มา				
บิวเวอเรีย	๐.๒๓	๐.๔๖	๐.๕	๐.๕
ไตรโคเดอร์มา	๒.๔๓	๕.๑๓	๕.๓๓	๕.๓๓
เมตาไรเซียมและไตรโคเดอร์มา				
เมตาไรเซียม	๐.๒๓	๐.๖๖	๐.๕๓	๐.๖๖
ไตรโคเดอร์มา	๒.๓	๕.๑๖	๕.๔๗	๕.๕
บิวเวอเรีย เมตาไรเซียมและไตรโคเดอร์มา				
บิวเวอเรีย	๐.๑๗	๐.๔๖	๐.๕	๐.๕
เมตาไรเซียม	๐.๑	๐.๕๓	๐.๖	๐.๖
ไตรโคเดอร์มา	๒.๑	๕.๓๓	๔.๘๓	๔.๘๓

ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตเชื้อราในแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธีที่ ๑ (ทดสอบเชื้อราบิวเวอเรียร่วมกับเชื้อราเมตาโรเซีย) พบว่าเชื้อราเมตาโรเซียสามารถยับยั้งเชื้อราบิวเวอเรียได้ ๑๑.๖๖ เปอร์เซ็นต์

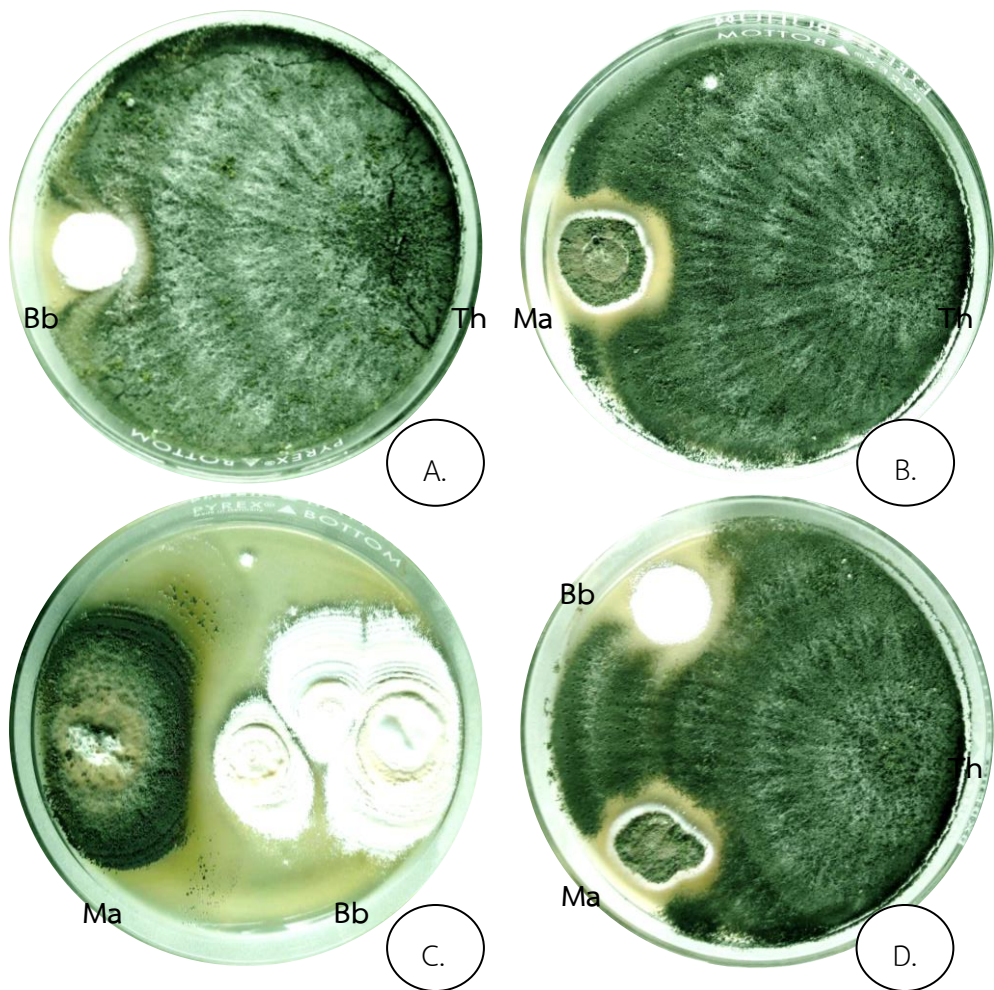
กรรมวิธีที่ ๒ (ทดสอบเชื้อราบิวเวอเรียร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา) พบว่าเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถยับยั้งเชื้อราบิวเวอเรียได้ ๕๘.๓๓ เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ ๓ (ทดสอบเชื้อเมตาโรเซียร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา) พบว่าเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถยับยั้งเชื้อเมตาโรเซียได้ ๗๐ เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ ๔ (ทดสอบเชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาโรเซีย ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา) พบว่าเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถยับยั้งเชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อเมตาโรเซียได้ ๕๘.๓๓ และ ๗๒.๗๒ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ตารางที่ ๒ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อราด้วยวิธี dual culture test ที่ระยะเวลา ๘ วัน

เชื้อ	ค่าเฉลี่ยรัศมีเชื้อราบิวเวอเรีย	ค่าเฉลี่ยรัศมีเชื้อราเมตาโรเซีย	ค่าเฉลี่ยรัศมีเชื้อราไตรโคเดอร์มา	เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง
บิวเวอเรียและเมตาโรเซีย	๑.๐๖	๑.๗๐	-	๑๑.๖๖
บิวเวอเรียและไตรโคเดอร์มา	๐.๕๐	-	๕.๓๓	๕๘.๓๓
เมตาโรเซียและไตรโคเดอร์มา	-	๐.๖๖	๕.๕๐	๗๐
บิวเวอเรียและเมตาโรเซียและไตรโคเดอร์มา	๐.๕๐	๐.๖๐	๔.๙๓	B=๕๘.๓๓, M=๗๒.๗๒



ภาพชุดที่ ๑ รัศมีของเชื้อราทั้งสามชนิดเมื่อทดสอบด้วยวิธี dual culture test ระยะเวลา ๘ วัน

A = *B. bassiana* (Bb) และ *T. harzianum* (Th)

B = *M. anisopliae* (Ma) และ *T. harzianum* (Th)

C = *B. bassiana* (Bb) และ *M. anisopliae* (Ma)

D = *B. bassiana* (Bb) และ *M. anisopliae* (Ma) และ *T. harzianum* (Th)

๒. การทดสอบการใช้เชื้อราบิวเวอเรียและเมตาโรเซียม ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมศัตรูข้าว ในกรงทดสอบ

จากการทดลองพบว่า อัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) ที่ $P < 0.05$ ในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ ๓)

ตารางที่ ๓ แสดงค่าวิเคราะห์ตาม Duncan's new Multiple Range Test ที่ $P < 0.05$

Treatment	N	Subset	
		๑	๒
Water	๓	๐.๐๐๐๐	
Beauveria + Trichoderma	๓	๑.๖๖๖๗	๑.๖๖๖๗
Metarhizium + Trichoderma	๓	๒.๐๐๐๐	๒.๐๐๐๐
Beauveria + Metarhizium	๓	๔.๐๐๐๐	๔.๐๐๐๐
Beauveria + Metarhizium + Trichoderma	๓		๔.๓๓๓๓
Beauveria	๓		๕.๓๓๓๓
Metarhizium	๓		๕.๖๖๖๗
Sig		๐.๕๙	๐.๐๖๗

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square (Error) = ๔.๙๐๕

Uses Harmonic Mean Sample Size = ๔.๐๐๐

จึงมีการคำนวณอัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพิ่มเติมได้ผลการทดสอบ ดังนี้

๒.๑ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาโรเซียม ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล พบว่าเชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาโรเซียม ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายมากกว่าการใช้น้ำเปล่าอย่างเดียว (T๑) โดยพบว่าการใช้เชื้อราเมตาโรเซียม (T๓) และเชื้อราบิวเวอเรีย (T๒) เพียงอย่างเดียว มีเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทั้งหมด ที่ ๕๕.๕๖ และ ๕๑.๑๑ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าการใช้เชื้อราบิวเวอเรียผสมเชื้อราเมตาโรเซียม (T๔) เชื้อราบิวเวอเรียผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา (T๕) เชื้อราเมตาโรเซียมผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา (T๖) และเชื้อราบิวเวอเรียผสมเชื้อราเมตาโรเซียมผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา (T๗) โดยมีเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ ๔๒.๒๒, ๓๖.๖๗, ๔๔.๔๔ และ ๓๕.๕๖ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการใช้น้ำเปล่าทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตาย ๓๑.๑๑ เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ ๔)

๒.๒ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อราบิวเวอเรียผสมกับเชื้อราเมตาโรเซียมและเชื้อราไตรโคเดอร์มา ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล พบว่า การใช้เชื้อราบิวเวอเรีย (T๒) และเชื้อราเมตาโรเซียม (T๓) อย่างเดียวโดยไม่ผสมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายที่

๑๗.๗๘ และ ๑๘.๘๙ เปอร์เซ็นต์ โดยมีการตายมากกว่าการใช้เชื้อราบิวเวอเรียผสมเชื้อราเมตาไรเซียมผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา (T๗) เชื้อราบิวเวอเรียผสมเชื้อราเมตาไรเซียม (T๔) เชื้อราเมตาไรเซียมผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา (T๖) และเชื้อราบิวเวอเรียผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา (T๕) ที่ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายที่ ๑๔.๔๔ (๓.๓ + ๑๑.๑๑), ๑๓.๓๓ (๒.๒๒+๑๑.๑๑), ๖.๖๗ และ ๕.๕๖ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ ๔)

ตารางที่ ๔ เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จำนวน ๙๐ ตัว ในแต่ละกรรมวิธี ในระยะเวลา ๑๕ วัน หลังจากฉีดพ่น

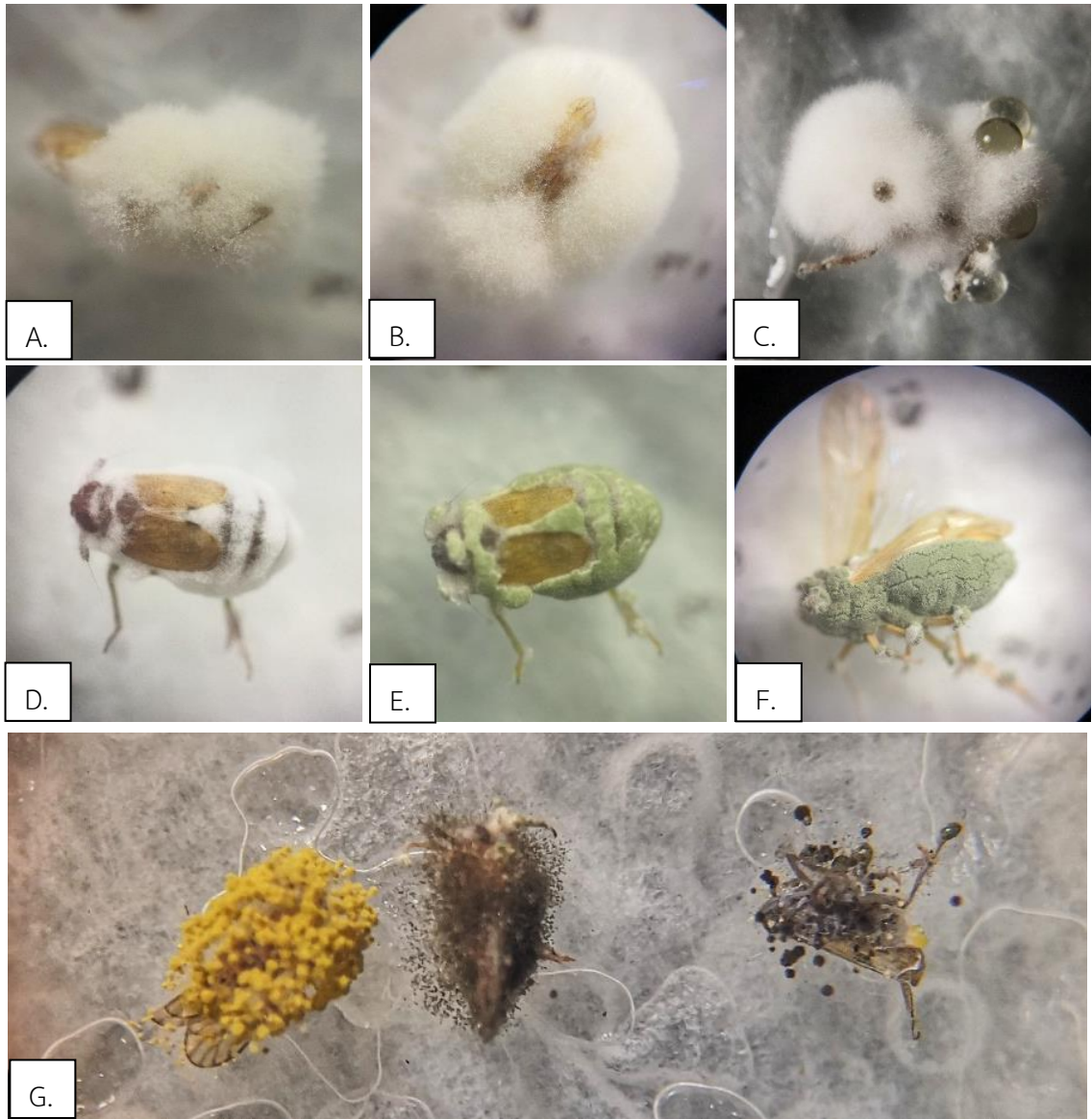
Treatment	เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ				
	บิวเวอเรีย	เมตาไรเซียม	ไตรโคเดอร์มา	เชื้อชนิดอื่น	ทั้งหมด
T๑	-	-	-	๓๑.๑	๓๑.๑
T๒	๑๗.๗๘	-	-	๓๓.๓๓	๕๑.๑๑
T๓	-	๑๘.๘๙	-	๓๖.๖๗	๕๕.๕๖
T๔	๒.๒๒	๑๑.๑๑	-	๒๘.๘๘	๔๒.๒๒
T๕	๕.๕๖	-	๔.๔๔	๒๖.๖๗	๓๖.๖๗
T๖	-	๖.๖๗	๗.๗๘	๓๐.๐	๔๔.๔๕
T๗	๓.๓๓	๑๑.๑๑	๕.๕๖	๑๕.๕๖	๓๕.๕๖

T๑=น้ำเปล่า T๒=เชื้อราบิวเวอเรีย T๓=เชื้อราเมตาไรเซียม T๔=เชื้อราบิวเวอเรียผสมเชื้อราเมตาไรเซียม

T๕=เชื้อราบิวเวอเรียผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา T๖=เชื้อราเมตาไรเซียมผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา

T๗=เชื้อราบิวเวอเรียผสมเชื้อราเมตาไรเซียมผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา

จากการทดลอง แมลงมีการตายจากเชื้อราเมตาไรเซียม เชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อสาเหตุอื่น โดยพบว่า มีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายด้วยเชื้อสาเหตุอื่น มากกว่าการตายด้วยเชื้อราเมตาไรเซียมและเชื้อราบิวเวอเรียในทุกกรรมวิธี โดยเรียงลำดับการตายดังนี้ การใช้เชื้อราเมตาไรเซียม (T๓) มีอัตราการตายเท่ากับ ๓๖.๖๗ เปอร์เซ็นต์ การใช้เชื้อราบิวเวอเรีย (T๒) มีอัตราการตายเท่ากับ ๓๓.๓๓ เปอร์เซ็นต์ การใช้น้ำเปล่า (T๑) มีอัตราการตายเท่ากับ ๓๑.๑ เปอร์เซ็นต์ การใช้เชื้อราเมตาไรเซียมผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา (T๖) มีอัตราการตายเท่ากับ ๓๐.๐ เปอร์เซ็นต์ การใช้เชื้อราบิวเวอเรียผสมเชื้อราเมตาไรเซียม (T๔) มีอัตราการตายเท่ากับ ๒๘.๘๘ เปอร์เซ็นต์ เชื้อราบิวเวอเรียผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา (T๕) มีอัตราการตายเท่ากับ ๒๖.๖๗ เปอร์เซ็นต์ และการใช้เชื้อราบิวเวอเรียผสมเชื้อราเมตาไรเซียมผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา (T๗) มีอัตราการตายเท่ากับ ๑๕.๕๖ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพชุดที่ ๒ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายจากเชื้อสาเหตุ

A, B, C = เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ถูกเชื้อราบิวเวอเรียทำลาย

D, E, F = เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ถูกเชื้อราเมตาไรเซียมทำลาย

G = เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ถูกเชื้อราชนิดอื่นทำลาย

ข้อวิจารณ์

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาโรเซียม ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยใช้เชื้อราบิวเวอเรียผสมกับเชื้อราเมตาโรเซียม แล้วฉีดพ่น พบว่าเชื้อราเมตาโรเซียมทำให้แมลงเกิดโรคได้สูงกว่าเชื้อราบิวเวอเรีย (๑๑.๑๑, ๒.๒๒ เปอร์เซ็นต์) สอดคล้องกับเพชรหทัย (๒๕๕๐) ที่พบว่า เชื้อราเมตาโรเซียมที่แยกได้จากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ทำให้เกิดโรคได้สูงสุด ๕๖.๒๕ เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เชื้อราบิวเวอเรีย ๓๗.๕๐ เปอร์เซ็นต์ อารยาและคณะ (๒๕๕๘) พบว่าเชื้อราเมตาโรเซียมสามารถทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดี โดยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายทั้งหมดภายใน ๖ วัน หลังจากได้รับเชื้อราเมตาโรเซียม และเสาวนิตย์และคณะ (๒๕๕๖) พบว่าเชื้อราบิวเวอเรีย ไอโซเลท B๒, BCC๓๑๕๗๘ และ B๔ มีประสิทธิภาพต่ำในการทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลติดเชื้อไม่เกิน ๒๕ เปอร์เซ็นต์

ในการทดลอง ที่พบว่าเชื้อราทั้ง ๒ ชนิด ทำให้เกิดการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมากกว่าการใช้น้ำเปล่าเพียงอย่างเดียว แต่แมลงที่ตายด้วยเชื้อราทั้ง ๒ ชนิดนั้น ยังน้อยกว่าแมลงที่ตายด้วยเชื้อสาเหตุอื่น ๆ ซึ่งอาจเป็นเพราะน้ำเปล่าที่นำมาใช้ในการทดลองนั้น เป็นน้ำที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อซึ่งอาจมีการปนเปื้อนของเชื้ออื่น ๆ มากับน้ำ ประกอบกับเชื้อที่ปะปนอยู่ในอากาศจึงอาจทำให้แมลงมีเชื้อราสาเหตุของโรคแมลงปะปนอยู่ เช่น เชื้อราแอสเพอจิลรัส

ในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราบิวเวอเรีย เชื้อราเมตาโรเซียมร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา ในการควบคุมศัตรูข้าว พบว่า การใช้เชื้อราบิวเวอเรีย และเชื้อราเมตาโรเซียมเพียงอย่างเดียว สามารถทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายได้มากกว่าการผสมเชื้อราแต่ละชนิดกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Krauss et al. (๒๐๐๔) ที่พบว่าการใช้เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* GTE-๑๕ อย่างเดียว ทำให้ตัวอ่อนแมลงหริ่งขาวมีอัตราการตายมากกว่าการใช้เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* GTE-๑๕ ผสมกับเชื้อรา *Trichoderma harzianum* และทดสอบการใช้เชื้อรา *Beauveria bassiana* ๙๒๐๕ อย่างเดียวทำให้มอดข้าวตายมากกว่า การใช้ *Beauveria bassiana* ๙๒๐๕ ผสมกับเชื้อรา *Trichoderma harzianum*

ต่างจาก Gouli et al. (๒๐๐๘) ที่พบว่าการใช้เชื้อราเมตาโรเซียมร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มามีอัตราการตายของเพลี้ยไฟมากกว่าการใช้เชื้อราเมตาโรเซียมอย่างเดียว ที่ความเข้มข้น 2.5×10^6 สปอร์/มล. แต่การใช้เชื้อผสมที่ความเข้มข้น 5×10^6 สปอร์/มิลลิลิตร จะทำให้เพลี้ยไฟตายน้อยกว่าการใช้เชื้อราเมตาโรเซียมเพียงอย่างเดียว

จากการทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อ ด้วยวิธี dual culture test และการทดสอบการใช้เชื้อราบิวเวอเรียและเมตาโรเซียม ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมศัตรูข้าว ในกรงทดสอบ พบว่าในการทดสอบทั้ง ๒ แบบ เชื้อราแต่ละชนิดยังสามารถทำหน้าที่ของตนเองได้ ในการทดสอบ ด้วยวิธี dual culture test เชื้อทั้ง ๓ ชนิดยังสามารถเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง สอดคล้องกับการทดสอบในกรงทดสอบ ที่เชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาโรเซียมยังสามารถควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ตามบทบาทหน้าที่ของเชื้อ แต่เนื่องจากการทดสอบในกรงทดสอบเป็นระบบเปิด จึงมีปัจจัยอื่นๆ ที่เข้ามาทำให้เกิดการแปรปรวนของผลการทดลอง เช่น การมีเชื้อราชนิดอื่นเกิดขึ้นบนตัวเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล หรือเกิดมีเชื้อราไตรโคเดอร์มาขึ้นปกคลุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้เช่นเดียวกัน

บทที่ ๕

สรุปและข้อเสนอแนะ

การทดสอบการใช้เชื้อราบิวเวอเรียและเชื้อราเมตาโรเซียม ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมศัตรูข้าว พบว่าประสิทธิภาพของเชื้อราบิวเวอเรีย เชื้อราเมตาโรเซียมและเชื้อราบิวเวอเรียผสมเชื้อราเมตาโรเซียม สามารถทำให้เกิดโรคกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลไม่แตกต่างกัน คือ ๑๗.๗๘, ๑๘.๘๙ และ ๑๓.๓๓ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในส่วนของการใช้เชื้อราบิวเวอเรียผสมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา เชื้อราเมตาโรเซียมผสมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา หรือใช้เชื้อทั้ง ๓ ชนิดร่วมกัน ฉีดพ่นเพื่อกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล พบว่ามีประสิทธิภาพในการทำให้เกิดโรคกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลไม่แตกต่างกัน คือ ๕.๕๖, ๖.๖๗ และ ๑๔.๔๔ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า การใช้เชื้อราเมตาโรเซียมเพียงอย่างเดียวมีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวมากที่สุด รองลงมาคือการใช้เชื้อราบิวเวอเรีย ส่วนการใช้เชื้อราทั้ง ๓ ชนิดร่วมกันทำให้เกิดโรคกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลน้อยที่สุด ดังนั้น การใช้เชื้อราแบบเดี่ยว ๆ จึงน่าจะเป็นทางเลือกที่ดีในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล รวมทั้งการผสมเชื้อราทั้ง ๓ ชนิดร่วมกัน เพื่อใช้ในการควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อราที่อาจเกิดขึ้นพร้อมกันกับการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่ทำให้เกษตรกรลดต้นทุนในการใช้แรงงานและประหยัดเวลาในการฉีดพ่น

ข้อเสนอแนะ

๑. ควรมีการควบคุมปัจจัยที่จะทำให้เกิดความแปรปรวนในการทดลองมากยิ่งขึ้น เช่น สถานที่ในการทดลองควรเป็นพื้นที่ปิด น้ำที่ใช้ผสมในการฉีดพ่น
๒. ควรมีกรรมวิธีที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มาอย่างเดียว เพราะพบว่ามีเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ขึ้นบนตัวเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในกรรมวิธีที่ผสมเชื้อราโรคมะลงกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา
๓. ควรมีการศึกษาผลการใช้เชื้อราทั้ง ๓ ชนิดในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและโรคที่เกิดจากเชื้อราในนาข้าวต่อไป

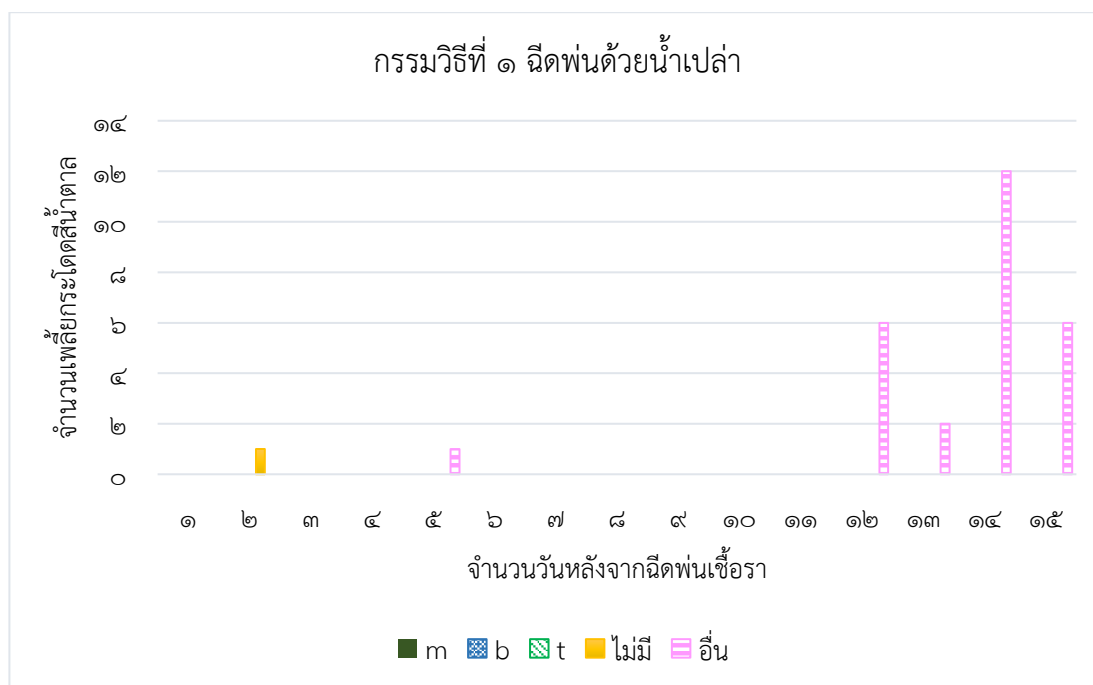
เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. ๒๕๕๗. คู่มือสำรวจแมลง - สัตว์ศัตรูข้าวและการป้องกันกำจัด. นนทบุรี. ห้างหุ้นส่วนจำกัด สันสวย. กรุงเทพฯ.
- เกษตรอินทรีย์-ผสมผสาน. มปป. เชื้อราเมธาไรเซียม ป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช อาทิ เช่น ปลวก ดั้ว หนวดยายาว ดั้วมะพร้าว ฯลฯ. แหล่งที่มา : <http://www.satoru.com/paper/๒๒๙๐>. ๒๓ กรกฎาคม ๒๕๖๑.
- เพชรหทัย ปฏิกูพานุสร และอัจฉราพร ณ ลำปาง เนินพลับ. ๒๕๕๐. “ประสิทธิภาพของเชื้อราทำลายแมลงต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียว”. น. ๑๔๔ - ๑๕๔ การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี ๒๕๕๐. กรมการข้าว สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. กรุงเทพฯ
- วาสนา ฉัตรดำรง. ๒๕๔๔. ราวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- วินันต์ดา หิมะมาน จันจิรา อายุระวงศ์ กิตติมา ดั้วแค และกฤษณา พงษ์พานิช. ๒๕๕๒. ราทำลายแมลงและแมงมุมในกลุ่มป่าแก่งกระจาน. กลุ่มงานกีฏวิทยาและจุลชีววิทยาป่าไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- สุดาภรณ์ ใจชื่น. ๒๕๔๔. การควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens*, Stal^๑) ในข้าวโดยชีววิธีด้วย *Metarhizium* spp.. วิทยานิพนธ์. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม.
- เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ อิศเรศ เทียนทัด และวีไลวรรณ เวชยันต์. ๒๕๕๖. “การคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราบิวเวอเรีย *Beauveria bassiana* (Balsamo) เพื่อใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืช”. น. ๖๘๗-๖๙๒. รายงานผลงานวิจัยประจำปี ๒๕๕๖. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ศูนย์บริหารศัตรูพืช จังหวัดชลบุรี. ๒๕๕๒. คู่มือการผลิตขยายศัตรูธรรมชาติของศูนย์บริหารศัตรูพืช จังหวัดชลบุรี. อัดสำเนา.
- ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีแห่งชาติ. มปป. การใช้เชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* ควบคุมตั๊กแตนหนวดยาวเจาะลำต้นอ้อย *Dorysthenes buqueti* Guerin. แหล่งที่มา : <http://www.thaibiocontrol.org/ewtadmin/ewt/thaibiocontrol/main.php?filename=Metarhizium>. ๒๓ กรกฎาคม ๒๕๖๑.
- อารยา บุญศักดิ์, วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ, ไสว บูรณพานิชพันธุ์ และจิราพร กุลสาริน. ๒๕๕๘. การคัดเลือกเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin ที่มีศักยภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว. วารสารเกษตร. ปีที่ ๓๑, ฉบับที่ ๓, กันยายน - ธันวาคม.
- เอกรัฐ ปั่นกำจร, สมเกียรติ ปั่นแดง และ กฤษณา บุญศิริ. ๒๕๕๕. ความเข้มข้นของเชื้อราบิวเวอเรียในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในกล้าข้าวพันธุ์ปทุมธานี ๑. ว. วิทย. กษ. ๔๓(๒): ๒๗๓-๒๗๖ น.

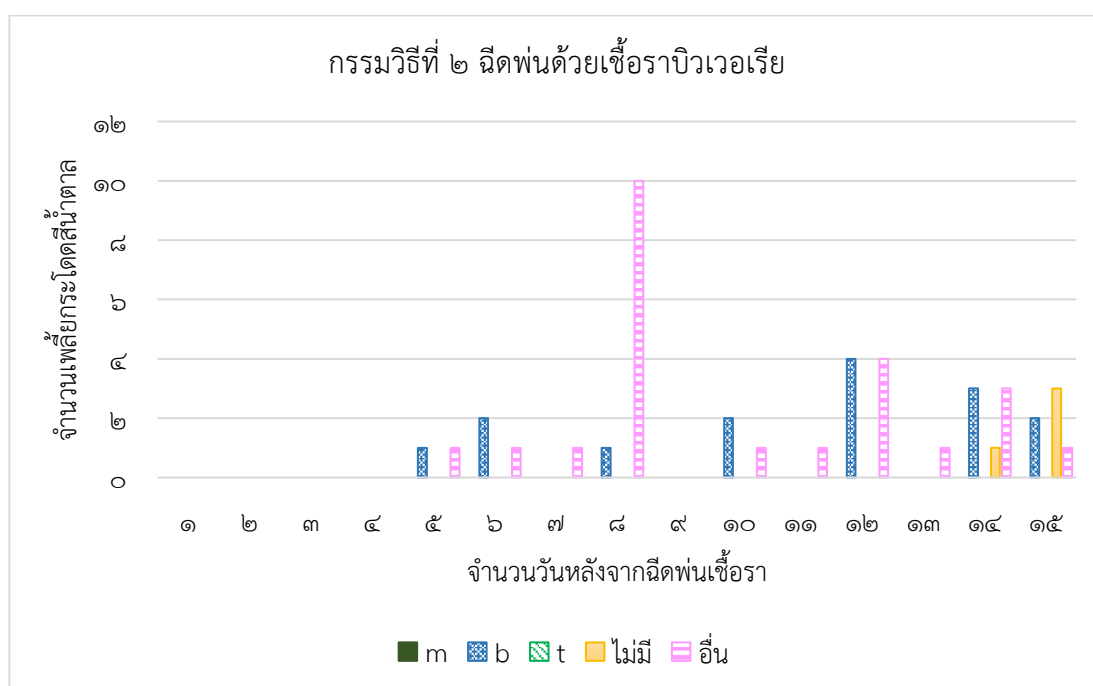
- Gouli, S, V. Gouli, M. Skinner, B. Parker, J. Marcelino and M. Shternshis, ๒๐๐๘. “Mortality of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, under influence of single and mixed fungal inoculations”. Journal of Agricultural Technology. Vol.๔(๒), ๓๗-๔๗.
- Kershaw, M.J., E.R. Moorhouse, R. Bateman, S.E. Reynolds and A.K. Charnley. ๑๙๙๙. “The role of destruxins in pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* for three species of insect”. Journal of Invertebrate Pathology. Vol.๗๔, ๒๑๓ - ๒๒๓.
- Krauss, U., E. Hidalgo, C. Arroyo and S. R. Piper, ๒๐๐๔. “Interaction Between the Entomopathogens *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces fumosoroseus* and the Mycoparasites *Clonostachys* spp., *Trichoderma harzianum* and *Lecanicilium lecanii*”. Biocontrol Science and Technology. Vol.๑๔, ๓๓๑-๓๔๖.
- T.M. Butt, C.W. Jackson and N. Magar. ๒๐๐๑. Fungi as biocontrol agents : progress problems and potential. CABI Publishing.
- Wasilla, A. ๒๐๐๑. Microbial Insecticide: *Beauveria bassiana*. Available Source: <http://www.ipmofalaska.homestead.com/files/beauveria.html>, ๒๕ มีนาคม ๒๕๖๑.

ภาคผนวก

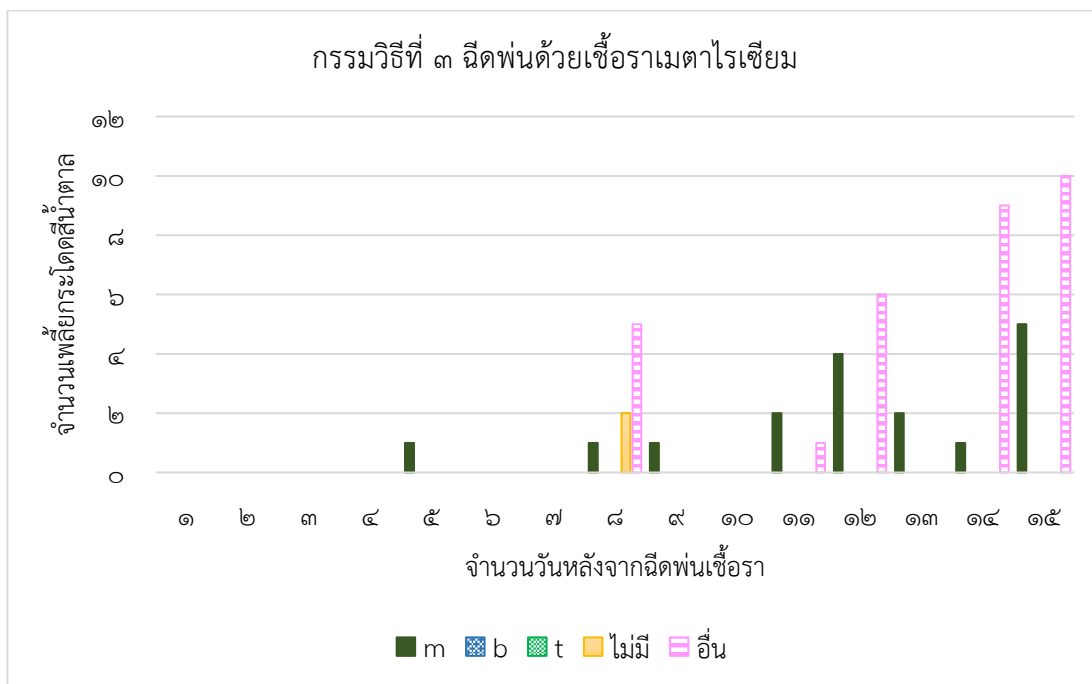
ภาคผนวก ก. กราฟแสดงจำนวนการตายของเพลิงกระโดดสีน้ำตาลในแต่ละวัน



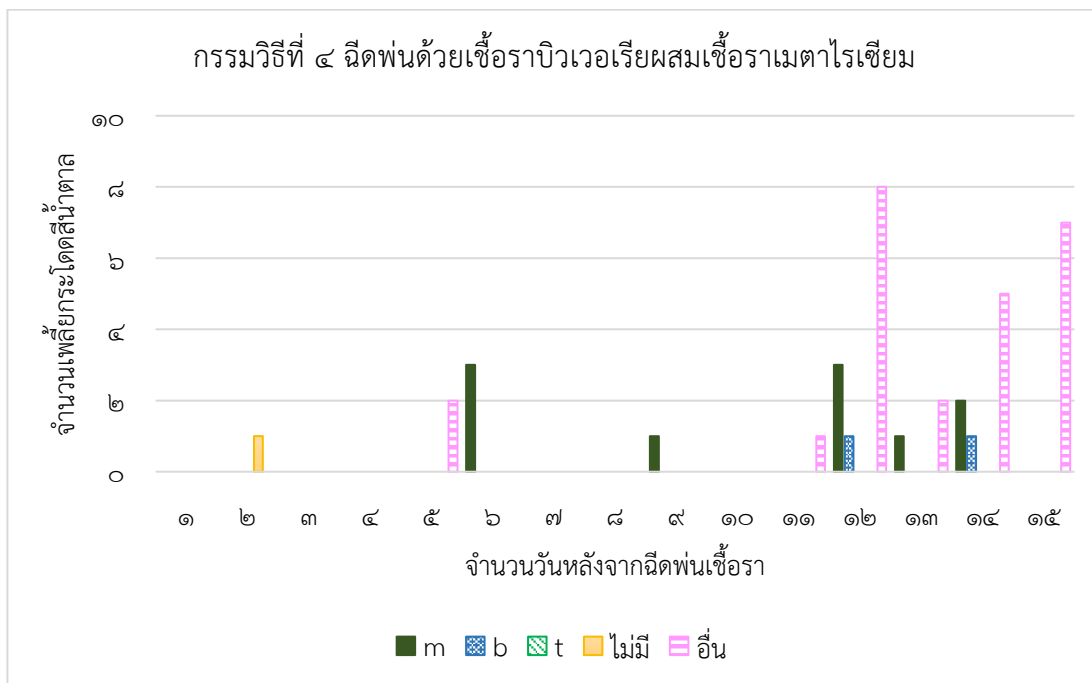
กราฟแสดงจำนวนการตายของเพลิงกระโดดสีน้ำตาลในแต่ละวันฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า



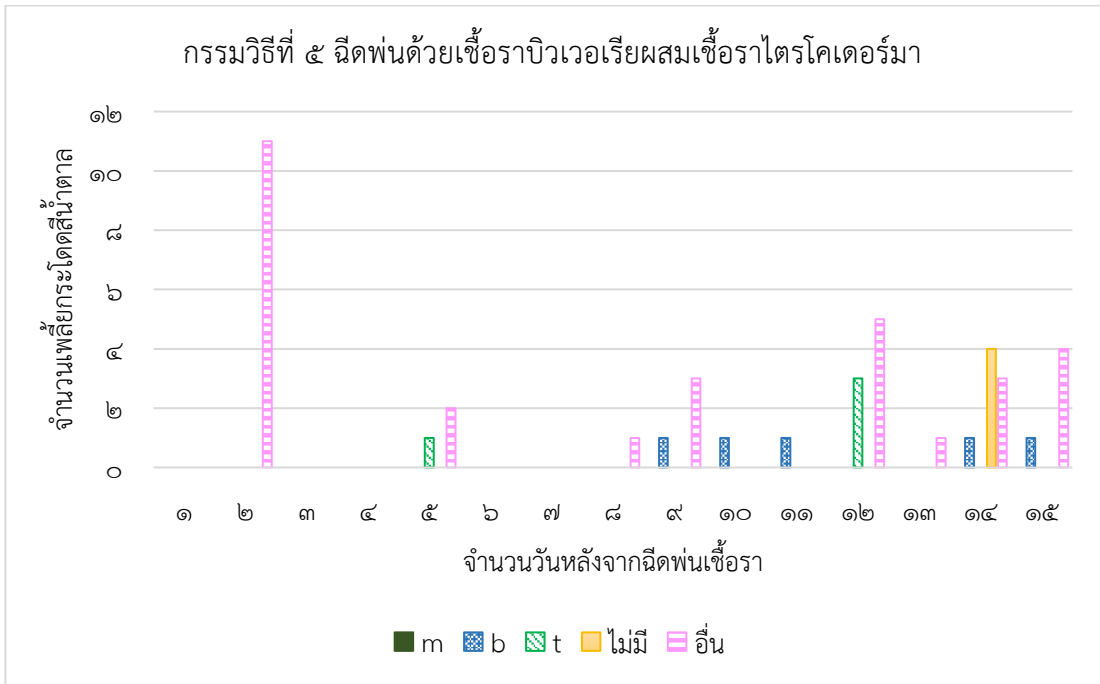
กราฟแสดงจำนวนการตายของเพลิงกระโดดสีน้ำตาลในแต่ละวันฉีดพ่นด้วยเชื้อราบิวเวอเรีย



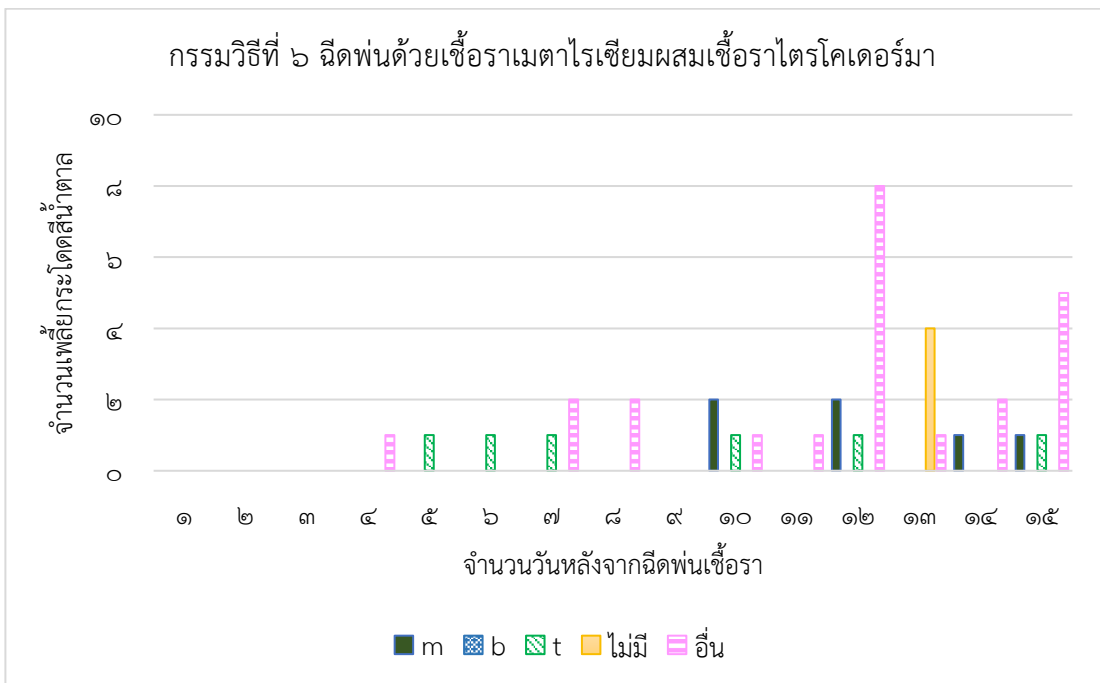
กราฟแสดงจำนวนการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแต่ละวันฉีดพ่นด้วยเชื้อราเมตาไรเซียม



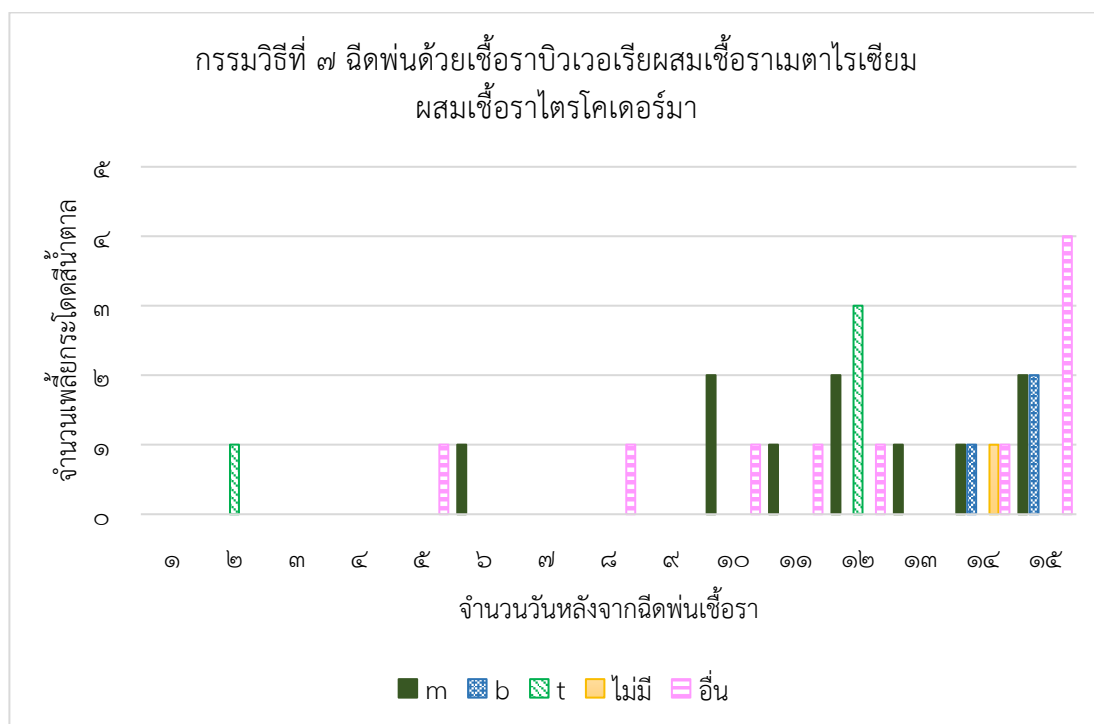
กราฟแสดงจำนวนการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแต่ละวันฉีดพ่นด้วยเชื้อราบิวเวอเรียผสมเชื้อราเมตาไรเซียม



กราฟแสดงจำนวนการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแต่ละวันฉีดพ่นด้วยเชื้อราบิวเวอเรียผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา



กราฟแสดงจำนวนการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแต่ละวันฉีดพ่นด้วยเชื้อราเมตาโรเซียมผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา



กราฟแสดงจำนวนการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแต่ละวันฉีดพ่นด้วยเชื้อราบิวเวอเรียผสมเชื้อราเมตาไรเซียมผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา