การใช้เชื้อราสองชนิดในสกุล *Paecilomyces* เพื่อควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens*) ในสภาพนาข้าว

นางสาว ขจาริน ศิริหงษ์สุวรรณ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-346-558-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APPLICATION OF TWO FUNGUS SPECIES IN THE GENUS *Paecilomyces* TO CONTROL RICE BROWN PLANTHOPPER *Nilaparvata lugens* UNDER PADDY FIELD CONDITION

Miss Khajarin Sirihongsuwan

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Botany

Department of Botany
Faculty of Science
Chulalongkorn University

Academic Year 2000
ISBN 974-346-558-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้เชื้อราสองชนิดในสกุล *Paecilomyces* เพื่อควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens*) ในสภาพนาข้าว
โดย	นางสาว ขจาริน ศิริหงษ์สุวรรณ
ภาควิชา	พฤกษศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. อรุณี จันทรสนิท
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ สมศักดิ์ ทองดีแท้

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย โพธิ์พิจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุมิตรา คงชื่นสิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. อรุณี จันทรสนิท)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ สมศักดิ์ ทองดีแท้)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ปิยะศักดิ์ ชอุ่มพฤกษ์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขจาริน ศิริหงษ์สุวรรณ : การใช้เชื้อราสองชนิดในสกุล *Paecilomyces* เพื่อควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens*) ในสภาพนาข้าว. (APPLICATION OF TWO FUNGUS SPECIES IN THE GENUS *Paecilomyces* TO CONTROL RICE BROWN PLANTHOPPER *Nilaparvata lugens* UNDER PADDY FIELD CONDITION) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. อรุณี จันทรสนิท, อ. ที่ปรึกษาร่วม : อ. สมศักดิ์ ทองดีแท้, 78 หน้า. ISBN 974-346-558-8.

การใช้เชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* และ *Paecilomyces fumosoroseus* ในการควบคุม เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลศัตรูข้าวพบว่า เชื้อราทั้งสองชนิดทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายมากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทำการทดลองในห้องปฏิบัติการและในเรือนกระจก แต่เมื่อทำการทดสอบในนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ กข 7 โดยปล่อยแมลงในมุ้งครอบซึ่งวางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มเพื่อเปรียบเทียบระหว่างการ ฉีดพ่นเชื้อราแต่ละชนิด การใช้สารฆ่าแมลง Isoprocarb และชุดควบคุม ปรากฏว่าเฉพาะการใช้สารฆ่าแมลงสามารถควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดี และทำให้ได้ผลผลิตข้าวสูงกว่าอย่างอื่น ส่วนการใช้เชื้อรา *Paecilomyces* ทั้งสองชนิดไม่มีผลในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลหรือเพิ่มผลผลิตข้าวแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา พฤกษศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต
สาขาวิชา พฤกษศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2543 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4172231723 : MAJOR BOTANY

KEY WORD: BROWN PLANTHOPPER / *Paecilomyces fumosoroseus* / *Paecilomyces lilacinus* /
ENTOMOPATHOGENIC FUNGI / BIOLOGICAL CONTROL

KHAJARIN SIRIHONGSUWAN : APPLICATION OF TWO FUNGUS SPECIES IN THE GENUS *Paecilomyces* TO CONTROL RICE BROWN PLANTHOPPER *Nilaparvata lugens* UNDER PADDY FIELD CONDITION.

THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. ARUNI CHANTARASNIT, Ph.D.,

THESIS CO-ADVISOR : SOMSAK THONGDEETHAE, 78 pp. ISBN 974-346-558-8.

The entomopathogenic fungi, *Paecilomyces lilacinus* and *Paecilomyces fumosoroseus*, were evaluated for biological control for rice brown planthopper. The results showed that both of them could control brown planthopper with significance in insect mortality as compared to the control in the laboratory and greenhouse. The field trial using the RD7 rice variety in plots containing insect rearing cages was conducted in Randomized Complete Block Design to compare the efficiency among two species of *Paecilomyces*, the insecticide Isoprocarb (MIPC) 50% WP, and the controlled treatment. The result revealed that only Isoprocarb could control brown planthopper and gave highest yield. No significant differences in insect control and rice yield among the rest of the treatments were obtained.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Botany
Field of study Botany
Academic year 2000

Student's signature……...
Advisor's signature ……..
Co-advisor's signature ……

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีโดยการอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงยิ่ง แด่รองศาสตราจารย์ ดร.อรุณี จันทรสนิท อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ความช่วยเหลือในทุกด้านและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้กำลังใจที่มีคุณค่าจนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สมศักดิ์ ทองดีแท้ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาในด้านงานทดลองในนาข้าว รวมทั้งตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สุมิตรา คงชื่นสิน ประธานกรรมการ อาจารย์ ดร. ปิยะศักดิ์ ชอุ่มพฤกษ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองด้านเอนไซม์ chitinase พร้อมทั้งให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณคุณสาธิต ทยาพัชร นักวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดลองในนาข้าวและเอื้ออำนวยความสะดวกในทุกด้าน รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณ ดร. อภิชาติ ลาวัณย์ประเสริฐ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือสำหรับงานทดลองในนาข้าว ขอกราบพระคุณศาสตราจารย์ ดร. สืบศักดิ์ สนธิรัตน ที่ให้ความอนุเคราะห์เชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* สำหรับใช้ศึกษาในวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อบฉันท์ ไทยทอง และอาจารย์ ดร. ชุมพล คุณวาสี ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และให้คำแนะนำในการถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ กราบขอบพระคุณ อาจารย์เสาวนีย์ พิสิฐฐพันธ์ และคุณพุทธนา รุ่งระวี แห่งกองแผนงาน กรมวิชาการเกษตร ที่ได้ช่วยเหลือให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ขอขอบพระคุณสถานีทดลองข้าวบางเขน ที่ได้อนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าว กข 7 สำหรับใช้ในงานทดลองในโรงเรือน

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาพฤกษศาสตร์ ที่ได้อำนวยความสะดวกจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จ

ขอขอบคุณเพื่อน พี่และน้อง ภาควิชาพฤกษศาสตร์ ที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือสนับสนุนด้วยดีตลอดมา

ท้ายสุด ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่ได้สนับสนุนช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมาทำให้งานวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญตาราง.....ซ
สารบัญตารางผนวก.....ฌ
สารบัญภาพ.....ฎ
บทที่
1. บทนำ.....1
2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....17
3. ผลการทดลอง.....26
4. วิจารณ์ผลการทดลอง.....40
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....51
รายการอ้างอิง.....54
ภาคผนวก.....64
ประวัติผู้เขียน.....78

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	เปรียบเทียบจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตาย โดยเฉลี่ยในการทดสอบความสามารถของเชื้อราในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ	29
2	เปรียบเทียบจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตาย โดยเฉลี่ยในการทดสอบความสามารถของเชื้อราในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง	31
3	เปรียบเทียบจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในการนับครั้งที่ 1 หลังจากฉีดพ่นเชื้อราและสารฆ่าแมลง Isoprocarb 10 วัน ในการทดสอบในนาข้าว	33
4	เปรียบเทียบจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในการนับครั้งที่ 2 หลังจากฉีดพ่นเชื้อราและสารฆ่าแมลง Isoprocarb 25 วัน ในการทดสอบในนาข้าว	34
5	จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา และสารฆ่าแมลง Isoprocarb ครั้งที่ 2 ได้ 10 วัน ในการทดสอบในนาข้าว	34
6	จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่รอดเฉลี่ย ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวในการทดสอบในนาข้าว	36
7	น้ำหนักเฉลี่ยของเมล็ดข้าว (กรัม) จากต้นข้าว 5 กอ ใน 1 มุ้ง	36
8	จำนวนเมล็ดดี เมล็ดเสีย จากข้าว 100 กรัม และน้ำหนักเมล็ดดี เมล็ดเสียของข้าว 50 เมล็ดจากชุดการทดลอง	37

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตารางผนวก

ตาราง		หน้า
1	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน.....67 เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 6 วันในการทดสอบความสามารถการควบคุม เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ	
2	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน.....67 เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 8 วันในการทดสอบความสามารถการควบคุม เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ	
3	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน.....68 เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 10 วันในการทดสอบความสามารถการควบคุม เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ	
4	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน.....68 เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 14 วันในการทดสอบความสามารถการควบคุม เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ	
5	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน.....69 เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายสะสมเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา ในการทดสอบความสามารถการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในสภาพหลอดทดสอบ	
6	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน.....69 เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายโดยเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 2 วันในการทดสอบความสามารถในการควบคุม เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง	
7	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน.....70 เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายโดยเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 4 วันในการทดสอบความสามารถในการควบคุม เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง	

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตาราง		หน้า
8	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายโดยเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 6 วันในการทดสอบความสามารถในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง	70
9	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายโดยเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 8 วันในการทดสอบความสามารถในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง	71
10	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายโดยเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 10 วันในการทดสอบความสามารถในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง	71
11	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายโดยเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 12 วันในการทดสอบความสามารถในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง	72
12	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายโดยเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 14 วันในการทดสอบความสามารถในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง	72
13	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายสะสมเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อราในการทดสอบความสามารถในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง	73
14	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในการนับครั้งที่ 1 หลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 10 วันในการทดสอบในนาข้าว	73
15	ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในการนับครั้งที่ 2 ในการทดสอบในนาข้าว	74

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตาราง หน้า

16 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน.....74
เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่แปลงข้อมูลแล้ว (transformation)
หลังการฉีดพ่นเชื้อรา ครั้งที่ 2 ได้ 10 วัน ในการทดสอบในนาข้าว

17 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน.....75
เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่รอดเฉลี่ย ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว
ในการทดสอบในนาข้าว

18 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักเฉลี่ย.....75
ของเมล็ดข้าว (กรัม) จากต้นข้าว 5 กอใน 1 มุ้ง

19 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดดี.....76
ของเมล็ดข้าว 100 กรัม จากชุดการทดลอง

20 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดเสีย.....76
ของเมล็ดข้าว 100 กรัม จากชุดการทดลอง

21 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดดี.....77
ของเมล็ดข้าว 50 เมล็ด จากชุดการทดลอง

22 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดเสีย.....77
ของเมล็ดข้าว 50 เมล็ด จากชุดการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ		หน้า
1	ตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล	4
2	เชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus*	13
3	เชื้อรา *Paecilomyces lilacinus*	14
4	การทดสอบความสามารถของเชื้อราในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ	20
5	การทดสอบความสามารถของเชื้อราในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในระดับขยายขนาดหน่วยทดลอง	21
6	แปลงนาข้าวหลังปักดำที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี	22
7	แปลงนาข้าวที่มีมุ้งครอบ ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี	23
8	เปรียบเทียบลักษณะด้านหน้าโคโลนีของเชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และ *Paecilomyces lilacinus*	26
9	เปรียบเทียบลักษณะด้านหลังโคโลนีของเชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และ *Paecilomyces lilacinus*	27
10	ลักษณะ phialide และสปอร์ของเชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus*	27
11	ลักษณะ phialide และสปอร์ของเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus*	28
12	ลักษณะ *P. fumosoroseus* และ *P. lilacinus* ที่ขึ้นบนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล	30
13	ต้นข้าวที่ใช้เลี้ยงแมลงในการทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรคของเชื้อราในสภาพขยายขนาดหน่วยทดลอง	32
14	เปรียบเทียบสภาพต้นข้าวในมุ้งที่เกิดอาการ hopperburn ก่อนการเก็บเกี่ยวในแต่ละชุดการทดลอง	35
15	เปรียบเทียบลักษณะเมล็ดข้าวที่เก็บเกี่ยวจากแปลงนาข้าวของชุดการทดลองแต่ละชุด	38

บทที่ 1
บทนำ

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal.) เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของข้าวในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย สร้างความเสียหายให้กับนาข้าวทุกระยะการเจริญเติบโตทั้งนาปีและนาปรัง การเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลก่อให้เกิดความ เสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อม คือ นอกจากจะดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณโคนต้นข้าวทำให้ข้าวแห้งตายเป็นบริเวณกว้าง ทำให้ผลผลิตลดลงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ยังเป็นพาหะนำโรคไวรัสมาสู่ ต้นข้าวทำให้เป็นโรคหงิก (rice ragged stunt) ในปี 2541 เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้แพร่ระบาดทำลายข้าวเพิ่มขึ้นทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งแต่เดิมแมลงชนิดนี้จะระบาดมากเป็นครั้งคราวในนาภาคกลาง การทำนาปรังทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอยู่ได้ตลอดปี แม้ว่าการใช้ข้าวพันธุ์ต้านทานจะสามารถลดการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลยังสามารถพัฒนาให้เข้าทำลายข้าวเหล่านั้นได้ นอกจากนี้ยังมีปัญหามลพิษที่เกิดจากสารพิษตกค้างจากการใช้สารเคมีกำจัดแมลงในอัตราที่มากเกินจำเป็น เชื้อราเป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งที่สามารถเข้าทำลายและก่อให้เกิดโรคระบาดในเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เนื่องจากสภาพการปลูกข้าวเอื้ออำนวยต่อการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จึงทำให้เชื้อราเป็นจุดสนใจในการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อควบคุมปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และจากรายงานวิทยานิพนธ์ของ นฤมล ศุภวนานุสรณ์ (2539) สามารถแยกเชื้อราจำนวน 15 สกุลจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เป็นโรค เมื่อทดสอบความสามารถของเชื้อราในการก่อให้เกิดโรคต่อแมลงในระดับห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน พบว่ามีเชื้อราบางชนิดที่ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีอัตราการตายสูงสุด คือ *Paecilomyces fumosoroseus* โดยใช้ในรูปสปอร์แขวนลอยในอัตราความเข้มข้น 2.78 x 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร งานวิจัยในครั้งนี้จึงศึกษาต่อเนื่องในการใช้เชื้อราชนิดนี้รวมทั้งการใช้เชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* โดยได้รับความอนุเคราะห์จากศาสตราจารย์ ดร. สืบศักดิ์ สนธิรัตน ซึ่งเป็นเชื้อราที่มีรายงานในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Rombach และคณะ, 1986a) และไส้เดือนฝอยโดยชีววิธี (สืบศักดิ์, 2539) มาประกอบในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพนาข้าวจริงเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่กำลังระบาดในปัจจุบันนี้ให้กับเกษตรกร ซึ่งจะช่วยลดอัตราการใช้สารเคมีในการควบคุมแมลงศัตรูในนาข้าวได้

วัตถุประสงค์ในการทดลอง

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยใช้เชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และ *Paecilomyces lilacinus* ในสภาพนาข้าวซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการควบคุมเพลี้ยกระโดดลีน้ำตาลโดยชีววิธี

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการใช้เชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และ *Paecilomyces lilacinus* ในการควบคุมปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลแบบชีววิธีในนาข้าว ซึ่งเป็นการลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในนาข้าว และเพิ่มทางเลือกใหม่ในการลดปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอีกทางหนึ่ง นอกจากนี้สิ่งสำคัญคือ ลดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

สถานที่ทำการทดลอง

1. ห้องปฏิบัติการราวิทยาและเรือนต้นไม้ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. โรงเรือนเลี้ยงแมลงและแปลงนาทดลอง ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตรวจเอกสาร

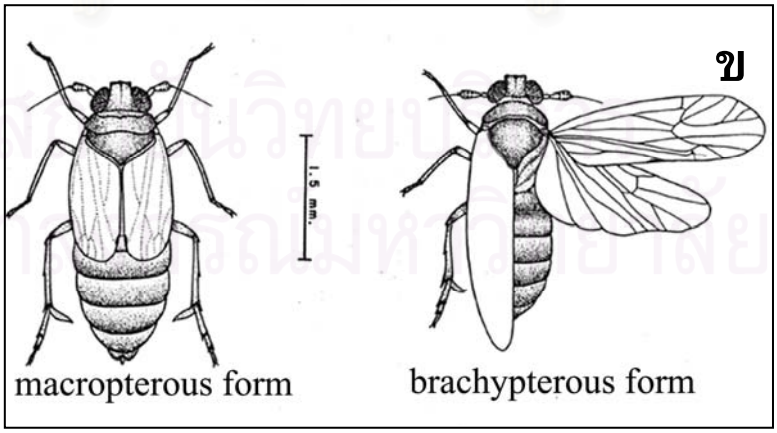
เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal.) จัดอยู่ในวงศ์ Delphacidae และอยู่ในอันดับ Homoptera ตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีขนาดยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร กว้าง 1 มิลลิเมตร มีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลเทา หนวดอยู่ด้านข้างของหัว และตั้งอยู่ใต้ตา ขาหลังมีหนาม 2-3 อัน และมีหนามที่เคลื่อนไหวได้ (movable spur) ที่ปลายขา (วีรวุฒิ กตัญญูกุล, 2526) ตัวเต็มวัยอาจมีรูปร่าง 2 แบบ คือ แบบปีกยาวและแบบปีกสั้น (รูปที่ 1) ตัวเต็มวัยชนิดปีกยาว (macropterous form) จะปรับตัวสำหรับการอพยพและ ตอนประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีมากและช่วงขาดแคลนอาหาร ตัวเต็มวัยชนิดปีกสั้น (brachypterous form) ส่วนมากจะพัฒนาที่อุณหภูมิต่ำ (Pathak และ Khan, 1994) และเมื่อประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีความหนาแน่นเหมาะสม (Kisimoto, 1977)

วงชีวิตของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ตัวเมียจะกัดฉีกเส้นกลางใบของแผ่นใบหรือกาบใบเพื่อวางไข่ในเนื้อเยื่อ parenchyma (Pathak และ Khan, 1994) ไข่จะวางเป็นกลุ่มเรียงกันเป็นแถว ในลักษณะเป็นแนวตั้งฉากกับกาบใบ การวางไข่ทำให้กาบใบเป็นรอยช้ำสีน้ำตาล มองเห็นได้ชัด (วีรวุฒิ กตัญญูกุล, 2526) ไข่เป็นรูปทรงกระบอก เมื่อวางไข่ใหม่ๆ ไข่จะมีสีขาวหรือโปร่งใส ต่อมาจะมีจุด 2 จุดบนไข่มีสีเข้มขึ้น จำนวนไข่ต่อกลุ่มประมาณ 2-24 ฟอง ตัวเมีย ปีกสั้นจะวางไข่ได้ประมาณ 280 ฟอง ส่วนตัวเมียปีกยาววางไข่ได้ประมาณ 240 ฟอง ระยะไข่ใช้เวลา 7 วัน และจะฟักเป็นตัวอ่อน และผ่านการลอกคราบ 5 ครั้ง ใช้เวลาประมาณ 12-16 วัน จึงกลายเป็นตัวเต็มวัย ระยะเวลาจากไข่ถึงตัวเต็มวัยใช้เวลาประมาณ 19-23 วัน ตัวเต็มวัยตัวผู้มีอายุประมาณ 15-29 วัน ส่วนตัวเต็มวัยตัวเมียมีอายุประมาณ 17-39 วัน วงชีวิตทั้งหมดจากไข่ถึงตัวเต็มวัยตัวผู้ตายใช้ระยะเวลา 34-48 วัน ส่วนตัวเมียตลอดวงชีวิตมีระยะเวลาประมาณ 38-61 วัน (ไสว บูรณพานิช พันธุ์, 2524) การเพิ่มปริมาณของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวจะมีปริมาณสูงสุดในชั่วอายุ (generation) ที่ 2-3 ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสมปริมาณจะเพิ่มขึ้นตามอายุข้าวจากระยะกล้าถึงระยะออกรวง ระยะข้าวตั้งท้องและออกรวงมักเป็นระยะที่พบประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงสุดและอาการใบไหม้มักจะพบในระยะนี้ (วีรวุฒิ กตัญญูกุล, 2526)

ลักษณะการทำลาย

ตัวแก่และตัวอ่อนดูดกินน้ำเลี้ยงที่โคนกอต้นข้าวเหนือระดับน้ำเล็กน้อย (วีรวุฒิ กตัญญูกุล, 2526) ซึ่งการดูดน้ำเลี้ยงนี้ทำให้มีผลต่อการอุดตันที่ท่อ xylem และ phloem ด้วย การวางไข่ในปริมาณมาก ๆ จะทำให้กาบใบช้ำมีแผล การวางไข่ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ ต้นพืชเกิดบาดแผลทำให้ง่ายต่อการติดเชื้อราและแบคทีเรีย (Pathak และ Khan, 1994) และ น้ำลายของเพลี้ย

กระโดดสีน้ำตาลยังเป็นพิษทำให้ใบข้าวเกิดเป็นจุดสนิมและเป็นเส้นสีสนิม ทำให้เนื้อเยื่อพืชตาย (Grist และ Lever, 1969) และการปล่อยของเสียจากตัวเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลทำให้เกิดเป็น honey dew ค้างบนใบข้าว เป็นสาเหตุให้พวกราดำ (sooty mold) เจริญบนต้นข้าว (Okada, 1977) การดูดน้ำเลี้ยงต้นข้าวของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลขณะระบาด ทำให้ข้าวแสดงอาการใบเหลืองแห้ง มีลักษณะคล้ายถูกน้ำร้อนลวก ซึ่งอาการนี้เรียกว่า “hopper burn” ทำให้ข้าวแห้งตายทั้งกอ (วีรวุฒิ กตัญญูกุล, 2526) ผลผลิตจะเสียหายไปตามระยะการเจริญของพืชที่ถูกทำลาย หากพืชตายก่อนระยะออกดอก จะทำให้ไม่มีผลผลิตเลย (Kisimoto, 1977)



รูปที่ 1 ตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ก. ตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนต้นข้าว ข. ตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิดปีกสั้นและปีกยาว
(วาดจากงานของไสว บูรณพานิชพันธุ์, 2524)

นอกจากนี้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลยังเป็นพาหะของโรคข้าว คือ “โรคใบหงิก หรือ โรคจู๋” (rice ragged stunt) ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส (วีรวุฒิ กตัญญูกุล, 2526) ข้าวจะแสดงอาการแคระแกรน ต่อมาจะเห็นใบมีสีเขียวเข้ม ปลายใบบิดเป็นเกลียว ใบใหม่จะแตกช้ากว่าปกติ ใบธงสั้น ขอบใบขาดเป็นริ้ว ใบหงิกและบิดม้วน ผิวใบด้านนอกจะพบเส้นใบบวมโป่งเป็นแถบยาว เส้นใบที่นูนขึ้นจะมีสีขาวในตอนแรกและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือน้ำตาลเข้มทั้งที่ใบและกาบใบ ข้าวที่เป็นโรคจู๋ไม่รุนแรงจะออกรวงช้าและให้รวงไม่สมบูรณ์ มีเมล็ดลีบเป็นส่วนใหญ่ บางครั้งข้าวจะไม่ออกรวงหรือรวงไม่พ้นใบธง เชื้อไวรัสมีความสัมพันธ์กับแมลงในลักษณะ persistent มีช่วงระยะเวลารับเชื้อ (acquisition feeding period) นาน 1 ชั่วโมงขึ้นไป ช่วงระยะเวลาการพักตัวของเชื้อในแมลง (latent period) เฉลี่ยนาน 9 วัน ช่วงระยะเวลาการถ่ายทอดเชื้อ (inoculation feeding period) นาน 1 ชั่วโมง แมลงที่ได้รับเชื้อประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของแมลงสามารถถ่ายทอดโรคได้ แมลงที่ได้รับเชื้อเพียง 1 ตัวสามารถทำให้พืชแสดงอาการโรคได้ (ดาราและคณะ, 2533)

การแพร่กระจายและการระบาด

ระบาดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ญี่ปุ่น เกาหลี อินเดีย จีน ไต้หวัน (Okada, 1977; Grist และ Lever, 1969) แมลงจะอพยพจากทะเลจีนใต้จากตอนล่างของประเทศจีนทุกต้น ฤดูกาลเพาะปลูกและเพิ่มขึ้นหลังจากเริ่มลงทำลายข้าวในประเทศไทยพบทั่วประเทศ แต่จะระบาดและทำความเสียหายในภาคกลาง โดยเพิ่มความสำคัญมากขึ้นตั้งแต่ปี 2516 ซึ่งเป็นระยะเวลาเพียงไม่กี่ปีหลังจากมีการส่งเสริมการปลูกข้าวพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง (วีรวุฒิ กตัญญูกุล, 2526) พันธุ์ข้าว กข 1 ได้รับการส่งเสริมให้ชาวนาปลูกในปี 2512 การทำนาโดยเฉพาะในภาคกลางในเขตชลประทานสามารถทำนาได้ 2 ครั้งต่อ 1 ปี พันธุ์ข้าว กข 1 และ กข 7 เป็นพันธุ์ที่รัฐบาลส่งเสริมให้ปลูก ซึ่งต่อมา 2 พันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาล ในปี 2518 ได้เกิดการระบาดของแมลงนี้เป็นบริเวณกว้างในภาคกลางและติดต่อมาถึงปี 2527 และระบาดอีกครั้งในปี 2530-2535 (ปรีชา วังศิลาบัตร, 2539) ซึ่งระบาดในพื้นที่ ภาคกลาง ภาคตะวันตก ภาคตะวันออก ภาคเหนือตอนล่าง และกรุงเทพมหานคร (ธรรมนูญ พุทธสมัย, 2539) และในปี 2541-2542 ได้เกิดการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอย่างหนักในนาข้าวภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเกิดจากการทำนาอย่างต่อเนื่อง การใช้ข้าวปลูกพันธุ์เดียวกันเป็นพื้นที่กว้าง และมีการใช้สารเคมีไม่ถูกสัดส่วน (มติชน, 2541; มติชน, 2542)

สาเหตุของการระบาด

การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเกิดจากปัจจัยร่วมหลายๆ ปัจจัยได้แก่ (วัชระ ภูรีวิโรจน์กุล, 2533)

1. พันธุ์ข้าวที่ปลูก พันธุ์ข้าวเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่ง ที่ทำให้การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในประเทศไทยเกิดขึ้นอย่างกว้างขวาง และมักจะเป็นข้าวสมัยใหม่ที่มีลักษณะต้นเตี้ย แตกกอดีให้ผลผลิตสูง ซึ่งข้าวพันธุ์ กข 7 เป็นพันธุ์ข้าวที่ไม่มีความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง เมล็ดข้าวมีคุณภาพดี เป็นที่ต้องการ ของโรงสี และขายได้ราคาดีจึงทำให้ชาวนานิยมปลูกซึ่งเป็นผลให้เกิดการระบาดในปี 2532-2533 (นิภาและจินตนา, 2539)

2. ความต้านทานต่อสารเคมีของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (วันทนาและคณะ, 2539) ได้ศึกษาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลพบว่า เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในเขตจังหวัดปทุมธานี น่าน อำเภอคงและอำเภอชุมพวง จังหวัดนครราชสีมา มีระดับความ ต้านทานสารฆ่าแมลงปานกลาง แมลงในเขตจังหวัดขอนแก่น อุตรดิตถ์ ฉะเชิงเทรา และชัยนาท จัดอยู่ในระดับความต้านทานสูง เนื่องจากมีการใช้สารฆ่าแมลงมากมีผลต่อพัฒนาการของการสร้างความต้านทานของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจึงทำให้เป็นพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารฆ่าแมลง เมื่อมีการระบาดจึงไม่สามารถใช้สารฆ่าแมลงควบคุมได้ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลพันธุ์อ่อนแอ ส่วนใหญ่เป็นเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่พบในภาคเหนือตอนบน ส่วนหนึ่งเนื่องจากพันธุ์ข้าว ไม่เหมาะแก่การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ชีวชนิดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจึงต่างจากภาคกลาง Fabellar และ Mochida (1985) รายงานว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เก็บจากนาข้าวที่ใช้สารฆ่าแมลง BPMC มีค่าอัตราการต้านทานต่อสารฆ่าแมลงสูงกว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เก็บจากโรงเรือน โดยสารฆ่าแมลง BPMC มีค่า LD_{50} ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงกว่าค่า LD_{50} ของสารฆ่าแมลงอื่นๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีความต้านทานต่อ BPMC มากกว่าสารฆ่าแมลงอื่นๆ

3. สิ่งแวดล้อม พบว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์เพิ่มจำนวนของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ได้แก่

3.1 ความชื้นสัมพัทธ์ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีการเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ได้ดีในที่ซึ่งมีความชื้นสูง จึงพบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชอบอาศัยดูดกินบนพันธุ์ข้าวที่แตกกอดี ต้นเตี้ยมากกว่าพันธุ์ข้าวพื้นเมืองต้นสูง เนื่องจากพันธุ์ข้าวต้นเตี้ยแตกกอมากทำให้ลมพัดผ่านระหว่างต้นข้าวไม่สะดวกทำให้ความชื้นระหว่างต้นข้าวสูงขึ้น (วัชระ ภูรีวิโรจน์กุล, 2533) การปลูกพืชชิดเป็นสาเหตุที่ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระบาด (Aquino และคณะ, 1985) เนื่องจากการปลูกชิดทำให้อุณหภูมิบริเวณโคนต้นข้าวเหนือระดับน้ำเย็นลง และความชื้นเพิ่มขึ้น จึงเหมาะแก่การเจริญเติบโตของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

3.2 อุณหภูมิและแสงสว่าง โดยอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจะวางไข่ได้เร็วและพัฒนาระยะตัวอ่อนได้เร็ว และไข่จะฟักได้มากและเจริญเร็วที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส การพัฒนาของตัวอ่อนจะพัฒนาได้สูงสุดที่อุณหภูมิ 27-28 องศาเซลเซียส

(Pathak และ Khan, 1994) แสงอาทิตย์และรังสี ultraviolet ช่วยลดอัตราการเพิ่มประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลแหล่งอาศัยที่ค่อนข้างมืดสลัวแสงส่องมาไม่ถึงจะเป็นแหล่งที่เหมาะสมสำหรับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่ไม่เหมาะสมกับการพัฒนาของศัตรูธรรมชาติ (วัชระ ภูรีวิโรจน์กุล , 2533)

3.3 ความอุดมสมบรูณ์ของดิน เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจะระบาดมากในนาข้าวที่มีความอุดมสมบรูณ์ดินสูง การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงทำให้เกิดการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมากขึ้น (วัชระ ภูรีวิโรจน์กุล, 2533; Aquino และคณะ, 1985)

3.4 ปริมาณพืชอาหาร การปลูกข้าวติดต่อกันทำให้เกิดปัญหาการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Aquino และคณะ, 1985) เนื่องจากมีปริมาณอาหารให้เพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลตลอด โดยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสามารถเคลื่อนย้ายจากแปลงข้าวที่เก็บเกี่ยวไปยังแปลงที่ปลูกใหม่ไปเรื่อยๆ (วัชระ ภูรีวิโรจน์กุล, 2533)

3.5 การใช้สารฆ่าแมลงที่ไม่ถูกต้อง โดยชาวนามักจะฉีดพ่นสารฆ่าแมลงตามปฏิทินมากกว่าการฉีดพ่นเมื่อมีความจำเป็น (เฉลิม สินธุเสก, 2533) การฉีดพ่นสารฆ่าแมลง ทำให้แมลงต้านทานต่อสารฆ่าแมลง และทำให้ไปทำลายศัตรูธรรมชาติด้วย จึงทำให้เกิดการระบาดของแมลง (เฉลิมและคณะ, 2539) ซึ่งสารฆ่าแมลงพวก Pyrethroids สังเคราะห์เช่น Cypermethrin, Fluvalinate และ Fenvalerate เป็นพิษสูงต่อ Mirid bug ซึ่งเป็นศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Srinivas และ Pasalu, 1990)

การป้องกันกำจัด

1. ใช้พันธุ์ต้านทาน เช่น กข 9 กข 25 กข 4 (วีรวุฒิ กตัญญูกุล, 2526; นิภาและคณะ, 2539) Kartohardjono และ Heinrichs (1984) รายงานว่าอัตราการตายของเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลสูงสุดเมื่อเลี้ยงบนข้าวพันธุ์ต้านทานและมีอัตราการตายปานกลางเมื่อเลี้ยงบนพันธุ์ข้าวต้านทานปานกลางและอัตราการตายต่ำสุดบนพันธุ์ข้าวอ่อนแอ

2. ควรทิ้งนาให้ว่างเป็นระยะเวลาพอสมควรเพื่อตัดชีพจักรของแมลง หรืออาจปลูกพืชอื่นสลับกับข้าวแทนที่จะทำนาตลอดปี

3. ในระยะต้นฤดูอาจใช้กับดักแสงไฟ ดักแมลงแล้วจับแมลงที่มาเล่นไฟทำลายทิ้งเสีย

4. ตรวจดูแปลงนาเสมอ โดยปกติควรพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อพบแมลงเฉลี่ย 1 ตัวต่อต้นหรือ 5-10 ตัวต่อกอ ในระยะ 50 วันหลังปักดำ หลังจากนี้ควรพ่นเมื่อมีแมลงประมาณ 10-20 ตัวต่อกอ โดยใช้สารฆ่าแมลง เช่น

4.1 MIPC (Mipcin 50% WP หรือ Etrofolan หรือ Hytox) หรือ BPMC (Bassa 50% EC หรือ Baycarb หรือ Hopcin) หรือ MTMC (Tsumacide 50% WP หรือ Kumiai) อัตรา 40 กรัมหรือ ซี.ซี. หรือแล้วแต่ชนิดของสารฆ่าแมลงต่อน้ำ 20 ลิตร

4.2 Arprocrab (Baygon หรือ Unden 50% WP) อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

4.3 Carbosulfan (Posse 20% EC) อัตรา 80 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร

4.4 ใช้สารฆ่าแมลงชนิดเม็ด ใช้ในแหล่งที่มีการระบาดประจำ ที่ได้ผลดีคือ Carbofuran (Furadan หรือ Curaterr 3% G) ใช้หว่าน 2 ครั้ง คือ 30 และ 50 วันหลังปักดำ อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ ในแหล่งที่มีปัญหาโรคจู๋ควรหว่าน Carbofuran ในแปลงกล้าด้วย โดยหว่านในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่หลังจากข้าวงอกแล้ว 1 สัปดาห์ การใช้ Carbofuran โดยใช้ในส่วนรากของต้นข้าวจะคงอยู่ในนาข้าวได้นานกว่าและปลอดภัยต่อตัวห้ำมากกว่าการฉีดพ่น สารเคมีที่ใบหรือหว่านในนาข้าว (Basilio และ Heinrichs, 1982)

การใช้สารฆ่าแมลงคลุกเมล็ดข้าวก่อนปลูกเป็นอีกวิธีที่สามารถควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ โดยจุ่มเมล็ดในสารฆ่าแมลงพวก Isofenphos และ Carbosulfan หลังจากนั้นคลุกเมล็ดด้วย calcium peroxide เพื่อป้องกันการไม่งอกของเมล็ดข้าวที่ใช้หว่านในนาหว่าน น้ำตม (Macatula และคณะ, 1987)

4.5 ถ้าระบาดรุนแรงในระยะข้าวออกรวงหรือไม่สามารถพ่นสารฆ่าแมลงชนิดน้ำได้อาจใช้การพ่นในรูปผงฝุ่น (dusting) เช่น BPMC (Bassa 2% D) หรือ MIPC (Mipcin 2% D) หรือ MTMC (Tsumacide 2% D) ในอัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ (วีรวุฒิ กตัญญูกุล, 2526)

5. การควบคุมโดยชีววิธี

5.1 ใช้แมลงศัตรูธรรมชาติ คือ ตัวห้ำและตัวเบียนควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ตัวห้ำที่ทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล คือ *Cyrtorhinus lividipennis, Lycosa pseudoannulata, Micraspis crocea, Limnogonus fossarum, Tytthus sp., Paederus fuscipes, Tetragnatha sp.* และ *Ophionea indica* (Chau และ Mon, 1987; Basilio และ Heong, 1990; Almazon และ Heong, 1992; Shepard และ Rapusas, 1989; Heong และคณะ, 1989; Rawat และ Diwakar, 1982; Monti และ Shepard, 1990) ส่วนตัวเบียนไข่ ได้แก่ *Anagrus optabilis, Oligosita naias* และ *Anagrus flaveolus* (Shankar และ Baskaran, 1986; Vien และ Heong, 1993) สำหรับตัวเบียนของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยได้แก่ *Elenchus yasumatsui* (Barrion และ Litsinger, 1987) แมลงศัตรูธรรมชาติเหล่านี้ควบคุมปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ แต่การใช้สารเคมีกำจัดแมลงทำให้ศัตรูธรรมชาติลดลงได้

5.2 การใช้เชื้อราควบคุมปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล การใช้เชื้อราเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดย Aguda และคณะ (1988b) รายงานว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแปลงนาข้าวและในกรงเลี้ยงแมลงจะถูกเชื้อราสาเหตุโรคแมลงเข้าทำลาย โดยเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคกับแมลงมักจะอยู่ในพวก Deuteromycotina: Hypomycetes เป็นจุลินทรีย์ที่พบมากในฤดูฝนพบในระยะการเจริญเติบโตของข้าวในช่วงหลัง และจะพบแมลงพวก hopper

มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ในนาข้าวจะถูกเชื้อราเข้าทำลาย (Hongke, 1985) Balasubramanian และ Mariappan (1983) สามารถแยกเชื้อราจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ 6 species คือ *Aspergillus flavus, Aspergillus niger, Mucor sp., Phoma sp., Rhizopus sp.* และ *Cephalosporium lecanii* ส่วน Hongke (1985) สามารถแยกเชื้อราจากเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลได้ 7 species คือ *Entomophthora delphacis, Beauveria bassiana, B. tenella, Metarhizium anisopliae, Hirsutella saussurei, Paecilomyces spp.* และ *Cephalosporium spp.* เชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่พบทั่วไปคือ *Metarhizium anisopliae, M. flavoviride, M. album, Beauveria bassiana* และ *Hirsutella citriformis* ส่วนเชื้อราพวก *Penicillium, Aspergillus* และ *Fusarium* เป็นพวกเชื้อราพวก saprophytic ที่มีรายงานว่าพบบนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ซึ่งเชื้อรานี้จะเจริญบนแมลงที่แห้งหรือตายจะไม่มีผลในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยชีววิธี (Rombach และคณะ, 1994)

เชื้อราที่แยกได้จากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้นำมาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลพบว่า การใช้ *Metarhizium sp.* ที่อัตราความเข้มข้น 6.4 x 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตรฉีดพ่นเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีอัตราการตาย 64.8 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าบนผิวลำตัวของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีสปอร์สีเขียวปกคลุมและตายในเวลาถัดมา (Bandara และ Ahangama, 1994) การใช้เชื้อรา *Beauveria bassiana* และ *Metarhizium anisopliae* ที่ความเข้มข้นของสปอร์แขวนลอย 5 x 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีอัตราการตายถึง 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้เชื้อราในนาข้าว โดยใช้ที่ระดับความเข้มข้น 6.5 x 10^3 สปอร์ต่อเฮกแตร์ ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลพบว่า *Beauveria bassiana* ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตาย 57.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *Metarhizium anisopliae* ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตาย 42.2 เปอร์เซ็นต์ (Thuy และคณะ, 1994) Aguda และคณะ(1988b) ได้เชื้อรา *Beauveria bassiana , Metarhizium anisopliae , M. flavoviride* และ *Hirsutella citriformis* ในรูปสปอร์แขวนลอยที่มีความเข้มข้น 10^2 ถึง 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร แล้วใช้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจุ่มลงไปในสปอร์แขวนลอย ทำให้แห้ง แล้วนำแมลงไปไว้ในกรงเลี้ยงแมลง พบว่าเชื้อราแต่ละชนิดทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีอัตราการตายไม่แตกต่างกัน แต่อัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสปอร์แขวนลอยสูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีรายงานว่ามีเชื้อรา *Paecilomyces farinosus* ทำให้เกิดโรคกับแมลงหลายชนิดรวมทั้งเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลด้วย (Rombach และคณะ, 1994) Kuruvilla และ Jacob (1980) ได้ทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อรา *Paecilomyces farinosus* ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเชื้อราชนิดนี้มีแนวโน้มทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ Rombach และคณะ (1986a) ได้ใช้เส้นใยแห้งของ *M. anisopliae* ในอัตรา 700, 3,500 และ 7,000 กรัมต่อเฮกแตร์ และใช้สปอร์แขวนลอยในอัตรา 2.5×10^{12} สปอร์ต่อเฮกแตร์ สามารถควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ และ Rombach และคณะ (1986b) ได้ทดสอบเชื้อราในกลุ่ม

Hyphomycetes ที่ก่อให้เกิดโรคในแมลงในนาข้าวโดยใช้สปอร์แขวนลอยของ *M. anisopliae, M. flavoviride, B. bassiana* และ *Paecilomyces lilacinus* ในรูปเส้นใยแห้งในอัตรา 1.5-2 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีอัตราการตาย 63-98 เปอร์เซ็นต์ในเวลา 3 สัปดาห์ โดยเชื้อราแต่ละชนิดให้ผลไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้มีการใช้เชื้อรา *Erynia delphacis, Erynia radicans* และ *Entomophaga sp*. ทดสอบกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล พบว่า *Erynia delphacis* สามารถเข้าทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ ซึ่งเชื้อราเหล่านี้มีระยะเวลา incubation ยาวนานในตัวแมลงจึงมีผลการทำลายที่ช้า (Holdom และคณะ, 1988)

5.3 การใช้สารสกัดจากธรรมชาติควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล มีการใช้สารสกัดจากเมล็ดสะเดา ใบสดของสะเดา ใบแห้งของสะเดา ฉีดพ่นเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ความเข้มข้น 500, 2500 และ 5000 ppm พบว่าการใช้สารสกัดจากสะเดาสามารถลดการวางไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ การเกิดตัวอ่อนและการพัฒนาของตัวอ่อนก็ลดลง การพัฒนาของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลลดลง 20 เปอร์เซ็นต์เมื่อใช้สารสกัดจากใบแห้งของสะเดา ที่ความเข้มข้น 2500 ppm ส่วนสารสกัดจากใบสดลดการพัฒนาของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 39 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลพัฒนาบนต้นกล้าข้าวได้เมื่อใช้สารสกัดสะเดาจากเมล็ดที่ความเข้มข้น 2500 ppm (Kareem และคณะ, 1989) สารสกัดจากพืชเช่น *Azadirachta indica, Anona reticulata* และ *Tinosphora rumphii* มีผลไล่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ (Telan และคณะ, 1994) การใช้สารสกัดจากเมล็ด *Annona squamosa, Sapindus trifoliatus, Acacia concinna, Gynandropsis pentaphylla, Hydrocarpus alpina* และ *Ocimum gratissimum* สามารถลดการวางไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ โดยเฉพาะ *Annona squamosa* ทำให้เพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลวางไข่น้อยที่สุด (Reddy และ Urs, 1988)

6. การควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยวิธีผสมผสาน เป็นการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวตั้งแต่ 2 วิธีขึ้นไปมาผสมผสานใช้ร่วมกันอย่างเหมาะสมกลมกลืนโดยมิให้กรรมวิธีป้องกันแต่ละวิธีไปลดประสิทธิภาพของกรรมวิธีอื่น (เฉลิมวงศ์ ถิระวัฒน์, 2533) โดยจะใช้พันธุ์ต้านทาน การป้องกันกำจัดโดยชีววิธี การเขตกรรม การใช้วิธีกลและฟิสิกส์ และการใช้สารเคมี การป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยวิธีผสมผสานหลักใหญ่จะยึดเอาพันธุ์ต้านทานและการป้องกันกำจัดโดยชีววิธีเป็นปัจจัยหลัก วิธีนี้จะรักษาความสมดุลทางธรรมชาติ และวิธีการนี้ต้องอาศัยความรู้ขั้นพื้นฐาน เกี่ยวกับชีววิทยา นิเวศวิทยาของแมลงศัตรูข้าวและศัตรูธรรมชาติของแมลงนั้นๆ การประเมินความเสียหายของผลผลิตที่เกิดจากการทำลายของแมลงศัตรูข้าว เทคนิคการสุ่มและตรวจนับแมลงเพื่อพยากรณ์การระบาด การใช้พันธุ์ต้านทาน การเขตกรรม ตลอดจนการศึกษาคัดเลือกสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพสูง แต่มีผลกระทบน้อยต่อศัตรู ธรรมชาติของแมลงศัตรูข้าว เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหามลภาวะเป็นพิษต่อศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูข้าวให้มากที่สุดเท่าที่จะทำ

ได้ ซึ่งไม่ก่อให้เกิดการกระทบกระเทือนต่อปริมาณศัตรูธรรมชาติที่มีอยู่ในนาข้าว (เฉลิมวงศ์ ถิระวัฒน์, 2533; ปรีชา วังศิลาบัตร, 2533)

สัณฐานวิทยาและชีววิทยาเชื้อราสกุล *Paecilomyces*

Bainier (1907) ได้อธิบายลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อราสกุล *Paecilomyces* เป็น ครั้งแรก พบว่ามีลักษณะคล้ายกับสกุล *Penicillium* แต่ไม่พบสีเขียวบนโคโลนี มี phialide ทรงกระบอกส่วนปลายยาว หลังจากที่รู้จักเชื้อราสกุล *Paecilomyces* หลายปีต่อมา Brown และ Smith (1957) ศึกษาพบว่าราในสกุลนี้มีทั้งหมด 23 species มีความแตกต่างกันในส่วนของ conidiogenous structure

Samson (1974) สรุปว่า *Paecilomyces* เป็นเชื้อราในกลุ่ม Hyphomycetes ส่วนใหญ่เจริญได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อ เป็นราที่มี verticillate conidiophore แตกเป็นกิ่งก้าน และ phialide โดย phialide มีปลายยาวและให้กำเนิด conidium ที่มีเซลเดียว ผนังเรียบ ไม่มีสีและต่อกันเป็นลูกโซ่ยาว แบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 2 section คือ

1. Section *Paecilomyces* เจริญเร็ว โคโลนีไม่มีสีหรือสีเหลือง สีน้ำตาลหรือสีเข้ม สร้างสาร aromatic ได้ มีหลาย species ที่สร้าง chlamydospore สปอร์ลักษณะยาว ผนังเรียบ เซลเดียว ต่อเป็นลูกโซ่ ราในกลุ่มนี้เป็นกลุ่มทนร้อน ชอบอุณหภูมิสูงพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโต คือ 30-45 องศาเซลเซียส ส่วนใหญ่เป็น saprophytic และไม่เป็นพวกที่ทำลายแมลง (entomogenous) perfect stage เป็นราในสกุล *Talaromyces*, *Byssochlamys* และ *Thermoascus*

2. Section *Isarioidea* โคโลนีมีสีสดใส เช่น ขาว เหลือง เขียวอ่อน ชมพู แดงหรือม่วง เส้นใยมีผนังหยาบหรือเรียบ conidiophore แตกแบบ verticillate มี branch ที่แตกเป็นกลุ่ม phialide ตั้งแต่ 2-6 phialide ลักษณะเป็นทรงกระบอกปลายผอมยาวให้กำเนิด conidium ที่เป็น 1-2 เซล ผนัง conidium เรียบ สีม่วง เขียว หรือไม่มีสี บาง species สร้าง chlamydospore ได้เมื่อเลี้ยงในอาหารเทียม ไม่พบการสร้าง perfect stage แต่ในธรรมชาติพบ perfect stage เป็นราในสกุล *Torrubiella* หรือ *Cordyceps* เชื้อหลายชนิดเป็น entomogenous ที่สร้าง synnema ซึ่งเห็นได้ชัดบนตัวแมลง ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มใยราจับกับส่วนที่สร้าง conidia ถ้าเลี้ยงเชื้อในอาหารเทียม และมีการ sub-culture สักระยะหนึ่ง เชื้อจะสูญเสียความสามารถในการสร้าง synnema แก้ไขโดยการเติมแป้ง เช่น cornmeal, oatmeal หรือข้าวเป็นแหล่งคาร์บอนในอาหารเทียม นอกจากนี้การให้แสง daylight และเก็บที่ 25 องศาเซลเซียส สามารถกระตุ้นให้เชื้อสร้าง synnema ได้เช่นกัน (Samson, 1974)

การศึกษาการเจริญเติบโตของเชื้อ *Paecilomyces fumosoroseus* บนอาหารวุ้นพบว่า โคโลนีเจริญรวดเร็วเมื่อเลี้ยงบน malt agar มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส วัดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีได้ 4 เซนติเมตรในเวลา 14 วัน เมื่อแยกเชื้อบริสุทธิ์มาใหม่ๆ บางครั้งมี synnemata สีชมพูเกิดขึ้นซึ่งอาจจะแตกกิ่งก้านสาขา โดยจะมีสีขาวในระยะแรกและต่อมาจะเปลี่ยนเป็น สีออกชมพู โดยเฉพาะเมื่อสร้างสปอร์มาก ด้านหลังโคโลนีไม่มีสีหรือมีสีเหลือง ไม่มีกลิ่น เส้นใยมีผนังเรียบ

ไม่มีสี กว้าง 1.5-3.5 ไมโครเมตร โครงสร้างของ conidia ค่อนข้างซับซ้อน มี conidiophore ที่ตั้งตรงชูขึ้นมาจากเส้นใยยาวประมาณ 100 ไมโครเมตร กว้าง 1.5-2 ไมโครเมตร ผนังเรียบ ไม่มีสี มีแขนงที่ให้กำเนิด phialide 4-6 phialide phialide มีขนาด 5.7-8 x 1-2 ไมโครเมตร มีลักษณะฐานกลมถึงรี มีปลายยาว กว้างประมาณ 0.5 ไมโครเมตร conidia มีลักษณะทรงกระบอกถึง fusiform ผนังเรียบ ไม่มีสีหรือสีชมพูอ่อน มีขนาด 3-4 x 1-2 ไมโครเมตรไม่มี chlamydospores (รูปที่ 2)

หากเจริญบนแมลงจะผลิต mononematous conidiophores หรือ มี synnemata ที่ อยู่กันหลวมๆ synnemata ตั้งตรง แตกกิ่งก้านสาขา มีสีชมพูและเป็น powdery เนื่องจาก conidia มีขนาดยาวมากกว่า 3 เซนติเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 400 ไมโครเมตร conidiophores กว้าง 2.5-4 ไมโครเมตร มี verticillate branches ที่ออกกลมหรือทรงกระบอกกว้างๆ มีขนาด 4-9 x 3-4.5 ไมโครเมตร phialides มีฐานกลม กว้าง 2.3–3.5 ไมโครเมตร (Samson, 1974)

P.fumosoroseus เป็นเชื้อราที่พบทั่วไปในแมลงหลายชนิด รวมทั้งพวก Lepidoptera และ Diptera (Samson, 1974; Rombach และคณะ, 1994) โดยเชื้อราชนิดนี้สามารถแยกได้จากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เก็บจากนาข้าวที่สถาบันข้าววิจัยนานาชาติ ประเทศฟิลิปปินส์ โดย Samson (1974) ได้กล่าวว่าเชื้อราชนิดนี้มีความเหมาะสมในการศึกษาด้านชีววิธีในนาข้าว นอกจากนี้เชื้อราชนิดนี้มีรายงานว่า มีศักยภาพในการควบคุมแมลง Silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolli* ในไม้ประดับ sweetpotato ผักพวกแตงกวา กะหล่ำปลี และมะเขือเทศ (Wraight และคณะ, 1998; Vidal และคณะ, 1997b; Vidal และคณะ, 1998) ควบคุม Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* เป็นแมลงที่สำคัญของข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ (Vandenberg และคณะ, 1996; Vandenberg และคณะ, 1998) ควบคุม Pear psylla, *Cacopsylla pyricola* (Puterka และคณะ, 1994) ควบคุมแมลง Melon thrips, *Thrips palmi* เป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของผักพวกพริกไทย มะเขือยาว ถั่วและพืชตระกูลแตง (Castineiras และคณะ, 1996) *P.fumosoroseus* สามารถทำลายดักแด้ของ *Delia antiqua* ได้เมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์ 90-100 เปอร์เซ็นต์ (Majchrowicz และคณะ, 1990) และสามารถควบคุมตัวหนอนของ *Spodoptera frugiperda* ได้ (Fargues และคณะ, 1994)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2 เชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* (วาดจากงานของ Samson,1974)

การศึกษาการเจริญเติบโตเชื้อ *Paecilomyces lilacinus* บนอาหารวุ้น พบว่าโคโลนีเจริญรวดเร็วเมื่อเลี้ยงบน malt agar โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีได้ 5-7 เซนติเมตรภายใน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มี basal felt ที่มี floccose overgrowth ของ aerial mycelium ระยะแรกมีสีขาวแต่เมื่อสร้างสปอร์จะเปลี่ยนไปเป็นสีม่วง มีกลิ่นไม่ชัดเจน เส้นใยมีผนังเรียบ ไม่มีสี กว้าง 2.5-4 ไมโครเมตร conidiophore ชูขึ้นมาจากเส้นใยยาว 400-600 ไมโครเมตร หรือชูมาจาก aerial hyphae และมีความยาวครึ่งหนึ่ง บางครั้งจะมี synnemata อยู่กันหลวมๆ สูงมากกว่า 2 มิลลิเมตร มีก้านที่มีผนังหนา มี pigment สีเหลืองหรือสีโทนม่วงมีผนังไม่เรียบ กว้าง 3-4 ไมโครเมตร มี verticillate branches ที่ให้กำเนิด phialide 2-4 phialide phialide มีขนาด 7.5-9.0×2.5-3.0 ไมโครเมตร มีส่วนฐานที่พอง ส่วนปลายเรียว กว้างประมาณ 1 ไมโครเมตร conidia เป็นลูกโซ่ มีลักษณะรูปรี หรือ fusiform ผนังเรียบไม่มีสีหรือสีม่วงขนาด 2.5-3.0×2.0-2.2 ไมโครเมตร ไม่มี chlamydospore (รูปที่ 3)

หากอยู่บนแมลงเชื้อราชนิดนี้จะผลิตเส้นใยที่ผอมๆจากmononematous conidiophores ชูขึ้นมา มีสีม่วงหรือมี synnemata ที่อยู่กันหลวมๆ หรือแน่นเห็นเด่นชัด ยาว 6–20 ไมโครเมตรและมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 50–150 ไมโครเมตร (Samson, 1974) *Paecilomyces lilacinus* จะพบบนแมลง ไส้เดือนฝอยและในดิน (Rombach และคณะ, 1994) โดยจะอาศัยในดิน และจะแยกได้บ่อยจากไข่ของไส้เดือนฝอย *Meloidogyne spp*. และ cysts ของ *Heterodera glycines* และ *Globodera pallida*

(Jatala และคณะ, 1979) ดังนั้น *P.lilacinus* จึงใช้เป็น ตัวควบคุมไส้เดือนฝอย (สืบศักดิ์, 2539) Franco และคณะ (1981) รายงานว่า *P. lilacinus* มีศักยภาพในการควบคุมไข่ไส้เดือนฝอย *Globodera pallida* ควบคุมไส้เดือนฝอย *Meloidogyne incognita* ในแปลงทดสอบที่ปลูกมันฝรั่ง (Jatala และคณะ, 1981) และในแปลงทดสอบที่ปลูกมะเขือเทศ ยาสูบและพริกไทย (Dube และ Smart, 1987) ควบคุม *Rotylenchulus reniformis* ในสภาพโรงเรือนและแปลงทดสอบที่ปลูกมะเขือเทศ (Walters และ Barker, 1994) *P. lilacinus* สามารถเข้าทำลายไข่ของด้วง *Diabrotica speciosa* และไข่ของไส้เดือนฝอย *Meloidogyne javanica* (Tigano และคณะ, 1995) นอกจากนี้ *P. lilacinus* ยังสามารถใช้ในการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีได้ โดยจะทำให้เม็ด sclerotia ของเชื้อรา *Aspergillus flavus* เน่าโดย *P. lilacinus* เจริญปกคลุมเม็ด sclerotia ทั้งหมด (Wicklow and Wilson, 1990) แม้ว่า *P. lilacinus* จะเป็นเชื้อราที่ใช้ควบคุมไส้เดือนฝอย แต่ก็สามารถควบคุมแมลงอื่นได้โดยใช้ควบคุม *Scotinophara lurida* ในประเทศญี่ปุ่น และมีรายงานว่าแยกได้จากแมลง *Scotiphora coarctata* ในนาข้าวประเทศมาเลเซีย (Rombach และคณะ, 1994)

รูปที่ 3 เชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* (วาดจากงานของ Samson, 1974)

การพัฒนาของเชื้อราในแมลงอาศัย

สปอร์ของเชื้อราเป็นส่วนที่ทำให้เกิดโรคแพร่กระจาย การเข้าทำลายของเชื้อรา ส่วนใหญ่จะเข้าทางผิวลำตัว ส่วนการผ่านทางระบบหายใจและระบบทางเดินอาหารจะพบน้อยมาก (Rombach และคณะ, 1988; Aguda และคณะ, 1988a; Samson และคณะ, 1988)

Infection unit ของเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคแก่แมลง โดยทั่วไปมีทั้งชนิดเคลื่อนที่ได้ เช่น zoospore และเคลื่อนที่ไม่ได้ เช่น conidium และ ascospore (มลิวัลย์ ปันยารชุน, 2539) บางชนิดขบวนการทำให้ติดเชื้ออาจแบ่งเป็นระยะดังนี้

1. ระยะที่สปอร์ติดกับผิวลำตัวแมลง (attachment of the spore to the cuticle) เมื่อ สปอร์ตกบน epicuticle ของแมลงซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาร่วม (interaction) ระหว่าง lipopylic compounds บนผิวของสปอร์ และ lipids บนผิวลำตัวแมลงอาศัย ซึ่งอาจมีส่วนสำคัญในการงอกของสปอร์

2. ระยะที่สปอร์งอก (germination of the spore) โดยทั่วไปสปอร์ของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคแมลงจะพักตัวในสิ่งแวดล้อมที่สมบูรณ์เช่น ดิน ถึงแม้ว่าความชื้นและอุณหภูมิจะพอเหมาะกับการงอกก็ตาม สปอร์เหล่านี้จะงอกทันทีภายหลังที่ได้ประชิดติดลำตัวแมลง อาจเป็นเพราะมีการกระตุ้นทางเคมี โดยสารบนผิวลำตัวแมลงและการกระตุ้นทางสรีระซึ่งสัมพันธ์กับขบวนการประชิดตัว หรือเพราะการประชิดผิวแมลงทำให้เชื้อราสร้างสารที่ให้เกิดการงอก ดีขึ้น และกระตุ้นทำให้เกิดการงอกของสปอร์

3. ระยะที่เจริญทะลุผิวของแมลง (penetration of the host integument) โดยราจะงอก germ tube สั้นๆ และใช้ germ tube หรือ injection pegs ที่ราสร้างขึ้นจากสปอร์แทงทะลุผิวแมลงเข้าไปภายใน โดยมี appressoria เป็นส่วนที่ช่วยยึดผิวลำตัวแมลงไว้ อาจเพราะมีแรงทางเคมีและฟิสิกส์เข้าเกี่ยวข้องในขบวนการนี้โดยทางเคมีอาจเป็นเอนไซม์ที่สำคัญที่ช่วยในการแทงทะลุผิวลำตัวแมลง ซึ่งผิวลำตัวแมลงประกอบด้วย ไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรตที่ซับซ้อน โดยเฉพาะ chitin ซึ่งคาดว่า germ tube มีเอนไซม์นานาชนิดที่จำเป็นในการแทงผิวผนังลำตัวแมลง

4. ระยะการพัฒนาในตัวแมลง (development of the fungus inside the host) เมื่อแทง germ tube เข้าไปแล้ว เชื้อราจะสร้าง mycelium เข้าไปตามทางเดินโลหิตและเข้าไปขยายจำนวนในเลือด โดย mycelium หักออกเป็นท่อนสั้น ๆ และเข้าทำลายอวัยวะต่าง ๆ เช่น fat body เป็นต้น ภายหลังที่แมลงตายลงหรือก่อนตายเล็กน้อย จะพบว่า mycelium ขยายไปทั่วภายในลำตัวแมลงจนลำตัวเต็มไปด้วยเชื้อราหนาแน่นและแข็ง ในระยะต่อมาเชื้อราจะสร้าง conidiophores และแทงทะลุออกมานอกลำตัวแมลงและสร้าง conidia ตรงปลาย conidiophores แต่เชื้อราจะไม่ผลิต conidiophore และ conidia ถ้าความชื้นไม่เพียงพอ ส่วนราพวก Chytrid จะเจริญแตกต่างไป คือ จะมี zoospore ซึ่งว่ายน้ำได้โดยใช้หาง ซึ่ง zoospore นี้เกิดจาก sporangium (Samson และคณะ, 1988)

ประสิทธิภาพของ entomopathogenous fungi ภายใต้สภาพธรรมชาติ มีปัจจัยต่างๆ ดังนี้ (Fawcett, 1944)

1. เชื้อราจะชอบสภาพอากาศที่มีฝนตก อากาศชื้นแฉะหรือความชื้นสูง หรือสภาพต้นพืชและแมลงมีความชื้นเพียงพอต่อการงอกของสปอร์

2. entomopathogenous fungi ชอบอุณหภูมิปานกลางถึงอบอุ่น อุณหภูมิที่ดีที่สุดสำหรับการขยายพันธุ์นั้นแปรฝันไปตามแต่ละ species

3. การแพร่กระจายของ entomopathogenous fungi ขึ้นกับสภาพที่เหมาะสมของสภาพแวดล้อมและเมื่อแมลงเริ่มเพิ่มความหนาแน่นเข้าทำความเสียหายแก่พืช สำหรับเชื้อรา *Beauveria, Aspergillus, Metarhizium* และ *Verticillium* จะแพร่กระจายโดยลมที่มีฝนหรือไม่มีฝนก็ได้ ซึ่งเชื้อราชนิดอื่นอาจมีการแพร่กระจายโดยวิธีเดียวกันนี้หรืออาจจะแพร่โดยการสัมผัสกับแมลงที่อพยพเข้ามาอาจจะเป็นแมลงใน species เดียวกันหรือต่าง species ก็ได้

4. ประชากรแมลงหนาแน่นขึ้นจะเป็นสภาพที่เหมาะสมแก่การระบาดของเชื้อราบางชนิด

5. สิ่งมีชีวิตบางชนิดสามารถเป็น parasite ในแมลงได้อย่างรวดเร็วภายใต้สภาวะของธาตุอาหารที่เหมาะสมที่ได้จากต้นพืช

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์

1. พืชที่ใช้ในการทดลอง คือ ข้าวพันธุ์ กข 7 ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์ที่อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาล ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และสถานีทดลองข้าวบางเขน

2. เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* Stal.) ได้แม่พันธุ์จากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

3. เชื้อรา *Paecilomyces* 2 ชนิด คือ *Paecilomyces fumosoroseus* ซึ่งแยกได้จาก เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เป็นโรคในงานวิทยานิพนธ์ของนฤมล (2539) และ *Paecilomyces lilacinus* ได้รับความอนุเคราะห์จากศาสตราจารย์ ดร. สืบศักดิ์ สนธิรัตน ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. เครื่องแก้วที่ใช้ในการเลี้ยงเชื้อรา ได้แก่ flask beaker test tube แท่งแก้วคน petridish cylinder pasture pipette slide cover glass ขวดแก้วแบนขนาด 400 มิลลิลิตร

5. อุปกรณ์ ได้แก่ เตาไฟฟ้า หม้อสำหรับเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ มีด เครื่องชั่ง เครื่องชั่งไฟฟ้า หม้อนึ่งความดัน (autoclave) ปากคีบ (forcep) อุปกรณ์นับปริมาณสปอร์ (haemacytometer) ตะเกียงแอลกอฮอล์ เข็มเขี่ย ตู้ถ่ายเชื้อ กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ กล้องจุลทรรศน์ชนิด compound microscope พร้อมอุปกรณ์ถ่ายภาพ cork borer ภาชนะใส่หลอด กรงเลี้ยงแมลง ขวดสเปรย์ กระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร กล่องพลาสติก หลอดดูดแมลง (aspirator) กระบอกฉีดพ่นขนาด 5 ลิตร ขวดพลาสติกขนาด 1.5 ลิตร มุ้งครอบสำหรับเลี้ยงแมลงในนาข้าว ไม้ปักแปลง จอบเคียวเกี่ยวข้าว ไม้หนีบผ้า กระถางดินเผาขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว กล้องถ่ายรูป counter เครื่องวัดความชื้นของเมล็ด

6. วัสดุ ได้แก่ กระดาษกรอง สำลี aluminum foil น้ำกลั่น parafilm อาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Potato Sucrose Agar (PSA) lactophenol in aniline blue ผ้าขาวบาง ผ้าสาลู ผ้าใยแก้วสำหรับทำมุ้งครอบแมลง

7. สารเคมี

   7.1 สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ แอลกอฮอล์

   7.2 สารเคมีที่ใช้เพื่อลดแรงตึงผิว (surfactant) ได้แก่ tween 80

   7.3 สารเคมีที่ใช้ในนาข้าว ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟตสูตร 16–20–0

ปุ๋ยยูเรียสูตร 46–0–0 สารกำจัดศัตรูพืชไบลุสไซด์ เพื่อฆ่าหอยเชอรี สารฆ่าแมลง Isoprocarb (MIPC) ใช้ในการกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

7.4 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย hoagland (สูตรสารละลาย hoagland แสดงไว้ในภาคผนวก)

7.5 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมอาหาร minimal media (สูตรอาหารได้แสดงไว้ในภาคผนวก)

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมเชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และ *Paecilomyces lilacinus* เพื่อเปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PSA และการเตรียมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

1.1 <u>การเตรียมเชื้อราเพื่อใช้ในการทดลอง</u>

เชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* ที่ได้จากงานวิทยานิพนธ์ของนฤมล ศุภวนานุสรณ์ (2539) หลังจากเก็บรักษาใน PSA slant เป็นเวลานาน 4 ปีที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และ *Paecilomyces lilacinus* ที่ได้จากศาสตราจารย์ ดร. สืบศักดิ์ สนธิรัตน โดยนำเชื้อราแต่ละชนิดมาเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร PSA เป็นเวลา 7-10 วัน ศึกษาลักษณะเชื้อราแต่ละชนิด และเตรียมทำสปอร์แขวนลอยใช้ในการทดลองขั้นถัดไป

1.2 <u>การเตรียมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพื่อใช้ในการทดลอง</u>

ได้แม่พันธุ์ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี นำมาเลี้ยงในกรงแมลงตาข่ายขนาด 90x90x60 เซนติเมตร ที่บุรอบกรงด้วยมุ้งลวดและผ้าสาลู ปลูกข้าวพันธุ์ กข 7 ในกระถางพลาสติก เมื่อต้นข้าวอายุประมาณ 20-30 วัน นำไปเป็นอาหารและพืชอาศัยสำหรับวางไข่ของเพลี้ยแม่พันธุ์ เมื่อไข่ฟักเป็นตัวอ่อน รอจนตัวอ่อนอยู่ในระยะที่ 3-4 จึงนำเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลมาทดสอบ เมื่อต้นข้าวที่ใช้เป็นอาหารเลี้ยงเพลี้ยเริ่มเหี่ยวแห้งจึงเปลี่ยนต้นข้าวใหม่ที่ปลูกเตรียมไว้สำหรับเป็นอาหารของเพลี้ย โดยใช้มือตบต้นข้าวเบาๆ เพลี้ยจากต้นข้าวเดิมจะย้ายไปสู่ต้นข้าวใหม่

2. การทดสอบความสามารถของเชื้อราทั้งสองชนิดในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ

2.1 <u>การเตรียมต้นข้าวเพื่อใช้เลี้ยงแมลงในการทดสอบความสามารถของเชื้อราในหลอดทดสอบ</u>

ปลูกต้นข้าวพันธุ์ กข 7 ในกระถางพลาสติก เมื่อต้นข้าวอายุประมาณ 20-30 วัน นำต้นข้าวมาล้างรากเอาดินออก เพื่อนำไปเลี้ยงแมลงในหลอดทดสอบ

2.2 <u>การเตรียมเชื้อราในการทดสอบความสามารถของเชื้อราในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล</u>

นำเชื้อราที่ได้จากข้อ 1.1 มาเลี้ยงในอาหาร PSA (ตามสูตรอาหารที่แสดงไว้ในภาคผนวกสูตรที่ 1) ในจานเลี้ยงเชื้อ บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 7 วัน นำมาทำสปอร์แขวนลอย (spore suspension) โดยใช้น้ำกลั่นฆ่าเชื้อแล้วที่เติม tween 80 ความเข้มข้น 0.05% โดยใช้เชื้อรา 1 จานเลี้ยงเชื้อจะใช้น้ำผสม tween 80 ความเข้มข้น 0.05% จำนวน 50 มิลลิลิตร กรองสปอร์แขวนลอยด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำสปอร์แขวนลอยที่ได้ไปตรวจนับปริมาณสปอร์ต่อปริมาตรด้วยอุปกรณ์ตรวจนับปริมาณสปอร์ (haemacytometer) โดยให้สปอร์แขวนลอยมีความหนาแน่นของ สปอร์เริ่มต้นเท่ากับ 3×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร

2.3 <u>การทดสอบความสามารถของเชื้อรา *Paecilomyces* ทั้งสองชนิดในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ ทั้งนี้เพื่อดูแนวโน้มของประสิทธิภาพของเชื้อราโดยเฉพาะ *P.fumosoroseus* ที่เก็บไว้นาน 4 ปี</u>

2.3.1 ย้ายตัวอ่อนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่อยู่ในระยะที่ 3-4 ที่เตรียมไว้ในข้อ 1.2 ไปบนต้นข้าวที่เตรียมไว้ในข้อ 2.1 โดยใช้มือตบต้นข้าวที่มีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเบาๆ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจะย้ายไปอยู่ในต้นข้าวที่เตรียมไว้

2.3.2 ฉีดพ่นสปอร์แขวนลอยของเชื้อราที่เตรียมไว้ในข้อ 2.2 แต่ละชนิดลงบนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

2.3.3 ย้ายต้นข้าวที่มีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ได้ฉีดพ่นเชื้อราแล้วไปใส่ในหลอดทดลองขนาด 24×200 มิลลิเมตร ที่บรรจุสารละลาย Hoagland (ตามสูตรที่แสดงไว้ในภาคผนวกสูตรที่ 3) หลอดละ 10 มิลลิลิตร โดยมีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 4 ตัวต่อข้าว 1 ต้นต่อ 1 หลอด ปิดปากหลอดด้วยผ้าขาวบางและใช้ยางรัด (รูปที่ 4)

2.3.4 ส่วนชุดควบคุม (control) ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อที่ผสม tween 80 ความเข้มข้น 0.05%

2.3.5 ทำซ้ำจำนวน 7 ซ้ำ ซ้ำละ 3 หลอดทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD)

2.3.6 ตรวจนับแมลงที่ตายในแต่ละหลอดทุกๆ 2 วันจนครบ 14 วัน หากต้นข้าวในหลอดทดสอบเหลืองให้เปลี่ยนต้นข้าวใหม่เพื่อเป็นอาหารของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยเปลี่ยน ต้นข้าวในทุกชุดการทดลอง

2.3.7 เก็บเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายออกจากหลอดทดสอบ เพื่อมาตรวจการทำลายของเชื้อรา โดยนำเพลี้ยที่ตายมาใส่ในจานเลี้ยงเชื้อที่มีกระดาษกรองพรมด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อจนชื้นรองอยู่ภายใน บ่มไว้ประมาณ 3-5 วัน เพื่อให้เกิดการสร้างเส้นใยและสปอร์

2.3.8 ตรวจดูเชื้อราที่ขึ้นบนตัวแมลงโดยส่องดูใต้กล้องจุลทรรศน์สุ่มแยกเชื้อราที่พบบนตัวแมลงไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PSA โดยใช้ปลายเข็มเขี่ยแตะสปอร์ของเชื้อราไปใส่บนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อในจานเลี้ยงเชื้อเพื่อให้ได้เชื้อราบริสุทธิ์เพื่อตรวจสอบดูว่าเป็นเชื้อราชนิดเดียวกับที่ฉีดพ่นเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลหรือไม่ โดยสังเกตจากลักษณะโคโลนี เส้นใย สปอร์ของ เชื้อรา

รูปที่ 4 การทดสอบความสามารถของเชื้อราในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ

3. การทดสอบความสามารถของเชื้อราทั้งสองชนิดในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในระดับขยายขนาดหน่วยทดลอง (ในกระถาง)

3.1 ปลูกข้าวพันธุ์ กข 7 ในกระถางพลาสติกให้มีต้นข้าว 50 ต้นต่อ 1 กระถาง เมื่อต้นข้าวอายุประมาณ 3 สัปดาห์ ย้ายตัวอ่อนของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่อยู่ในระยะที่ 3-4 ลงไปกระถางละ 100 ตัว

3.2 เตรียมสปอร์แขวนลอยของเชื้อราที่ต้องการทดสอบเช่นเดียวกับวิธีในข้อ 2.2 ฉีดพ่น สปอร์แขวนลอยลอยไปบนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ส่วนชุดควบคุม (control) ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น ฆ่าเชื้อที่ผสม tween 80 ความเข้มข้น 0.05% โดยฉีดพ่นในปริมาณใกล้เคียงกันในแต่ละกระถาง ทำซ้ำจำนวน 5 ซ้ำ ในแต่ละซ้ำจะมี 3 กระถาง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB)

3.3 หลังจากฉีดพ่น นำขวดพลาสติกขนาด 1.5 ลิตร ที่ตัดปากขวดออกแล้วเจาะรูที่ก้นขวดไปครอบต้นข้าวและเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพื่อไม่ให้เพลี้ยย้ายไปอยู่ที่กระถางอื่น (รูปที่ 5)

รูปที่ 5 การทดสอบความสามารถของเชื้อราในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในระดับขยายขนาดหน่วยทดลอง

3.4 ตรวจนับแมลงที่ตายเนื่องจากเชื้อราเข้าทำลายทุกๆ 2 วันจนครบ 14 วัน แล้วเก็บเพลี้ยที่ตายมาตรวจสอบเช่นเดียวกับวิธีในข้อ 2.3.7 และ 2.3.8

4. **การทดสอบวิธีการใช้เชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และ *Paecilomyces lilacinus* ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพนาข้าว**

4.1 เพาะกล้าข้าวพันธุ์ กข 7 ในแปลงเพาะกล้าที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

4.2 เมื่อข้าวอายุ 30 วัน นำไปปักดำในนาข้าว แปลงข้าวขนาด 3 × 4 เมตรจำนวน 20 แปลง ระยะปักดำ 25 × 25 เซนติเมตร ปักดำ 3 ต้นต่อ 1 กอ (รูปที่ 6)

รูปที่ 6 แปลงนาข้าวหลังปักดำที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

4.3 ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต สูตร 16–20–0 ในอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ หว่านหลังปักดำข้าวเสร็จ

4.4 กางมุ้งขนาด 125 × 125 × 117 เซนติเมตรสำหรับเลี้ยงเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในแต่ละมุ้งมีข้าวจำนวน 25 กอ (รูปที่ 7)

รูปที่ 7 แปลงนาข้าวที่มีมุ้งครอบ ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

4.5 เลี้ยงเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลดังข้อ 1.2 ที่โรงเรือนเลี้ยงแมลงศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี เพื่อเพิ่มปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล สำหรับใช้ในการทดลองในนาข้าว

4.6 หลังจากปักดำข้าว 30 วันใส่ปุ๋ยยูเรียสูตร 46-0-0 ในอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ หว่านให้ทั่วแปลง

4.7 ปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลใส่มุ้งในนาข้าว มุ้งละ 200 ตัวหลังปักดำข้าว 40 วัน หลังจากปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 1 วัน จึงฉีดพ่นเชื้อราในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

4.8 เตรียมเชื้อราไว้ล่วงหน้าก่อนการฉีดพ่น โดยเลี้ยงเชื้อราแต่ละชนิดในขวดแก้วแบนขนาด 400 มิลลิลิตรให้เชื้อรามีอายุ 7-10 วัน ทำให้สปอร์แขวนลอยของเชื้อรา โดยใส่น้ำกลั่นฆ่าเชื้อแล้วผสม tween 80 ความเข้มข้น 0.05% ลงในขวดแก้วที่มีเชื้อราขวดละ 45 มิลลิลิตร ใช้เข็มเขี่ยขูดผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อในขวดแก้ว สปอร์จะแขวนลอยอยู่ในน้ำกลั่น กรองสปอร์แขวนลอยด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำสปอร์ที่ได้ไปตรวจนับปริมาณสปอร์ต่อปริมาตรด้วย haemacytometer โดยให้ สปอร์แขวนลอยมีความหนาแน่นของสปอร์เท่ากับ 3×10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร และมีปริมาตร 3 ลิตร

4.9 เตรียมสารฆ่าแมลง Isoprocarb 50% WP อัตรา 30 g ต่อน้ำ 20 ลิตร

4.10 ฉีดพ่นเชื้อราหรือสารฆ่าแมลงลงในแปลงข้าวที่มีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตามผังการทดลอง โดยช่วงเวลาการฉีดพ่นประมาณ 10.00-12.00 น. สำหรับชุดควบคุม (control) จะฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นผสม tween 80 ความเข้มข้น 0.05% โดยฉีดพ่นแปลงละ 250 มิลลิลิตร แบบการทดลอง (treatment) จึงมี 4 แบบ ดังนี้

แบบการทดลองที่1 ฉีดพ่นน้ำกลั่นผสม tween 80 ความเข้มข้น 0.05%

แบบการทดลองที่2 ฉีดพ่นสปอร์แขวนลอยของเชื้อ *Paecilomyces fumosoroseus*

แบบการทดลองที่3 ฉีดพ่นสปอร์แขวนลอยของเชื้อ *Paecilomyces lilacinus*

แบบการทดลองที่4 ฉีดพ่นสารฆ่าแมลง Isoprocarb

ทำการทดลอง 5 ซ้ำ ซ้ำละ 1 มุ้งต่อการทดลอง 1 แบบ วางแผนการทดลองแบบ Romdomized Complete Block (RCB)

4.11 นับจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เหลืออยู่ในมุ้งในนาข้าวหลังจากฉีดพ่น 10 วันและ 25 วัน โดยสุ่มนับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เหลืออยู่บนต้นข้าวจำนวน 5 กอจากต้นข้าวทั้งหมด 25 กอในแต่ละมุ้ง สุ่มเก็บเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากในมุ้งมาตรวจสอบเส้นใยของเชื้อราเช่นเดียวกับวิธีในข้อ 2.3.7 และ 2.3.8

4.12 ปล่อยแมลงอีก 300 ตัวต่อมุ้ง และเตรียมเชื้อราเช่นเดียวกับข้อ 4.8 แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 4.10 อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งระยะเวลาห่างจากการทดลองครั้งที่ 1 ได้ 26 วัน นับแมลงหลังจากฉีดพ่น 10 วัน แล้วสุ่มเก็บเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมาตรวจสอบเส้นใยของเชื้อรา เช่นเดียวกับข้อ 2.3.7 และ 2.3.8

4.13 เมื่อข้าวอายุ 90 วันหลังปักดำ เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโดยเก็บข้าว 5 กอต่อมุ้ง แล้วนำข้าวที่เก็บเกี่ยวมาตากแดดเพื่อลดความชื้น แล้วใช้มือรูดรวงข้าวให้ได้เมล็ดข้าวเปลือกออกมา นำไปวัดความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้น จดบันทึกไว้แล้วนำน้ำหนักที่ได้มาคำนวณสูตรน้ำหนักของข้าวที่ความชื้น 14%

$$\text{น้ำหนักของข้าวที่มีความชื้น 14\%} = \frac{\text{น้ำหนักสด x (100 - ความชื้นที่วัดได้)}}{100 - 14}$$

4.14 สุ่มข้าวมา 100 กรัมเพื่อนำมานับเมล็ดดี เมล็ดเสีย ชั่งน้ำหนักเมล็ดดีและเมล็ดเสีย ส่วนข้าวที่เหลือนำไปฝัดให้สะอาดแล้วนำมาชั่งน้ำหนักและใช้สูตรคำนวณน้ำหนักของข้าวที่ความชื้น 14% ข้างต้น นำน้ำหนักข้าวที่ได้จากการสุ่มข้าวมา 100 กรัมมารวมกับน้ำหนักข้าวที่เหลือจะได้น้ำหนักผลผลิตข้าว 5 กอต่อมุ้ง

4.15 วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสถิติ IRRI STAT และสรุปผลการทดลองโดยการเปรียบเทียบด้วย Duncan Multiple Range Test (DMRT)

5. **การทดสอบความสามารถของเชื้อราทั้งสองชนิดในการผลิตเอนไซม์ chitinase เพื่อศึกษาลักษณะการทำลายของเชื้อรา**

นำเชื้อราทั้งสองชนิดมาเลี้ยงบนอาหาร minimal media (ตามสูตรอาหารที่แสดงไว้ในภาคผนวกสูตรที่ 2) ในจานเลี้ยงเชื้อ ซึ่งเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีส่วนผสมของ colloidal chitin 0.2 % บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 5-7 วัน สังเกตการเกิดบริเวณใส (clear zone) รอบๆ โคโลนีของ เชื้อรา หากเกิดบริเวณใสแสดงว่า เชื้อราชนิดนี้สร้างเอนไซม์ chitinase มาย่อย chitin ที่มีอยู่ในอาหาร ทั้งนี้ chitin เป็นส่วนประกอบของผนังลำตัวของแมลง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

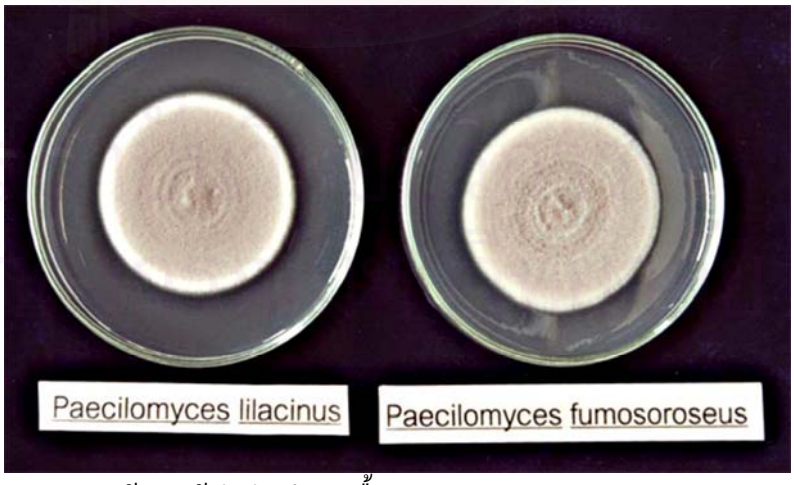
ผลการทดลอง

1. การเตรียมเชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และ *Paecilomyces lilacinus* เพื่อเปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PSA

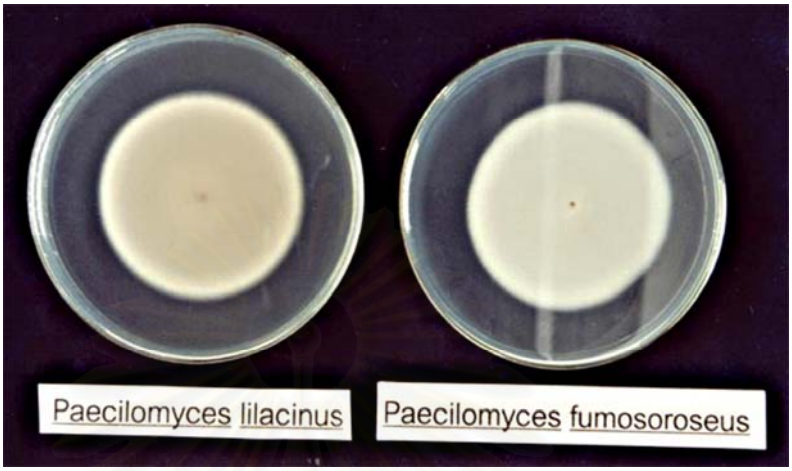
การเปรียบเทียบลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และ *Paecilomyces lilacinus* บนอาหาร เลี้ยงเชื้อ PSA พบว่า

เชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* ลักษณะโคโลนีฟูหนาคล้ายกำมะหยี่ ในระยะแรกมี สีขาวถึงชมพูอ่อนต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูอมม่วง เนื่องจากมีการสร้างสปอร์ปริมาณมาก ใต้โคโลนีเป็นสีขาวอมเหลือง เส้นใยไม่มีสี ก้านชูสปอร์แตกกิ่งออกคล้ายไม้กวาดเป็น phialide รูปร่าง flask shape สปอร์เป็นรูปยาวรี ผนังเรียบไม่มีสีมักต่อกันเป็นสายยาว ขนาดประมาณ 1-2 x 3-4 ไมครอน กลุ่มสปอร์เป็นสีชมพูม่วง (รูปที่ 8, 9 และ 10)

ส่วนเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* ลักษณะโคโลนีฟูคล้ายกำหยี่แต่หนากว่า *Paecilomyces fumosoroseus* ในระยะแรกโคโลนีมีสีขาวเช่นเดียวกัน ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีออกแดง ใต้โคโลนีในระยะแรกเป็นสีขาวอมเหลือง ต่อมาเปลี่ยนเป็นสีชมพูอมม่วง phialide มีส่วนฐานที่พอง ส่วนปลายเรียวสปอร์ cylindrical ต่อกันเป็นลูกโซ่ มีลักษณะรูปรี ผนังเรียบไม่มีสีหรือสีม่วงขนาด 2.5-3.0 x 2.0-2.2 ไมโครเมตร (รูปที่ 8, 9 และ 11)

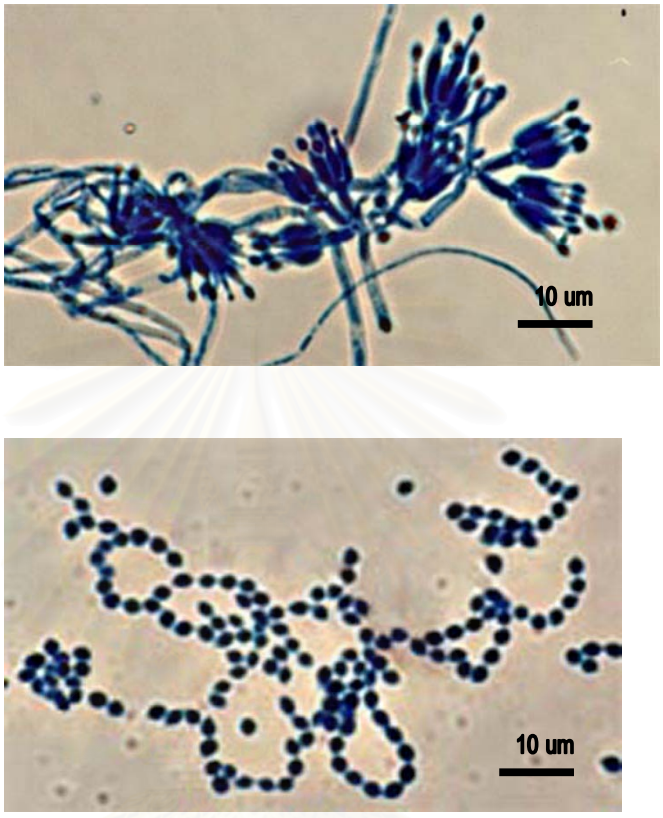


รูปที่ 8 เปรียบเทียบลักษณะด้านหน้าโคโลนีของเชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และ *Paecilomyces lilacinus*



รูปที่ 9 เปรียบเทียบลักษณะด้านหลังโคโลนีของเชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และ *Paecilomyces lilacinus*

รูปที่ 10 ลักษณะ phialide และสปอร์ของเชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus*



รูปที่ 11 ลักษณะ phialide และสปอร์ของเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus*

2. การทดสอบความสามารถของเชื้อราทั้งสองชนิดในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ

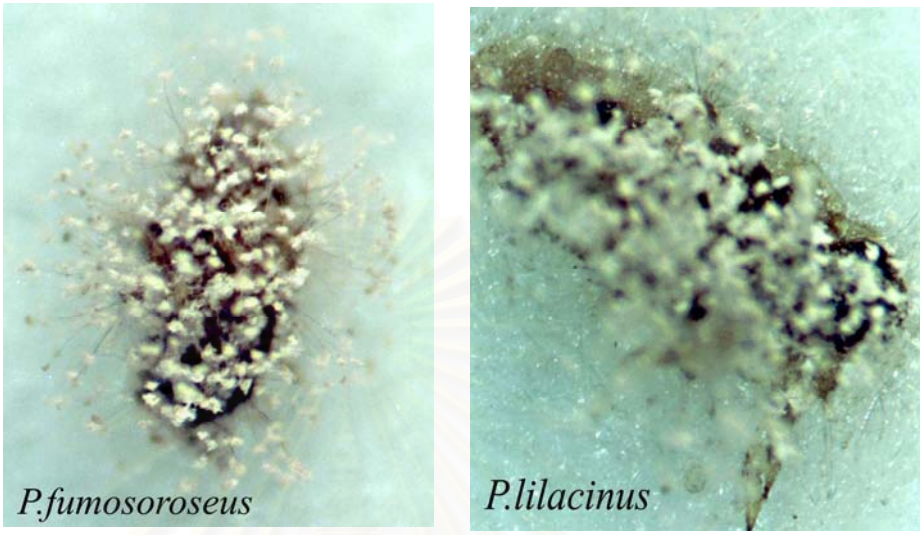
เชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* ในรูปสปอร์แขวนลอย (spore suspension) ในสารละลาย tween 80 ความเข้มข้น 0.05% ฉีดพ่นเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ฉีดพ่นน้ำกลั่นผสม tween 80 ความเข้มข้น 0.05% โดยมีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 4 ตัวต่อหลอดทดสอบ บันทึกจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายเริ่มจาก 2 วันหลังฉีดพ่นจนครบ 14 วัน และจำนวนแมลงตายสะสมทั้งหมด (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายโดยเฉลี่ยในการทดสอบความสามารถของเชื้อราในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ

เชื้อรา	จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายเฉลี่ย (ตัว) หลังจากการฉีดพ่นต่อหลอด							จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายสะสมเฉลี่ยทั้งหมด (ตัว)
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	12 วัน	14 วัน	
control	0	0	0^{ns}	0.3^{ns}	0.1^{ns}	0	0.3^{b}	0.7^{b}
P. lilacinus	0	0	0.3	0.6	0.4	0	1.6^{a}	2.9^{a}
P. fumosorseus	0	0	0	1	0	0	1.4^{a}	2.4^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการเปรียบเทียบ DMRT (Duncan Multiple Range Test)

ในระยะ 6 วันแรกของการฉีดพ่นเชื้อราแมลงตายน้อยมาก เมื่อใช้โปรแกรมทางสถิติ IRRI STAT วิเคราะห์ข้อมูลพบว่า จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายหลังจากฉีดพ่น 6, 8 และ 10 วัน ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนวันที่ 14 หลังการฉีดพ่นจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดการทดลองที่ฉีดพ่นเชื้อรามีการตายของแมลงสูงกว่าชุดควบคุมโดย *P. lilacinus* ให้จำนวนแมลงตายเฉลี่ย 1.6 ตัวต่อหลอด รองลงมา คือ *P. fumosoroseus* ให้แมลงตาย 1.4 ตัวต่อหลอด ส่วนจำนวนเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลตายสะสมทั้งหมดตลอดการทดสอบในสภาพหลอดทดสอบนั้น ในทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเชื้อราทำให้แมลงตายเฉลี่ยทั้งหมดมากกว่าชุดควบคุม โดย *P. lilacinus* ให้จำนวนแมลงตายเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.9 ตัว รองลงมา คือ เชื้อรา *P. fumosoroseus* ให้จำนวนแมลงตายเฉลี่ย 2.4 ตัว หลังจากเก็บเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายมาบ่มในจานเลี้ยงเชื้อที่มีกระดาษกรองชื้นรองอยู่ประมาณ 3-5 วันจะพบเส้นใยและสปอร์ของเชื้อราเจริญบนตัวเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (รูปที่ 12) นำไปส่องกล้องจุลทรรศน์ และเขี่ยสปอร์แตะบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PSA พบว่าลักษณะโคโลนี เส้นใยและสปอร์ของเชื้อรามีลักษณะเช่นเดียวกับ *P. fumosoroseus* และ *P. lilacinus*



รูปที่ 12 ลักษณะ *P. fumosoroseus* และ *P. lilacinus* ที่ขึ้นบนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

3.การทดสอบความสามารถของเชื้อราทั้งสองชนิดในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถางในเรือนกระจก

เมื่อใช้สปอร์แขวนลอยของเชื้อราฉีดพ่นบนตัวแมลง 100 ตัวที่เลี้ยงบนต้นข้าว 50 ต้นต่อกระถาง โดยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอยู่ในระยะตัวอ่อนระยะที่ 3-4 เปรียบเทียบกับการฉีดพ่นน้ำกลั่นผสม tween 80 ความเข้มข้น 0.05% บันทึกจำนวนแมลงตายหลังจากฉีดพ่นทุกๆ 2 วัน จนครบ 14 วัน (ตารางที่ 2) และรวมจำนวนแมลงตายสะสมเฉลี่ยทั้งหมด (ตารางที่ 2)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายโดยเฉลี่ยในการทดสอบความสามารถของเชื้อราในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง

เชื้อรา	จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายเฉลี่ย (ตัว) หลังจากการฉีดพ่นต่อข้าว 1 กระถาง							จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายสะสมเฉลี่ยทั้งหมด (ตัว)
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	12 วัน	14 วัน	
Control	0.4^{b}	0.1^{b}	1.2^{b}	3.2^{b}	10.2^{ns}	8.2^{ns}	11.1^{ns}	34.4^{b}
P. fumosoroseus	1.1^{ab}	1.3^{a}	2.1^{ab}	4.5^{a}	12.3	12.1	12.1	45.5^{a}
P. lilacinus	2.0^{a}	1.7^{a}	2.8^{a}	5.2^{a}	12.7	12.5	14.8	51.7^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการเปรียบเทียบ DMRT (Duncan Multiple Range Test)

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

หลังจากฉีดพ่นสปอร์แขวนลอยของเชื้อราจะพบว่าตั้งแต่วันที่ 2 ถึง 8 ชุดการทดลองที่ ฉีดพ่นด้วยเชื้อราจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม โดยเชื้อรา *P. lilacinus* จะให้จำนวนแมลงตายสูงสุดนับจากวันที่ 2, 4, 6 และ 8 หลังการฉีดพ่น คือ 2.0, 1.7, 2.8 และ 5.2 ตัว ตามลำดับ และเชื้อรา *P. fumosoroseus* ให้จำนวนแมลงตายรองลงมา คือ 1.1, 1.3, 2.1 และ 4.5 ตัว ตามลำดับ หลังจากการฉีดพ่นไปตั้งแต่วันที่ 10 ถึง 14 ชุดการทดลองที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อรา ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม โดยมีจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายในจำนวนใกล้เคียงกัน ส่วนจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายสะสมเฉลี่ยทั้งหมดตลอดการทดสอบในระดับขยายขนาดหน่อยทดลองนั้น ชุดการทดลองที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อรามีความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม โดยชุดการทดลองที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อรา *P. lilacinus* ให้การตายสะสมเฉลี่ยของแมลงสูงสุดคือ 51.7 ตัว รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อรา *P. fumosoroseus* ให้การตายสะสมเฉลี่ยของแมลง คือ 45.5 ตัว ซึ่งจะสังเกตได้จากต้นข้าวในชุดควบคุมจะเหี่ยวแห้งมากกว่าในชุดที่ฉีดพ่นเชื้อรา ซึ่งชุดควบคุมมีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลรอดอยู่ในจำนวนมากกว่าในชุดการทดลองที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อรา ต้นข้าวจึงถูกทำลายมากกว่า ต้นข้าวจึง เหี่ยวแห้งเร็ว (รูปที่ 13)

รูปที่ 13 ต้นข้าวที่ใช้เลี้ยงแมลงในการทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรคของเชื้อราในสภาพขยายขนาดหน่วยทดลอง

หลังจากเก็บเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายมาบ่มไว้ในจานเลี้ยงเชื้อและตรวจสอบดูเส้นใย พบเฉพาะเชื้อราชนิดเดียวกับที่ฉีดพ่นเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเมื่อย้ายสปอร์ของเชื้อราที่เจริญปกคลุมตัวเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PSA พบว่าเป็นเชื้อรา *P. fumosoroseus* และ *P. lilacinus* เนื่องจากมีเส้นใยและลักษณะโคโลนีเหมือนผลการทดลองใน ข้อ 1

4. การใช้เชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และ *Paecilomyces lilacinus* ในการ ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพนาข้าว

หลังปักดำข้าว 40 วัน ปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 200 ตัวต่อมุ้งครอบในนาข้าว หลังจากนั้น 1 วัน ฉีดพ่นสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา *P. fumosoroseus* และ *P. lilacinus* ไปบนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ความเข้มข้น 3×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และฉีดพ่นสารฆ่าแมลง Isoprocarb 50% WP ความเข้มข้น 6 กรัมต่อน้ำ 4 ลิตร เพื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อรา และชุดควบคุมซึ่งฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นผสม tween 80 ความเข้มข้น 0.05% นับแมลงหลังฉีดพ่น 10 วัน โดยนับจำนวนแมลงที่รอดอยู่ในแต่ละมุ้ง (ตารางที่ 3) แทนการนับจำนวนแมลงที่ตาย

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในการนับครั้งที่ 1 หลังจากฉีดพ่นเชื้อราและสารฆ่าแมลง Isoprocarb 10 วัน ในการทดสอบในนาข้าว

ชุดการทดลอง	จำนวนเฉลี่ยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เหลือ (ตัว) ต่อต้นข้าว 5 กอ
control	63.0[b]
P. fumosoroseus	53.4[b]
P. lilacinus	53.8[b]
Isoprocarb	24.0[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการเปรียบเทียบ DMRT

หลังจากฉีดพ่นเชื้อราและสารฆ่าแมลง 10 วัน จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่รอดโดยเฉลี่ย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดการทดลองที่ฉีดพ่นด้วยสารฆ่าแมลงทำให้จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่รอดมีจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลรอดน้อยที่สุด คือ 24 ตัว ซึ่งน้อยกว่าชุดการทดลองที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อราและชุดควบคุม แต่จากค่าเฉลี่ยของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่รอดในชุดทดลองที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อรามีค่าน้อยกว่าในชุดควบคุม โดยมีจำนวนแมลงที่รอดเฉลี่ยคือ 53.4 ตัว ซึ่งใกล้เคียงกับจำนวนแมลงที่รอดเฉลี่ยของ *P. lilacinus* คือ 53.8 ตัว

หลังสุ่มตัวอย่างเก็บเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมาบ่มเชื้อในจานเลี้ยงเชื้อ เมื่อเส้นใยและสปอร์เจริญบนตัวเพลี้ยแล้วแตะสปอร์ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PSA ได้เส้นใยและลักษณะโคโลนีของ *P. fumosoroseus* และ *P. lilacinus* เช่นเดียวกับผลการทดลองในข้อ 1 ส่วนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เก็บจากชุดการทดลองที่ฉีดพ่นสารฆ่าแมลงไม่พบเชื้อราชนิดใดเจริญบนตัวแมลงเลย

หลังจากการฉีดพ่นครั้งที่ 1 ได้ 25 วัน นับแมลงที่รอดอีกครั้งก่อนฉีดพ่นเชื้อรา, สารฆ่าแมลงครั้งที่ 2 (ตารางที่ 4) และก่อนการฉีดพ่นปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพิ่มอีก 300 ตัวต่อมุ้ง ผลการทดลองการฉีดพ่นครั้งที่ 2 นี้ ได้ตรวจนับแมลงที่รอดหลังการฉีดพ่น 10 วัน (ตารางที่ 5) และเมื่อสุ่มตัวอย่างเก็บเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากในมุ้งมาตรวจสอบเส้นใยและลักษณะโคโลนีของ เชื้อรา *P. fumosoroseus* และ *P. lilacinus* พบว่ามีลักษณะเส้นใยและโคโลนีเหมือนผลการทดลองในข้อ 1 และเพลี้ยที่เก็บจากแปลงที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อรา *P. fumosoroseus* ก็จะพบเชื้อราชนิดเดียวกันเมื่อนำเพลี้ยมาบ่มในจานเลี้ยงเชื้อให้เส้นใยและสปอร์เจริญบนตัวแมลง ส่วนแปลงที่ฉีดพ่นด้วย *P. lilacinus* ก็

เช่นเดียวกันพบเชื้อ *P. lilacinus* บนตัวแมลงที่สุ่มเก็บมาบ่มเชื้อ ส่วนเพลี้ยที่เก็บมาจากแปลงที่ฉีดพ่นสารฆ่าแมลง Isoprocarb ไม่พบเชื้อราใดเจริญบนตัวแมลงเลย

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในการนับครั้งที่ 2 หลังจากฉีดพ่นเชื้อราและสารฆ่าแมลง Isoprocarb 25 วัน ในการทดสอบในนาข้าว

ชุดการทดลอง	จำนวนเฉลี่ยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ที่เหลือ (ตัว) ต่อต้นข้าว 5 กอ
control	24.0[ns]
P. fumosoroseus	26.0
P. lilacinus	22.6
Isoprocarb	21.0

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การนับแมลงครั้งที่ 2 นี้ จำนวนแมลงที่รอดเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่จากค่าเฉลี่ยพบว่าจำนวนแมลงที่รอดน้อยที่สุดมาจากชุดการทดลองด้วยสารฆ่าแมลง Isoprocarb รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อรา *P. lilacinus* เหตุที่แมลงตายจนเหลือใกล้เคียงกัน เนื่องจากระยะนี้แมลงถึงอายุขัยที่จะตายอยู่แล้ว แต่อาจจะวางไข่ไว้ก่อนในกาบใบของข้าวทำให้ไม่พบตัวเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนต้นข้าว

ตารางที่ 5 จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลหลังจากฉีดพ่นเชื้อราและสารฆ่าแมลง Isoprocarb ครั้งที่ 2 ได้ 10 วัน ในการทดสอบในนาข้าว

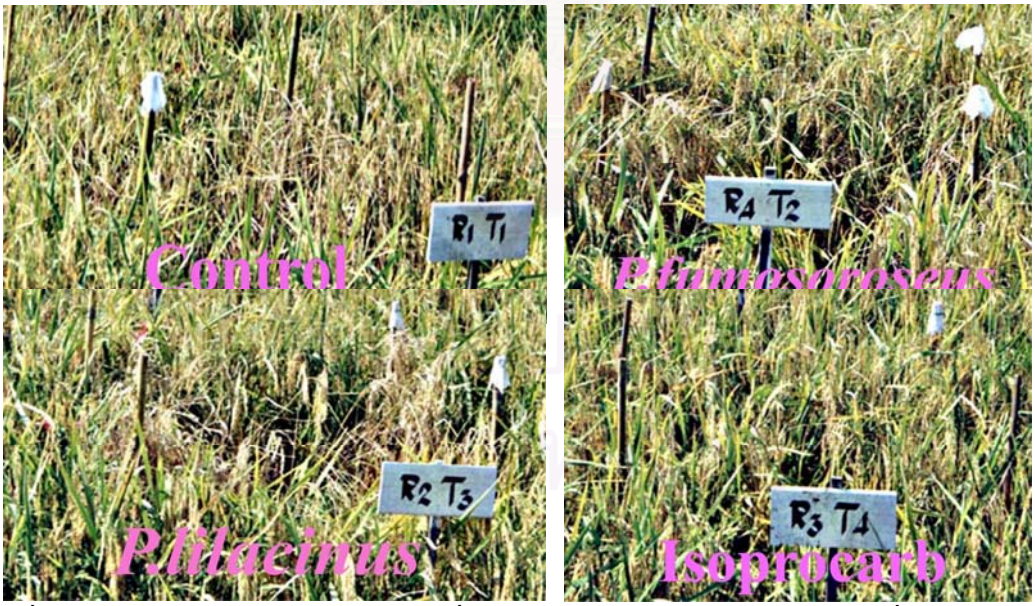
ชุดการทดลอง	จำนวนเฉลี่ยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ที่เหลือ (ตัว) ต่อต้นข้าว 5 กอ
control	395.2[b]
P. fumosoroseus	548.0[b]
P. lilacinus	327.8[b]
Isoprocarb	4.1[a]

หมายเหตุ - ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการเปรียบเทียบ DMRT

- ค่าเฉลี่ยในตารางเป็นค่าเฉลี่ยที่มีการแปลงข้อมูล (transformation) แล้ว โดยใช้ $\log_e$

หลังการฉีดพ่นครั้งที่ 2 ชุดทดลองด้วยสารฆ่าแมลงให้ค่าทางสถิติที่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ ซึ่งเห็นได้ว่ามีจำนวนเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลที่รอดเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนเชื้อรา *P. lilacinus* มีค่าเฉลี่ยของแมลงรอดน้อยกว่าชุดควบคุม แม้จะไม่สามารถลดจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้รวดเร็วเท่ากับการใช้สารฆ่าแมลง Isoprocarb และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นมากกว่า 300 ตัวในชุดการทดลองที่ใช้เชื้อราและชุดควบคุม อาจเนื่องมาจากการเจริญของตัวอ่อนของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ฟักออกมาจากไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ปล่อยไปในครั้งที่ 1 จำนวน 200 ตัว

เมื่อข้าวอายุ 90 วันหลังปักดำ เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว โดยก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตนับจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่รอดอีกครั้งในแต่ละมุ้ง ได้ผลการทดลองในตารางที่ 6 และพบว่าในชุดการทดลองที่ฉีดพ่นเชื้อรา ต้นข้าวในมุ้งเกิดอาการ hopperburn เร็วกว่าในชุดการทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลง Isoprocarb (รูปที่ 14) ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เหลืออยู่ในมุ้ง โดยชุดการทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลง Isoprocarb มีจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเหลืออยู่ในมุ้งน้อยจึงทำลายต้นข้าวน้อย อาการ hopperburn จึงเกิดได้ช้ากว่าในชุดการทดลองที่ใช้เชื้อราและชุดควบคุมซึ่งเหลือจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในมุ้งมากกว่าชุดการทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลง



รูปที่ 14 เปรียบเทียบสภาพต้นข้าวในมุ้งที่เกิดอาการ hopperburn ก่อนการเก็บเกี่ยวในแต่ละชุดการทดลอง

ตารางที่ 6 จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่รอดเฉลี่ยก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวในการทดสอบในนาข้าว

ชุดการทดลอง	จำนวนเฉลี่ยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เหลือ (ตัว) ต่อต้นข้าว 5 กอ
control	441.6[ns]
P. fumosoroseus	428.6
P. lilacinus	391.2
Isoprocarb	111.8

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่จากค่าเฉลี่ยชุดการทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลง Isoprocarb จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่รอดเฉลี่ย 111.8 ตัว ซึ่งน้อยที่สุด

หลังจากนั้นเก็บเกี่ยวข้าวโดยเกี่ยวข้าว 5 กอจาก 25 กอต่อ 1 มุ้งครอบในนาข้าว นำไป ตากแดดและนวดออกจากรวงข้าว นำมาชั่งน้ำหนักผลผลิตและคำนวณน้ำหนักผลผลิตข้าวที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 น้ำหนักเฉลี่ยของเมล็ดข้าว (กรัม) จากต้นข้าว 5 กอใน 1 มุ้ง

ชุดการทดลอง	น้ำหนักผลิตข้าวที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ (กรัม) ต่อต้นข้าว 5 กอ
control	114.6[b]
P. fumosoroseus	109.8[b]
P. lilacinus	117.1[b]
Isoprocarb	175.6[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการเปรียบเทียบ DMRT

ผลผลิตข้าวเป็นไปในทางสอดคล้องกับจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่รอดอยู่ในมุ้ง โดยชุดการทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลง Isoprocarb มีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลรอดน้อยที่สุด (ตารางที่ 6) จึงมีผลผลิตข้าวที่ดีที่สุดและให้ความแตกต่างทางสถิติ คือ 175.6 กรัม และเชื้อรา *P. lilacinus* มีจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลรอดอยู่รองลงมา (ตารางที่ 6) ทำให้มีผลผลิตข้าวรองลงมา คือ 117.1 กรัม เมื่อนำข้าวที่เก็บเกี่ยวได้มานับจำนวนเมล็ดดี-เมล็ดเสียจากข้าว 100 กรัมและชั่งน้ำหนัก เมล็ดดี-เมล็ดเสียของข้าว 50 เมล็ด ได้ผลการทดลองในตารางที่ 8 และรูปที่ 15

ตารางที่ 8 จำนวนเมล็ดดี เมล็ดเสีย จากข้าว 100 กรัมและน้ำหนักเมล็ดดี เมล็ดเสียของข้าว 50 เมล็ดจากชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	จำนวนเมล็ดข้าวดี จากข้าว 100 กรัม (เมล็ด)	จำนวนเมล็ดข้าวเสีย จากข้าว 100 กรัม (เมล็ด)	น้ำหนักเมล็ดข้าวดี จำนวน 50 เมล็ด (กรัม)	น้ำหนักเมล็ดข้าวเสีย จำนวน 50 เมล็ด (กรัม)
control	3,955.8^{ns}	1,569.8^{ns}	1.1^{ab}	0.3^{ns}
P. fumosoroseus	3,702.2	2,335.6	1.1^{b}	0.2
P. lilacinus	4,133.8	2,431.0	1.1^{b}	0.3
Isoprocarb	3,726.0	631.6	1.3^{a}	0.3

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการเปรียบเทียบ DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 15 เปรียบเทียบลักษณะเมล็ดข้าวที่เก็บเกี่ยวจากแปลงนาข้าวของชุดการทดลองแต่ละชุด

จำนวนเมล็ดข้าวดี เมล็ดข้าวเสียและน้ำหนักเมล็ดข้าวเสีย ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนน้ำหนักเมล็ดข้าวดี ชุดการทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลง Isoprocarb ให้น้ำหนักมากที่สุด คือ 1.3 กรัม แสดงให้เห็นว่า ชุดการทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลง Isoprocarb ให้น้ำหนักเมล็ดข้าวต่อ 1 เมล็ดมาก เมล็ดใหญ่จึงได้มีจำนวนเมล็ดดีใน 100 กรัมน้อย ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใช้ *P. lilacinus* มีจำนวนเมล็ดดีมาก แต่มีน้ำหนักเมล็ดน้อย ชุดการทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลง Isoprocarb นั้นมีจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่รอดน้อย ส่งผลให้ผลผลิตข้าวมากและทำให้ปริมาณเมล็ดสมบูรณ์มีมากและ น้ำหนักเมล็ดมากตามด้วย

5. การทดสอบความสามารถของเชื้อราทั้งสองชนิดในการผลิตเอนไซม์ chitinase

เมื่อเลี้ยงเชื้อราบนอาหาร minimal media ซึ่งเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีส่วนผสมของ chitin พบว่าไม่เกิดบริเวณใส (clear zone) รอบๆ โคโลนีของเชื้อราทั้งสองชนิดนี้ แสดงว่าเชื้อราทั้งสองชนิดอาจจะไม่มีเอนไซม์ chitinase หรือมีไม่เพียงพอมาย่อย chitin ในอาหาร หากย่อย chitin ได้จะเกิดบริเวณใสเพราะ chitin บริเวณนั้นถูกย่อยจากอาหารที่ขุ่นจะเปลี่ยนเป็นใส

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. การเตรียมเชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และ *Paecilomyces lilacinus* เพื่อเปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PSA

การเปรียบเทียบลักษณะโคโลนีของรา *P. fumosoroseus* และ *P. lilacinus* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PSA โดยนำเชื้อรา *P. fumosoroseus* ที่เก็บใน PSA slant เป็นเวลา 4 ปี ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส แล้วนำมาเลี้ยงบนอาหาร PSA พบว่า ลักษณะโคโลนีมีลักษณะเดียวกับที่ Samson (1974) รายงานไว้ คือ โคโลนีมีสีขาวในระยะแรกและต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีออกชมพู โดยเฉพาะเมื่อสร้างสปอร์มาก ด้านหลังโคโลนีไม่มีสีหรือมีสีเหลือง ไม่มีกลิ่น เส้นใยมีผนังเรียบ ไม่มีสี มี conidiophore ที่ตั้งตรงชูขึ้นมาจากเส้นใยผนังเรียบ ไม่มีสี มีแขนงที่ให้กำเนิด phialide 4-6 phialide มีลักษณะฐานกลมถึงรี มีปลายยาว conidia มีลักษณะทรงกระบอก ถึง fusiform ผนังเรียบ ไม่มีสีหรือสีชมพูอ่อน มีขนาด 3-4 x 1-2 ไมโครเมตร ไม่มี chlamydospores อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญคือ 20-30 องศาเซลเซียส (Vidal และคณะ, 1997a)

P. fumosoroseus เป็นเชื้อราที่มีรายงานว่า สามารถแยกได้จากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เก็บจากนาข้าวที่สถาบันข้าววิจัยนานาชาติ ประเทศฟิลิปปินส์ (Rombach และคณะ, 1994)

ส่วนเชื้อรา *P. lilacinus* ลักษณะโคโลนีฟูคล้ายกำหยี่แต่หนากว่า *P. fumosoroseus* ลักษณะโคโลนีมีลักษณะเดียวกับที่ Samson (1974) รายงานไว้ในระยะแรกโคโลนีมีสีขาว เช่นเดียวกันกับ *P. fumosoroseus* ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง ใต้โคโลนีในระยะแรกเป็นสีขาว อมเหลือง ต่อมาเปลี่ยนเป็นสีชมพูอมม่วงซึ่งมีสีเข้มกว่าใต้โคโลนีของ *P. fumosoroseus* phialide มีส่วนฐานที่พองส่วนปลายเรียว สปอร์ cylindrical ต่อกันเป็นลูกโซ่ มีลักษณะรูปรี ผนังเรียบไม่มีสีหรือสีม่วงขนาด 2.5-3.0 x 2.0-2.2 ไมโครเมตร ไม่มี chlamydospore อุณหภูมิที่เหมาะแก่การเจริญคือ 25 องศาเซลเซียส

P. lilacinus จะพบบนแมลง ไส้เดือนฝอยและในดิน (Rombach และคณะ, 1994) Rombach และคณะ (1986b) ได้ทดสอบเชื้อรา *P. lilacinus* ก่อให้เกิดโรคในแมลงในนาข้าวโดยใช้ในรูปเส้นใยแห้งอัตรา 1.5-2 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายได้

2. การทดสอบความสามารถของเชื้อราทั้งสองชนิดในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ

จากการทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรคของเชื้อราทั้งสองชนิดต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบโดยฉีดพ่นสปอร์แขวนลอยในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อที่เติม Tween 80 ความเข้มข้น 0.05% แล้วเลี้ยงแมลงไว้ในหลอดทดสอบที่ใส่ต้นข้าวเพื่อเป็นอาหารของแมลง แล้วตรวจ

นับจำนวนแมลงตาย พบว่าแมลงตายหลังจากฉีดพ่นเชื้อราในวันที่ 6 เนื่องจากเชื้อราต้องใช้ระยะเวลาในการก่อให้เกิดโรค ทำให้ในวันแรกๆ ของการฉีดพ่นมีจำนวนแมลงตายน้อย Osborne และ Landa (1992) รายงานว่า เชื้อรา *Paecilomyces* จะเกิดกระบวนการติดเชื้อต่อแมลงในระยะเวลาภายใน 24-48 ชั่วโมง และเส้นใยของเชื้อราจะเจริญภายใน ลำตัวแมลงภายใน 4-6 วัน และผลิตสปอร์จำนวนมากในวันที่ 7-9 หลังจากที่เกิดการติดเชื้อ ซึ่งจากการที่วันแรกๆ ของการฉีดพ่นเชื้อรา แมลงได้รับเชื้อแล้วแต่เชื้อรากำลังฟักตัวอยู่ แล้วจึงมาแสดงผลให้เห็นในวันที่ 6 หลังจากฉีดพ่นเชื้อรา (ตารางที่ 1) ซึ่งในวันที่ 6 เชื้อรา *P. lilacinus* ทำให้แมลงตายก่อนเชื้อรา *P. fumosoroseus* แสดงว่า *P. lilacinus* ใช้เวลาในการเข้าทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้เร็วกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเชื้อรา *P. fumosoroseus* ได้เก็บรักษาในสภาพ PSA slant นานถึง 4 ปี โดยไม่มีการนำมาฉีดพ่นบนแมลงเพื่อให้เชื้อคงความรุนแรง เมื่อนำมาใช้ทดสอบจึงแสดงความรุนแรงน้อยกว่าเชื้อ *P. lilacinus* ซึ่งเป็นเชื้อที่ได้รับจากศาสตราจารย์ ดร. สืบศักดิ์ สนธิรัตน ที่มีการใช้ทดสอบต่อไส้เดือนฝอยอยู่ในขณะนั้น จึงมีความสามารถในการเข้าทำลายแมลงได้เร็วกว่า *P. fumosoroseus* และเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับงานวิจัยของนฤมล ศุภวนานุสรณ์ (2539) พบว่า การฉีดพ่นเชื้อราในสภาพหลอดทดสอบ แมลงตายในวันที่ 7 หรือหากแมลงตายก่อนวันที่ 7 จะมีจำนวนแมลงตายน้อยมาก ส่วนหลังการฉีดพ่นในวันที่ 8 และ 10 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องมาจากแมลงเริ่มมีอายุมากขึ้นซึ่งจะครบวงชีวิตของแมลงจึงทำให้มีการตายไม่แตกต่างกัน แต่หากดูจากค่าเฉลี่ยจะ พบว่าแมลงในชุดการทดลองที่ฉีดพ่นเชื้อราจะมีการตายของแมลงมากกว่าชุดควบคุมเนื่องจากแมลงได้รับเชื้อราจึงเป็นการเร่งทำให้แมลงตายได้เร็วกว่าแมลงที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นเชื้อราจึงมีจำนวนแมลงตายมากกว่า สำหรับการตรวจนับจำนวนแมลงวันที่ 14 หลังการฉีดพ่น และจำนวนแมลงตายสะสมนั้นพบว่า ชุดการทดลองที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อรามีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยชุดการทดลองที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อรามีจำนวนแมลงตายมากกว่าชุด ควบคุม และต้นข้าวที่ใช้เลี้ยงเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในชุดควบคุมตายเร็วกว่าในชุดการทดลองที่ฉีดพ่นเชื้อรา เนื่องจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในชุดควบคุมตายน้อยกว่าในชุดการทดลองที่ ฉีดพ่นด้วยเชื้อรา ทำให้จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ดูดน้ำเลี้ยงบนต้นข้าวมีมากกว่าจึงทำให้ต้นข้าวโทรมเร็วกว่าต้นข้าวในชุดการทดลองที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อรา ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเชื้อราทั้งสองชนิดนี้มีความสามารถในการก่อให้เกิดโรคต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

หากพิจารณาถึงความเข้มข้นของเชื้อราที่ใช้นั้นใช้ที่ระดับความเข้มข้น $3x10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ซึ่ง Ferron (1981) รายงานว่า การใช้เชื้อราในการทดสอบการก่อโรคต่อแมลงในสภาพห้องปฏิบัติการมักใช้ในระดับความเข้มข้นระหว่าง 10^6-10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งหากใช้ความเข้มข้นที่ต่ำเกินไปจะทำให้มีจำนวนสปอร์ไม่เพียงพอต่อการปกคลุมตัวแมลง และหากใช้ความ

เข้มข้นที่สูงเกินไปจะมีผลไปลดประสิทธิภาพของเชื้อราซึ่งเชื้อราเกิดภาวะแข่งขันซึ่งกันและกัน ในการเข้าทำลายแมลง ทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงต่ำ (Bandara และ Ahangama, 1994)

ส่วนปัจจัยในการเกิดโรค ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และแสง ในการทดลองอุณหภูมิ มีผลต่อการงอกของสปอร์ โดยการงอกของสปอร์และการเจริญของเส้นใยมีแนวโน้มจะลดลงเมื่ออุณหภูมิมากกว่า 25 องศาเซลเซียส และจะหยุดการงอกเมื่ออุณหภูมิมากกว่า 32 องศาเซลเซียส (Osborne และ Landa, 1992) ซึ่งขณะทำการทดลองมีการฉีดพ่นเชื้อราในตอนเย็น ซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิลดต่ำลงจึงไม่เป็นอันตรายต่อเชื้อรา และการทดสอบในสภาพห้อง ปฏิบัติการนั้นเชื้อราไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง ซึ่งปัจจัยแสงมีผลกระทบต่อการมีชีวิตและการงอกของสปอร์ แสงอาทิตย์จะฆ่าสปอร์ของเชื้อราได้ (Roberts และ Yendol, 1971) โดยเฉพาะรังสีอุลตร้าไวโอเลตเป็นอันตรายต่อสปอร์ของ *P. fumosoroseus* (Fargue และคณะ, 1997) ความชื้นเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการงอกของสปอร์ โดยเชื้อราโรคแมลงมักงอกเมื่อมีความชื้นสูง (Samuels และคณะ, 1989) โดยเฉพาะเชื้อราโรคแมลงในกลุ่ม Deuteromycetes จะไม่งอกที่ความชื้นต่ำกว่า 93 เปอร์เซ็นต์ (Walstad และคณะ, 1970) ส่วน *P. fumosoroseus* ต้องการความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์สำหรับการเข้าทำลายแมลง (Osborne และ Landa, 1992) ความชื้นมีความสำคัญต่อการงอกของเชื้อราและยังมีอิทธิพลต่อการสร้างสปอร์บนตัวแมลงที่ตาย ซึ่งจะทำให้แพร่ระบาดไปยังแมลงตัวอื่นๆ ต่อไปได้ (Roberts และ Yendol, 1971)

3.การทดสอบความสามารถของเชื้อราทั้งสองชนิดในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถางในเรือนกระจก

จากผลการทดลองในตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับการทดสอบในสภาพหลอดทดลอง (ตารางที่ 1) พบว่า การตายของแมลงในการทดสอบในกระถางมีการตายเร็วกว่าในสภาพหลอดทดสอบ โดยในหลอดทดสอบแมลงตายเมื่อวันที่ 6 หลังการฉีดพ่น ส่วนในการทดสอบในกระถางแมลงตายเมื่อวันที่ 2 หลังการฉีดพ่น ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองในกระถางของนฤมล ศุภวนานุสรณ์ (2539) ซึ่งแมลงตายหลังจากฉีดพ่นในวันที่ 3 การที่แมลงตายในวันที่ 2 หลังจากฉีดพ่นเมื่อทดสอบในกระถางซึ่งแมลงตายเร็วกว่าเมื่อเทียบกับการทดลองในสภาพหลอดทดสอบ ทั้งนี้เนื่องจากได้นำแมลงมาจากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ซึ่งได้ดูดแมลงเก็บใส่หลอดทดสอบไว้แล้วเดินทางมาทำการทดลองที่โรงเรือนภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำให้แมลงขาดอาหารและสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญในชั่วขณะ ทำให้เกิดความอ่อนแอจึงง่ายต่อการติดเชื้อราที่ฉีดพ่น ประกอบกับการฉีดพ่นในกระถางใช้ขวดพลาสติกเจาะรูที่ก้นขวดแล้วใช้ผ้าขาวบางปิดรูที่ก้นขวดแล้วครอบกระถางข้าวเอาไว้ ทำให้เกิดสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อรา เนื่องจากการครอบกระถางทำให้เกิดความชื้นขึ้น ภายในโดยสังเกตจากมีไอน้ำ

เกาะอยู่รอบขวด ซึ่งสภาพความชื้นสูงเหมาะแก่การงอกของ สปอร์ โดยความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ จำเป็นสำหรับการงอกของสปอร์ของเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคในแมลง (Castineiras และคณะ, 1996) Aguda และคณะ (1985) รายงานว่า เชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคในแมลงจะทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายภายใน 2-7 วัน ในช่วงวันแรกๆ หลังการฉีดพ่นมีแมลงตายในแต่ละชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตั้งแต่วันที่ 10, 12 และ 14 หลังจากฉีดพ่นเชื้อรา ชุดการทดลองที่ฉีดพ่นเชื้อราให้ผลไม่แตกต่างกับ ชุดควบคุม ซึ่งเกิดจากอายุของแมลงโดยแมลงมีอายุมากขึ้นใกล้หมดวงชีวิตจึงมีการตาย ไม่แตกต่างกัน แต่จากชุดการทดลองที่ฉีดพ่นเชื้อรามีจำนวนแมลงตายมากกว่าเนื่องจากเชื้อรามีผลทำให้แมลงตายมากกว่าและเร็วกว่าในชุดควบคุม ซึ่งเห็นได้จากจำนวนแมลงตายสะสม ตลอดการทดลองชุดการทดลองที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อรามีจำนวนแมลงตายมากกว่าชุดควบคุม

หลังจากการแยกเชื้อราจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายพบเชื้อราทั้งสองชนิด ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเชื้อรามีผลในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเชื้อราทั้งสองชนิดนี้ไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่จากค่าเฉลี่ยเชื้อรา *P. lilacinus* ทำให้แมลงตายมากกว่า *P. fumosoroseus* อาจเนื่องมาจากสภาพเชื้อราของ *P. fumosoroseus* มีการเก็บรักษาที่นานหลายปีจึงนำมาฉีดพ่นผ่านแมลง แล้วแยกเชื้อกลับมาใช้ใหม่เพื่อให้ได้เชื้อที่มีความรุนแรง แต่เชื้อรา *P. fumosoroseus* ก็ยังมีความรุนแรงน้อยกว่า *P. lilacinus* ซึ่งไม่ได้เก็บรักษาในเวลาที่นานเท่า *P. fumosoroseus* ซึ่งอาจแก้ปัญหาโดยการใช้วิธี spray-drying technique โดยทำให้ blastospores ของเชื้อราแห้งและ/หรือ submerged conidia ซึ่งไม่ทำให้สูญเสียความมีชีวิตและเป็นการยืดเวลาการสูญเสียประสิทธิภาพของเชื้อราซึ่งสามารถใช้ได้กับเชื้อรา *Metarhizium flavoviride, M. anisopliae, B. bassiana* และ *P. fumosoroseus* โดยให้อุณหภูมิ inlet และ outlet เป็น 64.2 และ 48.2 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และ protective agent ที่ดีที่สุดสำหรับ submerged spore คือ skimmed milk powder ที่ความเข้มข้น 10 หรือ 20 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มน้ำตาล 2.5 % sugar-beet syrup ลงไปเพื่อปรับปรุงความมีชีวิตหลังจากการทำ spray-drying และการทดสอบการงอกของสปอร์เหล่านี้กับสปอร์ใหม่ๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งวิธีนี้สามารถเก็บรักษาสปอร์ของเชื้อราโรคแมลงได้ (Stephan และ Zimmermann, 1998) วิธีนี้อาจทำให้ชะลอการลดลงของประสิทธิภาพของเชื้อราโรคแมลงไว้ได้และ *P. fumosoroseus* ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้จะได้มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงที่ดีขึ้น

นอกจากนี้ระยะการเจริญเติบโตของแมลงมีส่วนสำคัญสำหรับการใช้เชื้อราควบคุมแมลง โดย Holdom และคณะ (1988) รายงานว่า เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในระยะตัวเต็มวัยจะถูกเชื้อรา *Erynia delphacis* เข้าทำลายได้ดีกว่าเพลี้ยที่อยู่ในระยะตัวอ่อน เนื่องจากแมลงในระยะตัวอ่อนมีการลอกคราบ ทำให้สปอร์ของเชื้อราที่ติดอยู่ลำตัวของแมลงหลุดไปกับคราบของแมลงเมื่อมีการลอก

คราบ โดยที่เชื้อรายังไม่มีการงอกแทงทะลุผิวลำตัวเข้าไปภายในช่องลำตัวแมลง ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในการเข้าทำลายแมลงของเชื้อรา ดังนั้นจึงควรฉีดพ่นซ้ำอีกครั้ง หลังจากฉีดพ่นครั้งแรก

4. การใช้เชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และ *Paecilomyces lilacinus* ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพนาข้าว

จากผลการทดลองการนับแมลงหลังจากฉีดพ่นครั้งที่หนึ่ง 10 วัน พบว่าจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เหลืออยู่ในมุ้งครอบในนาข้าวในชุดควบคุมที่ฉีดพ่นสารฆ่าแมลง Isoprocarb ให้จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่รอดน้อยกว่าในชุดการทดลองอื่นๆ โดยชุดการทดลองที่ ฉีดพ่นเชื้อราไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม เนื่องจากสารฆ่าแมลง Isoprocarb มีผลการควบคุมที่รวดเร็วกว่าการใช้เชื้อรา ซึ่งจากการทดลองของ Mishra และ Sontakke (1986) พบว่าสารฆ่าแมลง Isoprocarb, Carbofuran และ BPMC ให้ผลควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดี เมื่อเทียบกับการใช้สารฆ่าแมลง Phorate, Quinalphos และ Disulfoton ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

เมื่อนับแมลงครั้งที่ 2 หลังการฉีดพ่น 25 วัน พบว่ามีจำนวนแมลงรอดอยู่น้อยไม่มีความแตกต่างทางสถิติในระหว่างชุดการทดลอง ซึ่งเนื่องมาจากอายุของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ใกล้จะครบวงชีวิตจึงมีการตายมาก เมื่อตรวจนับจึงมีปริมาณแมลงน้อยจึงได้ปล่อยแมลงเพิ่มอีก 300 ตัว ซึ่งหลังจาการปล่อยแมลงเพิ่มในครั้งนี้ทำให้มีผลต่อการนับครั้งที่ 3 หลังการฉีดพ่นครั้งที่ 2 ได้ 10 วัน จึงมีจำนวนแมลงมากเกินไป ซึ่งเนื่องมาจากก่อนการกางมุ้งครอบในนาข้าวมีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลหลงอยู่ในนาข้าวอยู่ก่อนแล้ว ซึ่งมีการวางไข่อยู่ในกาบใบทำให้มองไม่เห็นแมลงในนาข้าว ซึ่งจากการศึกษาการเคลื่อนย้ายและการแพร่กระจายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลของเฉลิม และคลาด (2539) พบว่าการใช้กับดักทางอากาศตรวจดูปริมาณการเปลี่ยนแปลงของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีพบว่า ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีเป็นแหล่งกำเนิดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทั้งปี และแพร่กระจายไปแหล่งปลูกข้าวรอบนอกต่อไป จึงทำให้มีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอาศัยอยู่ในแปลงนาทดสอบก่อนการครอบมุ้งในนาข้าว ปรีชา วังศิลาบัตร (2533) พบว่า เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจะย้ายลงนาข้าวตั้งแต่ระยะกล้าหรือระยะข้าวที่ยังเล็ก และจะเพิ่มปริมาณในนาข้าวนั้นประมาณ 3 ชั่วอายุขัย (generation) ต่อการปลูกข้าว 1 ฤดู และจากการทดลองเมื่อปล่อยแมลงเพิ่มมากขึ้นยิ่งทำให้แมลงในนาข้าวมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น โดยทั่วไปเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสามารถเพิ่มประชากรได้ 21 เท่าต่อหนึ่งชั่วอายุขัย (ปรีชา วังศิลาบัตร, 2533) ฉะนั้นเมื่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เหลืออยู่จากการฉีดพ่นครั้งที่ 1 มีการวางไข่จึงเพิ่มปริมาณประชากรเพลี้ยในนาข้าว เมื่อตรวจนับครั้งที่ 2 แมลงในนาข้าวลดลงไป เนื่องจาก ตัวเต็มวัยมีอายุขัยครบวงชีวิตจึงพบจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในชุดการทดลองทุกชุดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และไข่ถูกวางในกาบใบข้าวจึงมองไม่เห็น ประกอบกับตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายไป จึงมีการปล่อยแมลงเพิ่ม 300

ตัวซึ่งเมื่อตรวจนับแมลงหลังการฉีดพ่นครั้งที่ 2 จึงพบปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มากเกิน ซึ่งจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มีมากนี้มาจากปริมาณแมลงที่ฟักออกจากไข่เนื่องจากการปล่อยแมลงครั้งแรก รวมกับแมลงในนาข้าวที่มีอยู่ก่อน และแมลงที่ปล่อยเพิ่มอีก 300 ตัว ผลการทดลองจึงเห็นปริมาณแมลงในการนับครั้งนี้มีสูง และเห็นความแตกต่างทางสถิติในชุดการทดลองที่ฉีดพ่นสารฆ่าแมลง Isoprocarb ที่มีปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เหลือน้อยแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดกว่าชุดการทดลองอื่นๆ และเหตุที่ชุดการทดลองที่ฉีดพ่นสารฆ่าแมลง Isoprocarb มีปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในปริมาณน้อยเนื่องจากผลของสารฆ่าแมลง Isoprocarb สามารถควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ได้ดีและรวดเร็วกว่าเชื้อราจึงทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเหลืออยู่น้อย จึงทำให้การเพิ่มปริมาณในรุ่นถัดมาจึงมีต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น ในขณะที่ชุดการทดลองอื่นมีปริมาณเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลสูงมาก

แม้ชุดการทดลองที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อราก็ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม แต่หากสังเกตจากค่าเฉลี่ยจะพบว่า เชื้อรา *P. lilacinus* มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าเมื่อเทียบกับชุด การทดลองที่ใช้เชื้อรา *P. fumosoroseus* และชุดควบคุม ซึ่งเหตุที่เชื้อราไม่ประสบความสำเร็จในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวเมื่อเทียบกับการใช้สารเคมีเนื่องจากระบบ นิเวศน์วิทยาไม่เอื้ออำนวยต่อการเจริญของเชื้อรา

การใช้เชื้อราในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลต้องขึ้นกับปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น ความคงทนในสภาพแวดล้อม จากการทดลองการฉีดพ่นเชื้อราในนาข้าวทำในตอนช่วงสายของวันซึ่งแสงแดดมีผลต่อสปอร์ของเชื้อรา แสงอาทิตย์ที่ส่องมายัง พื้นโลกมีความยาวคลื่นตั้งแต่ 300-3000 นาโนเมตร โดยรังสีอุลตร้าไวโอเลตมีอันตรายต่อ จุลินทรีย์โดยเฉพาะรังสี ultraviolet B (Smits และคณะ, 1997) Smits และคณะ (1996) ได้ศึกษาผลของรังสี UVB ต่อสปอร์ของเชื้อรา *P. fumosoroseus* พบว่ารังสี UVB ที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียสทำให้การงอกและการสร้างโคโลนีของสปอร์ *P. fumosoroseus* ลดลง ในสภาพรังสีธรรมชาติ อัตราการงอกและความมีชีวิตของสปอร์ลดลงสองเท่าที่ 35 องศาเซลเซียสเมื่อเทียบกับที่ 25 องศาเซลเซียส Fargues และคณะ (1997) รายงานว่า หลังจากที่ สปอร์ได้รับรังสีแล้วทดสอบความงอก ความมีชีวิตของสปอร์ และความสามารถในการเข้าทำลายตัวหนอนของ *Spodoptera frugiperda* ลดลง นอกจากนี้หากได้รับแสงในระยะเวลา นานขึ้นจะทำให้ความมีชีวิตของสปอร์ลดลง โดยสปอร์ของ *P. fumosoroseus* จะอ่อนแอที่สุดเมื่อเทียบกับสปอร์ของเชื้อรา *Beauveria bassiana* และ *Metarhizium flavoviride* (Fargues และคณะ, 1996) จากผลการทดลองในนาข้าว ชุดการทดลองที่ฉีดพ่นเชื้อรามีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ต่ำกว่าชุดการทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลง Isoprocarb ซึ่งเนื่องจากรังสี UVB นี้ทำให้สปอร์ของเชื้อราในชุดการทดลองที่ฉีดพ่นเชื้อราลดการงอกและความมีชีวิตของสปอร์ลง จึงควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ไม่ดีเท่ากับสารฆ่า

แมลง Isoprocarb แต่อย่างไรก็ตามการกระจายของรังสี UVB บนพื้นโลกก็ขึ้นกับสถานที่ เวลาของการทดลอง สภาพอากาศ หรือทิศทางของแสงที่ตกกระทบสปอร์ (Smits และคณะ, 1997)

อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อรา Vidal และคณะ (1997a) รายงานว่าสภาพอุณหภูมิที่สูง 30-40 องศาเซลเซียสจะเป็นตัวจำกัดการเจริญของเชื้อรา *P. fumosoroseus* มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ (8-11 องศาเซลเซียส) ส่วนการเจริญของเชื้อ *P. lilacinus* เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 24-30 องศาเซลเซียส และเจริญได้น้อยที่สุดที่อุณหภูมิ 12 และ 36 องศาเซลเซียส (Cabanillas และคณะ, 1989) โดยในการทดลองครั้งนี้ตลอดระยะเวลาการทดลองตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงตุลาคม พ.ศ. 2542 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงตุลาคม คือ 32.3-33.6 องศาเซลเซียส (Meteorological Department, 1999a) ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมต่อเชื้อราทั้งสองชนิดนี้ และในวันที่มีการ ฉีดพ่นเชื้อราครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยคือ 33.8 และ 30.3 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งสูงเกินอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราทั้งสองชนิดนี้ ส่วนอุณหภูมิ ต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม พ.ศ. 2542 คือ 23.9-25.1 องศาเซลเซียส (Meteorological Department, 1999b) สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล คือที่ 25-30 องศาเซลเซียสจะทำให้วางไข่ได้เร็วและระยะตัวอ่อนพัฒนาได้เร็ว เมื่ออุณหภูมิ สูงขึ้นการพัฒนาจะเร็วขึ้น ตัวเมียของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจะมีระยะเวลาการวางไข่ 21 วัน เมื่ออยู่ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสจะทำให้ระยะเวลาการ วางไข่ลดลง 3 วัน ตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเจริญได้ที่อุณหภูมิ 10-32 องศาเซลเซียสและเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจะเพิ่มมากขึ้นในเดือนกันยายนและตุลาคม (Pathak และ Khan, 1994) และจากการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่จังหวัดกาญจนบุรีในปีพ.ศ. 2531 พบว่าอุณหภูมิสูงเฉลี่ยเกินกว่า 35 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการระบาดของเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลประมาณ 240 เฮกแตร์ ทำให้เกิดอาการ hopperburn ในพื้นที่ประมาณ 12.8 เฮกแตร์กับพื้นที่นาที่ปลูกข้าวพันธุ์ กข 7 (Sindhusake และคณะ, 1988) ซึ่งสอดคล้องกับอุณหภูมิที่สูงในช่วงการทดสอบในนาข้าวที่มีอุณหภูมิสูงเกิน 30 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ไม่เหมาะต่อการเจริญของสปอร์แล้วยังเป็นอุณหภูมิที่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสามารถเจริญได้ จึงเกิดปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมากในชุดการทดลองแต่ละชุด แต่หากอุณหภูมิในนาข้าวมากกว่า 31 องศาเซลเซียส จะมีผลยับยั้งการมีชีวิตและการเจริญพันธุ์ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Xiaoping และคณะ, 1992) อุณหภูมิจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล นอกจากนี้อุณหภูมิสูงยังมีผลต่อการใช้สารฆ่าแมลงโดยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจะอ่อนแอต่อสารฆ่าแมลงที่อุณหภูมิสูง สารฆ่าแมลง BPMC, Carbaryl, Carbofuran, Diazinon และ Malathion จะมี LD_{50} ต่ำสำหรับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมี LD_{50} ต่ำที่อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียสต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส (Fabellar และ Mochida, 1988)

นอกจากอุณหภูมิแล้วความชื้นสัมพัทธ์เป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการงอกของสปอร์ของเชื้อรา การเจริญของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลด้วย โดยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเจริญ เติบโตและแพร่พันธุ์ได้ดีบริเวณที่มีความชื้นสูง (วัชระ ภูรีวิโรจน์กุล, 2533) ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างการทดลองในนาข้าวในช่วงเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม พ.ศ. 2542 มีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ยคือ 80-88 เปอร์เซ็นต์ (Meteorological Department, 1999c) ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ยคือ 46-53 เปอร์เซ็นต์ ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี (Meteorological Department, 1999d) ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสำหรับการเจริญของเชื้อรา *P. fumosoroseus* คือ ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์สำหรับการเข้าทำลายแมลง (Osborne และ Landa, 1992) และปริมาณฝนเฉลี่ยในระหว่างเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม พ.ศ. 2542 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีคือ 180.9-219.3 มิลลิเมตร (Meteorological Department, 1999e) ซึ่งปริมาณฝน ที่มากมีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ในนาข้าว โดยในเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม พ.ศ. 2542 มีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย คือ 15, 14, 16, 16, 15 วันในแต่ละเดือนตามลำดับ (Meteorological Department, 1999e) และน้ำฝนทำให้สารฆ่าแมลงที่ฉีดพ่นสูญเสียประสิทธิภาพไป หากฉีดพ่นสารฆ่าแมลงแล้วมีฝนตกหลังจากนั้นก่อน 3 ชั่วโมงจะลดประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงลง หากฝนตกภายหลังการฉีดพ่น 24 ชั่วโมง ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงจะลดลงเล็กน้อย (Krishnaiah และ Kalode, 1983) ส่วนเชื้อราก็เช่นเดียวกัน หากมีฝนตกหลังจากการฉีดพ่น เชื้อราไป 3 ชั่วโมงก็มีผลทำให้สปอร์ที่ติดตามลำตัวแมลงหลุดออกไปได้ และระยะเวลาการ ติดเชื้อของแมลงต่อเชื้อ *P. fumosoroseus* คือ 24-48 ชั่วโมง (Osborne และ Landa, 1992)

การฉีดพ่นสารฆ่าแมลง Isoprocarb ให้ผลการควบคุมแมลงดีที่สุด ซึ่ง Mishra และ Sontakke (1986) รายงานว่า สารฆ่าแมลง Isoprocarb, Carbofuran และ BPMC ให้ผลควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงสุด 10 วันหลังฉีดพ่นครั้งที่ 2 โดยลดประชากรตัวอ่อนของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลลง จากการทดลองได้มีการฉีดพ่นเชื้อราและสารฆ่าแมลง 2 ครั้ง ซึ่งการฉีดพ่น 2 ครั้งทำให้สารฆ่าแมลงให้ผลการควบคุมแมลงที่ดี แต่หากมองในแง่ความคงทนของสาร ฆ่าแมลงที่ตกค้างในนาข้าว เพราะการฉีดพ่นสารเคมีบ่อยและถี่จะเป็นผลเสียต่อสภาพแวดล้อมและยังเป็นการสิ้นเปลืองอีกด้วย ควรจะมีการฉีดพ่นครั้งเดียวและดูประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวว่ามีระยะเวลานานเพียงใด ชุดการทดลองที่ใช้เชื้อรา ก็เช่นเดียวกัน แต่เชื้อรามีข้อจำกัดที่สภาพแวดล้อมมากกว่าสารฆ่าแมลง ซึ่งการฉีดพ่นเชื้อราอาจจำเป็นต้องฉีดพ่นบ่อยครั้งหรืออาจจะฉีดพ่นในปริมาณความเข้มข้นที่สูงขึ้น

นอกจากนี้การเก็บเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายจากแต่ละชุดการทดลองมาบ่มในจานเลี้ยงเชื้อเพื่อดูการเจริญของเส้นใยของเชื้อราที่ฉีดพ่นพบว่า ชุดการทดลองที่ฉีดพ่นเชื้อรา *P. fumosoroseus* และ *P. lilacinus* เมื่อเก็บเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากชุดการทดลองเหล่านี้แล้วนำมา

เพาะในจานเลี้ยงเชื้อพบเชื้อราชนิดเดียวกับที่ฉีดพ่น ส่วนชุดการทดลองที่ฉีดพ่นสาร ฆ่าแมลง Isoprocarb ไม่พบเชื้อราชนิดใดเลยขึ้นบนตัวเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ซึ่งแสดงว่าสาร ฆ่าแมลงนี้มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราในธรรมชาติที่อยู่ในนาข้าวด้วย สารกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญของเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคในแมลงได้และป้องกันการเกิดการระบาดของเชื้อราเหล่านั้นในแมลงได้ (Aguda และคณะ, 1988a; Irena และ Poprawski, 1993) ซึ่งหากในแปลงนาที่มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชควบคู่กับการใช้เชื้อราจึงต้องมีการศึกษาการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่มีอันตรายต่อเชื้อรารวมทั้งศัตรูธรรมชาติต่ำด้วย

นอกจากสารกำจัดศัตรูพืชที่มีผลต่อการงอกของสปอร์แล้ว น้ำมันสะเดามีผลต่อ การงอกและการสร้างสปอร์ของเชื้อราและที่ความเข้มข้นสูงสุดจะลดประสิทธิภาพของ entomopathogenic fungi ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติได้ (Aguda และคณะ, 1986) ซึ่งการใช้น้ำมันสะเดาในการกำจัดศัตรูพืชในนาข้าวและมีการใช้เชื้อราในนาข้าวด้วย ควรแยกการใช้น้ำมันสะเดาออกไปหรือเลือกช่วงเวลาในการใช้อาจจะทิ้งช่วงการใช้น้ำมันสะเดากับเชื้อราให้ห่างกันไป Storey และคณะ (1991) รายงานว่าความเข้มข้นของ venom alkaloid มีผลในการลดการงอกของสปอร์ของ *P. fumosoroseus* โดยสปอร์ของเชื้อรา *P. fumosoroseus* จะอ่อนแอต่อ venom alkaloid มากที่สุดเมื่อเทียบกับเชื้อรา *Beauveria bassiana* และ *Metarhizium anisopliae* และ secondary plant compounds 7 ชนิด คือ catechol, chlorogenic acid, gallic acid, salicylic acid, saponin, sinigrin และ tannic acid ผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ระดับความเข้มข้น 100, 500 และ 1000 ppm ทดสอบผลการงอกของสปอร์ของ *P. fumosoroseus* พบว่า สปอร์ต้องใช้เวลาในการงอกนานถึงสองเท่าเมื่อเทียบกับ control ในอาหารที่มี catechol 100 ppm และที่ความเข้มข้น 500 ppm catechol, salicylic acid และ tannic acid ลดการงอกของ สปอร์ลง 55, 56 และ 46 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และที่ความเข้มข้น 1000 ppm มีการงอกของ สปอร์น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการมี allelochemicals บน substrate เช่น ผิวลำตัวของแมลงหรือบนใบพืชจะมีผลการยับยั้งการมีชีวิตรอดของเชื้อราที่ก่อโรคในแมลง ฉะนั้นหากที่ผิวลำตัวแมลงหรือบนต้นพืชมีสารเหล่านี้ตกค้างอยู่ ก็อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ สปอร์ของ *P. fumosoroseus* และ *P. lilacinus* ที่ใช้ในการทดสอบในนาข้าวมีประสิทธิภาพ ลดต่ำลงได้ (Vega และคณะ, 1997)

การใช้เชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคในแมลงมาใช้ควบคุมศัตรูพืช บางครั้งเชื้อรามีแมลงอาศัยกว้างและอาจเป็นผลทำลายแมลงที่ไม่ใช่เป้าหมายโดยเฉพาะแมลงศัตรูธรรมชาติ ซึ่งจะกลายเป็นผลต่อระบบนิเวศน์ในนาข้าวโดยไม่คาดคิด จากรายงานของ James และ Lighthart (1994) รายงานว่า เชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคแมลงได้แก่ *Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae* และ *P. fumosoroseus* มีศักยภาพในการทำลายตัวห้ำ *Hippodamia convergens* หากในการเพาะปลูกนั้นๆ มีตัวห้ำชนิดนี้อยู่ด้วย

จากผลการทดลองผลผลิตข้าวในแต่ละชุดการทดลองมีความสอดคล้องกับจำนวนที่เหลืออยู่ในแต่ละชุดการทดลอง โดยชุดการทดลองที่ฉีดพ่นสารฆ่าแมลง Isoprocarb ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดีทำให้มีปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เหลืออยู่น้อย (ตารางที่ 4, 5 และ 6) เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจึงเข้าทำลายต้นข้าวได้น้อยผลผลิตข้าวจึงมากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ (ตารางที่ 7) ส่วนชุดการทดลองที่ฉีดพ่นเชื้อราและชุดควบคุมมีปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เหลืออยู่ในชุดการทดลองมากทำให้ผลผลิตข้าวน้อย ซึ่งเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลจะดูดกินน้ำเลี้ยงของข้าวจนข้าวแห้งตาย หากข้าวออกรวง ข้าวจะมีเมล็ดไม่สมบูรณ์ ผลผลิตจึงลดตามลงไป ส่วนชุดการทดลองที่ฉีดพ่นเชื้อรา *P. fumosoroseus* มีผลผลิตเฉลี่ย ต่ำกว่าผลผลิตในชุดควบคุม เนื่องมาจากชุดการทดลองที่ฉีดพ่นด้วย *P. fumosoroseus* มีการเกิดอาการ hopperburn ก่อนเก็บเกี่ยวทำให้ผลผลิตลดต่ำกว่าชุดควบคุมที่มีอาการ hopperburn ช้ากว่าในชุดการทดลองที่ฉีดพ่น *P. fumosoroseus*

ชุดการทดลองที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อราให้ผลผลิตข้าวต่ำ และไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม เนื่องมาจากความสอดคล้องกับจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มีปริมาณสูง ซึ่งก็เนื่องมาจากเหตุผลข้างต้นที่มีปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาอยู่ก่อนรวมกับเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลที่ปล่อยเพิ่มลงไปในชุดการทดลอง และประกอบกับประสิทธิภาพของเชื้อราในการ ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเมื่อใช้ในนาข้าวขึ้นกับปัจจัยสภาพแวดล้อมเป็นส่วนมาก ส่วนจำนวนเมล็ดข้าวดีและเมล็ดข้าวเสียมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักของเมล็ดข้าว (ตารางที่ 8) และสอดคล้องกับจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เหลืออยู่ในชุดการทดลองด้วย โดยหากน้ำหนักเมล็ดมาก เมล็ดข้าวเมล็ดใหญ่ จำนวนเมล็ดใน 100 กรัมจึงน้อยในชุดการทดลองที่ใช้สาร ฆ่าแมลง Isoprocarb เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ใช้เชื้อรา *P. lilacinus* มีเมล็ดลีบ ทำให้มีจำนวนเมล็ดใน 100 กรัมมาก แต่น้ำหนักเมล็ดน้อย แสดงว่ามีเมล็ดเล็กกว่าเมล็ดข้าวในชุดการทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลง Isoprocarb ดังนั้นการใช้สารฆ่าแมลง Isoprocarb ให้ผลผลิตข้าวและน้ำหนักเมล็ดข้าวที่ดีกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ซึ่ง Patnaik และคณะ (1986) ได้ศึกษาการใช้สารฆ่าแมลงควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและวัดผลผลิตข้าวพบว่าสารฆ่าแมลงในกลุ่ม Carbamate ได้แก่ Carbofuran, BPMC Carbosulfan ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดี และทำให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าแปลงนาข้าวที่ใช้สารฆ่าแมลงชนิดอื่น ซึ่งสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดลองนี้คือ Isoprocarb ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงในกลุ่ม Carbamate เช่นกัน แสดงว่าสารฆ่าแมลงในกลุ่ม Carbamate ให้ผลควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดี

การทดลองการก่อโรคในแมลงของเชื้อราในห้องปฏิบัติการมักให้ผลที่มีแนวโน้มที่ดีในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เมื่อขยายขนาดการทดลองมาสู่สภาพโรงเรือนและสภาพ ไร่นานั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากมีบางครั้งที่เชื้อราสามารถก่อให้เกิดโรคต่อแมลงอย่างรุนแรงในห้องปฏิบัติการ แต่เมื่อทดสอบในสภาพโรงเรือนหรือในสภาพไร่นากลับไม่ประสบ ผลสำเร็จ (Gillespie, 1986) ซึ่งตรงกับการทดลองในครั้งนี้ที่เชื้อราสามารถก่อให้เกิดโรคต่อแมลงได้ดีใน

ห้องปฏิบัติการ แต่เมื่อขยายขนาดการทดลองสู่สภาพโรงเรือนและสภาพไร่นาให้ผลการทดลองไม่ดีเท่าในสภาพห้องปฏิบัติการ เนื่องจากมีปัจจัยสภาพแวดล้อมมาเกี่ยวข้องประกอบกับการใช้สารเคมีจะให้ผลการควบคุมที่เร็วกว่าการควบคุมโดยชีววิธี

5. การทดสอบความสามารถของเชื้อราทั้งสองชนิดในการผลิตเอนไซม์ chitinase

การทดสอบความสามารถในการผลิตเอนไซม์ chitinase ของเชื้อราทั้งสองชนิดนี้พบว่าเชื้อราทั้งสองชนิดนี้อาจจะไม่สร้างเอนไซม์ chitinase มาย่อย chitin ในอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่ง เชื้อรา *Paecilomyces* ทั้งสองชนิดอาจมีการใช้เอนไซม์อื่นๆ ทำงานร่วมกันในการย่อยผนัง ลำตัวของแมลง Osborne และ Landa (1992) รายงานว่า เมื่อสปอร์ของเชื้อรา *P. fumosoroseus* สัมผัสกับผิวลำตัวของแมลง สปอร์จะงอกและเริ่มการเจริญเป็น saprophytic บนด้านนอกของแมลง การเข้าไปสู่ตัวแมลงเริ่มโดยการเจริญของเส้นใยผ่านเข้าไปทางช่องเปิดทางธรรมชาติเช่น ปาก หรือผ่านระหว่างช่วงต่อของส่วนปล้องของลำตัว และเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลเป็นแมลงพวกปากดูด จึงมีโอกาสที่เชื้อราจะผ่านเข้าทางปากของเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลได้ เนื่องจากเชื้อราที่ฉีดพ่นไปยังเกาะอยู่ตามต้นข้าวและเมื่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลดูดน้ำเลี้ยงที่ต้นข้าว เชื้อราจึงมีโอกาสผ่านช่องปากของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ แมลงที่ใช้ปากดูด เช่น เพลี้ย มีโอกาสได้รับเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคในแมลงได้โดยผ่านทางปากที่ดูดน้ำเลี้ยงจาก ต้นพืชเข้าไป (Rombach และคณะ, 1994) ซึ่งอาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่การทดลองนี้เชื้อรา *P. fumosoroseus* ไม่สามารถปรากฏการย่อย chitin ในอาหารเลี้ยงเชื้อ เนื่องจากเชื้อราชนิดนี้มีการเข้าทำลายแมลงโดยผ่านทางช่องเปิดทางธรรมชาติ จึงมีการผลิตเอนไซม์ chitinase น้อย ทำให้ไม่ปรากฏการย่อย chitin ที่ชัดเจน ขบวนการเข้าทำลายแมลงของเชื้อรา *P. fumosoroseus* จะเริ่มแสดงอาการติดเชื้อ ให้เห็นภายใน 24-48 ชั่วโมงหลังจากสปอร์สัมผัสกับผนังลำตัวของแมลง โดยสปอร์ของ *P. fumosoroseus* สัมผัสกับ dorsum ของแมลงและเมื่อเส้นใยเจริญภายในตัวแมลงภายใน 24 ชั่วโมง mycelium จะเกิดบน dorsum ของตัวแมลง ภายใน 48 ชั่วโมง และการผลิตสปอร์เกิดขึ้นภายใน 72 ชั่วโมง ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม สัญญาณแรกที่เห็นการติดเชื้อจะเห็นภายใน 48-72 ชั่วโมงโดยจะพบ mycelium เจริญบนผิว ลำตัวแมลง และการผลิตสปอร์สูงสุดเกิดภายใน 5-7 วัน (Osborne และ Landa, 1992) ดังนั้นจากการทดลองจึงคาดว่าเชื้อรา *Paecilomyces* ทั้งสองชนิดนี้อาจจะไม่ผลิตเอนไซม์ chitinase หรือผลิตเอนไซม์ชนิดนี้แต่มีปริมาณน้อย หรือผลิตเอนไซม์อื่นๆ มาร่วมทำงานในการย่อยสลาย chitin ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักที่สำคัญของผนังลำตัวแมลง

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. การเตรียมเชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และ *Paecilomyces lilacinus* เพื่อเปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PSA

จากการศึกษาพบว่าเชื้อรา *P. fumosoroseus* มีความแตกต่างกับ *P. lilacinus* คือ ในระยะแรก *P. fumosoroseus* จะมีโคโลนีสีขาวต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู โดยเฉพาะในขณะที่มีการสร้างสปอร์ในปริมาณมาก ใต้โคโลนีไม่มีสีหรืออาจมีสีออกเหลือง ไม่มีกลิ่น เส้นใยและก้านชูสปอร์มีผนังเรียบ ไม่มีสี สปอร์มีผนังเรียบ ไม่มีสีหรือสีชมพูอ่อน ส่วนใน *P. lilacinus* ในระยะแรกโคโลนีมีสีขาวเช่นเดียวกัน ต่อมาเมื่อมีการสร้างสปอร์จะเปลี่ยนเป็นสีออกม่วงแดง ใต้โคโลนีในระยะแรกเป็นสีขาวอมเหลือง ต่อมาเปลี่ยนเป็นสีชมพูอมม่วง เส้นใยมีผนังเรียบ ไม่มีสี ก้านชูสปอร์มีสีออกเหลืองหรือสีโทนม่วง มีผนังไม่เรียบ สปอร์มีผนังเรียบ ไม่มีสีหรือ มีสีม่วง

2. การทดสอบความสามารถของเชื้อราทั้งสองชนิดในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ

เมื่อทดสอบเชื้อรา *Paecilomyces* ทั้งสองชนิดโดยใช้สปอร์แขวนลอยฉีดพ่นเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เลี้ยงในหลอดทดสอบเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ฉีดพ่นน้ำกลั่นฆ่าเชื้อผสม Tween 80 เข้มข้น 0.05% ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าชุดการทดลองที่ฉีดพ่นเชื้อราให้การตายสะสมของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างเชื้อราทั้งสองชนิดในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่จากค่าเฉลี่ยจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตาย พบว่า เชื้อรา *P. lilacinus* ทำให้จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายเฉลี่ยสูงสุด

3.การทดสอบความสามารถของเชื้อราทั้งสองชนิดในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถางในเรือนกระจก

เมื่อนำเชื้อรา *Paecilomyces* ทั้งสองชนิดไปทดสอบความสามารถในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพเรือนกระจก โดยใช้สปอร์แขวนลอยของเชื้อราฉีดพ่นเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลที่เลี้ยงบนต้นข้าวพันธุ์ กข 7 ที่ปลูกในกระถางเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ฉีดพ่น น้ำกลั่นฆ่าเชื้อผสม Tween 80 เข้มข้น 0.05% พบว่า ชุดการทดลองที่ฉีดพ่นเชื้อราให้การตายสะสมของ

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างเชื้อราทั้งสองชนิดในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเชื้อรา *P. lilacinus* มีแนวโน้มทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายเฉลี่ยสูงสุด

4. การใช้เชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และ *Paecilomyces lilacinus* ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพนาข้าว

การทดสอบในสภาพนาข้าวโดยใช้เชื้อรา *Paecilomyces* ทั้งสองชนิดในรูปสปอร์แขวนลอยฉีดพ่นเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เลี้ยงในมุ้งครอบในนาข้าวพันธุ์ กข 7 เปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ฉีดพ่นสารฆ่าแมลง Isoprocarb และชุดควบคุมที่ฉีดพ่นน้ำกลั่นฆ่าเชื้อผสม Tween 80 เข้มข้น 0.05% พบว่าหลังการฉีดพ่นครั้งที่หนึ่ง 10 และ 25 วัน ชุดการทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลง Isoprocarb ให้ผลการควบคุมดีที่สุดโดยมีจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เหลืออยู่ในชุดการทดลองน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดการทดลองที่ใช้เชื้อราไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม และหลังการฉีดพ่นครั้งที่สอง 10 วันผลการทดลองเป็น เช่นเดียวกับการฉีดพ่นในครั้งแรก ส่วนผลผลิตข้าว จำนวนเมล็ดดี เมล็ดเสีย น้ำหนักเมล็ดดีและ น้ำหนักเมล็ดเสียมีผลสอดคล้องกับจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่รอดในแต่ละชุดการทดลอง โดยชุดการทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลง Isoprocarb ให้ผลผลิตข้าวดีที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ ส่วนชุดการทดลองที่ใช้เชื้อราให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม แต่อย่างไรก็ตามสารฆ่าแมลง Isoprocarb สามารถควบคุมเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลได้รวดเร็วกว่าเชื้อรา

5. การทดสอบความสามารถของเชื้อราทั้งสองชนิดในการผลิตเอนไซม์ chitinase

การทดสอบความสามารถของเชื้อรา *Paecilomyces* ทั้งสองชนิดในการผลิตเอนไซม์ chitinase โดยเลี้ยงเชื้อราบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสม chitin พบว่าเชื้อราทั้งสองชนิดนี้ไม่สามารถย่อย chitin ที่อยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อได้ทำให้ไม่พบบริเวณใส (clear zone) ในอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งคาดว่าเชื้อราทั้งสองชนิดนี้อาจจะไม่ผลิตเอนไซม์ chitinase หรือผลิตแต่มีปริมาณน้อย หรือผลิตเอนไซม์อื่นๆ มาร่วมทำงานในการย่อยสลาย chitin

ข้อเสนอแนะ

1. การนำเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคในแมลงไปใช้ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลนั้น โดยเฉพาะการใช้ในสภาพนาข้าว จำเป็นต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อรา การเข้าใจนิเวศน์วิทยาของแมลงและของเชื้อราเป็นสิ่งสำคัญ หากสภาพแวดล้อมเหมาะสมจะทำให้ประสิทธิภาพของเชื้อราในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ความคงทนของเชื้อราในสภาพนาข้าวก็เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องศึกษา หากเชื้อราที่ใช้มีความสามารถในการอาศัยอยู่บนต้นข้าวได้และไม่เป็นเชื้อสาเหตุโรคของข้าวจะทำให้เชื้อรา คงอยู่ในสภาพแวดล้อมได้และเมื่อสปอร์สัมผัสกับแมลงทำให้แมลงเกิดโรคได้

2. การฉีดพ่นเชื้อราจำเป็นต้องฉีดพ่นในเวลาช่วงเย็น เพื่อหลีกเลี่ยงแสงแดดที่เป็นอันตรายต่อสปอร์ของเชื้อรา และอุณหภูมิที่ลดต่ำลงในช่วงเย็นทำให้เป็นอันตรายต่อเชื้อรา น้อยลง ระยะเวลาการฉีดพ่นเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลควรจะเลือกในช่วงที่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลใกล้จะเป็นตัวเต็มวัยจะทำให้ลดการวางไข่ได้ และตัวเต็มวัยจะหยุดลอกคราบทำให้สปอร์ของเชื้อราไม่หลุดไปกับคราบของแมลงหากฉีดพ่นในระยะตัวอ่อนของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจำเป็นต้องมีการฉีดพ่นเชื้อราซ้ำเพื่อให้เชื้อราคงอยู่บนตัวแมลงหลังจากลอกคราบไปแล้ว

3. การใช้เชื้อราควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจำเป็นต้องมีการศึกษาผลที่จะกระทบต่อศัตรูธรรมชาติ หากเชื้อราที่ใช้ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลไปทำลายแมลงที่ไม่ใช่เป้าหมายโดยเฉพาะแมลงตัวห้ำตัวเบียนของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ก็จำเป็นต้องมีการศึกษาค้นคว้าหาสายพันธุ์ของเชื้อราใหม่หรือศึกษาอัตราความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ไม่ทำอันตรายต่อศัตรู ธรรมชาติอื่นๆ

4. ควรศึกษาสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในนาข้าวว่ามีผลต่อการเจริญของเชื้อราและศัตรูธรรมชาติหรือไม่ หากมีก็ควรหาสารกำจัดศัตรูพืชที่เป็นอันตรายต่อเชื้อราและศัตรูธรรมชาติที่ต่ำที่สุด

5. ควรศึกษาการใช้เชื้อราร่วมกับการใช้สารฆ่าแมลงเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีจะประสบความสำเร็จค่อนข้างยากหากใช้วิธีเดียว การควบคุมศัตรูพืชที่ดีที่สุดคือการควบคุมโดยวิธีผสมผสานซึ่งมักจะใช้ข้าวพันธุ์ต้านทานประกอบกับการใช้ชีววิธีเป็นหลัก ฉะนั้นการเขตกรรมในนาข้าวตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว การพยากรณ์การระบาดของแมลงศัตรูพืช การใช้แมลงศัตรูธรรมชาติ การใช้เชื้อราและการใช้สารเคมี จึงควรมีการกระทำไปร่วมกันเพื่อป้องกันไม่ให้ศัตรูพืชมีเกินระดับความสมดุลในธรรมชาติ

6. การใช้เชื้อราฉีดพ่นในนาข้าวจำเป็นต้องใช้เชื้อราปริมาณมาก จึงควรศึกษาหาวิธีและสภาวะที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณเชื้อราคราวละมากๆ ได้

7. การใช้เชื้อราในนาข้าวต้องศึกษาให้แน่ใจว่าเชื้อรานั้นไม่ก่อให้เกิดโรคต่อคนเพื่อจะได้ปลอดภัยต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เฉลิม สินธุเสก. 2533. การใช้สารฆ่าแมลงอย่างมีประสิทธิภาพในนาข้าว. ใน **เทคนิคการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล**, หน้า 54-60. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เฉลิม สินธุเสก และ คลาด แสงแก้ว. 2539. การศึกษาการเคลื่อนย้ายและการแพร่กระจายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยใช้กับดักทางอากาศ. ใน **รายงานผลการค้นคว้าวิจัยการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล**, หน้า 42-55. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

เฉลิม สินธุเสก, คลาด แสงแก้ว และ ชีวสุทธิ์ ช่อทิพย์. 2539. การศึกษาประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระดับต่างๆ ศัตรูธรรมชาติและผลเสียหายของผลผลิตข้าว. ใน **รายงานผลการค้นคว้าวิจัยการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล**, หน้า 121-131. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

เฉลิมวงศ์ ถิระวัฒน์. 2533. การป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยวิธีผสมผสาน. ใน **เทคนิคการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล**, หน้า 61-69. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ดารา เจตนะจิตร และคนอื่นๆ. 2533. โรคจู๋ของข้าวและแนวทางการแก้ปัญหา. ใน **เทคนิคการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล**, หน้า 21-26. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ธรรมนูญ พุทธสมัย. 2539. ผลการใช้สารฆ่าแมลงชนิดเม็ดในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. ใน **รายงานผลการค้นคว้าวิจัยการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาล**, หน้า 158-165. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

นฤมล ศุภวนานุสรณ์. 2539. **การใช้ราในการควบคุมปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลศัตรูข้าว *Nilaparvata lugens* (Stal).** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิภา จันท์ศรีสมหมาย และ จินตนา ทยาธรรม. 2539. การศึกษาพันธุ์ข้าวต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. ใน **รายงานผลการค้นคว้าวิจัยการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล**, หน้า 132-144. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

ปรีชา วังศิลาบัตร. 2533. การควบคุมปริมาณและการแก้ไขปัญหาเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. ใน **เทคนิคการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล**, หน้า 1-6. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ปรีชา วังศิลาบัตร. 2539. การเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบางท้องที่ในภาคกลาง. ใน **รายงานผลการค้นคว้าวิจัยการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล**, หน้า 15-41. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

มลิวัลย์ ปันยารชุน. 2539. การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยใช้เชื้อรา. ใน **การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน**, หน้า 183-197. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วีรวุฒิ กตัญญูกุล. 2526. **การบริหารแมลงศัตรูข้าว**. กรมวิชาการเกษตร.

วัชระ ภูรีวิโรจน์กุล. 2533. การป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยวิธีเขตกรรม. ใน **เทคนิคการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล**, หน้า 41-53. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วันทนา ศรีรัตนศักดิ์, ธรรมนูญ พุทธสมัย และ จินตนา ทยาธรรม. 2539. ติดตามและทดสอบความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากแหล่งปลูกข้าวต่างๆ. ใน **รายงานผลการค้นคว้าวิจัยการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล**, หน้า 166-182. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน. 2539. ปัจจัยในการผลิตเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* ที่ใช้ในการควบคุมไส้เดือนฝอยในอาหารเหลว. **วารสารเกษตรศาสตร์** 30: 13-26.

ไสว บูรณพานิชพันธุ์. 2524. **ศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Nilaparvata lugens* (Stal) (Homoptera: Delphacide) ในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลดูดน้ำเลี้ยงต้นข้าว ดูดชีวิตชาวนา. 7 พฤศจิกายน 2541. **มติชน**: 7.

"เพลี้ย"รุมเขมือบนาข้าวเมืองสิงห์. 20 ตุลาคม 2542. **มติชน**: 11.

ภาษาอังกฤษ

Aguda, R. M.; Rombach, M. C.; Shepard, B. M.; and Roberts, D. W. 1985. Mortality of adult brown planthoppers (BPH) in different types of cages used for bioassays of entomopathogenic fungi. **IRRN**. 10(2): 17-18.

Aguda, R. M.; Rombach, M. C.; and Roberts, D. W. 1988a. Effect of pesticides on germination and growth of three fungi of rice insects. **IRRN**. 13(6): 39-40.

Aguda, R. M.; Rombach, M. C.; and Shepard, B. M. 1986. Effect of neem oil on germination and sporulation of the entomogenous fungus *Metarhizium anisopliae.* **IRRN**. 11(4): 34-35.

Aguda, R. M.; Rombach, M. C.; and Shepard, B. M. 1988b. Infection of brown planthopper (BPH) with insect fungi in the laboratory. **IRRN**. 13(5): 34.

Almazon, M. L. P., and Heong, K. L. 1992. Fall-off rates of *Nilaparvata lugens* (Stal) and efficiency of the predator *Limnogonus fossarum* (F.). **IRRN**. 17(5): 17.

Aquino, G. B.; Minnick, P. R.; and Heinrichs, E. A. 1985. **Integrated rice pest management training course: a manual of performance objectives**. Philippines: The International Rice Research Institute.

Bainer, G. 1907. Mycotheque de l'ecole de Phamacie. XI. *Paecilomyces*, genre nouveau de Mucediness. **Bull. Trimest. Soc. Mycol. Fr**. 23: 26-27.

Balasubramanian, M., and Mariappan, V. 1983. Fungal pathogens of *Nephotettix virescens* Dist. and *Nilaparvata lug*ens Stal. **IRRN**. 8(3): 11-12.

Bandara, J. M. R. S., and Ahangama, D. 1994. *Metarrhizium sp*.: a new biocontrol agent for brown planthopper management in ricefields. **IRRN**. 19(4): 19.

Barrion, A. T., and Litsinger, J. A. 1987. Strepsipteran parasites of rice leafhoppers and planthoppers in the Philippines. **IRRN**. 12(4): 37-38.

Basilio, R. P., and Heinrichs, E. A. 1982. Activity of insecticides applied in the root zone to control brown planthopper and green leafhopper. **IRRN**. 17(1): 12-13.

Basilio, R. P., and Heong, K. L. 1990. Brown mirid bug a new predator of brown planthopper (BPH) in the Philippines. **IRRN**. 15(4): 27-28.

Brown, A. H. S., and Smith, G. 1957. The genus *Paecilomyces* Bainier and its perfect stage *Byssochlamys* Westling. **Trans. Brit. Mycol. Soc**. 40: 17-89.

Cabanillas, E.; Barker, K. R.; and Nelson, L. A. 1989. Growth of isolates of *Paecilomyces lilacinus* and their efficacy in biocontrol of *Meloidogyne incognita* on tomato. **J. Nematol**. 21(2): 164-172.

Castineiras, A.; Pena, J. E.; Duncan, R.; and Osborne, L. 1996. Potential of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) as biological control agents of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae). **Florida Entomologist** 79(3): 458-461.

Chau, L. M., and Mon, O. 1987. Predators of brown planthopper *Nilaparvata lugens* Stal (BPH) in ricefields of Mekong Delta, Vietnam. **IRRN**. 12(2): 31-32.

Dube, B., and Smart, G. C. 1987. Biological control of *Meloidogyne incognita* by *Paecilomyces lilacinus* and *Pasteuria penetrans*. **J.Nematol**. 19(2): 222-227.

Fabellar, L. T., and Mochida, O. 1985. Sensitivity of brown planthopper (BPH) to four carbamate insecticides at IRRI. **IRRN**. 10(1): 26.

Fabellar, L. T., and Mochida, O. 1988. Susceptibility of brown planthopper (BPH) and green leafhopper (GLH) to insecticides under different temperatures. **IRRN**. 14(3): 36.

Fargues, J., et al. 1996. Variability in susceptibility to simulated sunlight of conidia among isolates of entomopathogenic Hyphomycetes. **Mycopathologia** 135: 171-181.

Fargues, J.; Maniania, N. K.; and Delmas, J. C. 1994. Infectivity of propagules of *Paecilomyces fumosoroseus* during in vitro development *to Spodoptera frugiperda*. **J. Invertebr. Pathol**. 64: 173-178.

Fargues, J., et al. 1997. Inactivation of conidia of *Paecilomyces fumosoroseus* by near – ultraviolet (UVB and UVA) and visible radiation. **J. Invertebr. Pathol**. 69: 70-78.

Fawcett, H. S. 1944. Fungus and bacterial diseases of insects as factors in biological control. **The Botanical Review** 10(6): 327-348.

Ferron, P. 1981. Pest control by fungi *Beauveria* and *Metarhizium*. In Burges, J. D. (ed.), **Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980**, pp. 465-482. London: Academic Press.

Franco, J.; Jatala, P.; and Bocangel, M. 1981. Efficiency of *Paecilomyces lilacinus* as a biocontrol agent of *Globodera pallida*. **J. Nematol**. 13(4): 438-439.

Gillespie, A. T. 1986. Effect of entomogenous fungi on the brown planthopper of rice *Nilaparvata lugens*. **Monograph Crop Protection Council**. 34: 245-25.

Grist, D. H., and Lever, R. J. A. W. 1969. **Pests of Rice**, London: Longmans, Green.

Heong, K. L.; Bleih, S.; and Rubia, E. 1989. Predation of wolf spider on mirid bug and brown planthopper (BPH). **IRRN**. 14(6): 33.

Holdom, D. G.; Taylor, P. S.; and Soper, R. S. 1988. Activity of entomophthoran fungal isolates (Zygomycetes) against *Nilaparvata lugens* and *Sogatodes orizicola* (Homoptera: Delphacidae). **J. Invertebr. Pathol**. 52: 221-230.

Hongke, L. 1985. Entomopathogenic microorganisms of rice planthopper and leafhoppers in China. **IRRN**. 10(2):13-14.

Irena, M., and Poprawski, T. J. 1993. Effects In vitro of nine fungicides on growth of entomopathogenic fungi. **Biocontrol Science and Technology** 3: 321-336.

James, R. R., and Lighthart, B. 1994. Suceptibility of the convergent lady beetle (Coleoptera: Cocinellidae) to four entomogenous fungi. **Environ. Entomol**. 23(1): 190-192

Jatala, P.; Kaltenback, R.; and Bocangel, M. 1979. Biological control of *Meloidogyne incognita* acrita and *Globodera pallida* on potatoes. **J. Nematol**. 11: 303.

Jatala, P.; Salas, R.; Kaltenback, R.; and Bocangel, M. 1981. Multiple application and long-term effect of *Paecilomyces lilacinus* in controlling *Meloidogyne incognita* under field conditions. **J. Nematol**. 13: 445.

Kareem, A. A.; Saxena, R. C.; Boncodin, M. E. M.; and Malayba, M. T. 1989. Effect of neem seed and leaf bitters on oviposition and development of green leafhopper (GLH) and brown planthopper (BPH). **IRRN**. 14(6): 26-27.

Kartohardjono, A., and Heinrichs, E. A. 1984. Populations of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (stal) (Homoptera: Delphacidae), and its predators on rice varietics with different levels of resistance. **Environ. Entomol**. 13: 359–365.

Kisimoto, R. 1977. Bionomics, forecasting of outbreaks and injury caused by the rice brown planthopper. In **The rice brown planthopper**, pp. 27-41. Taiwan: Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region (ASPAC).

Krishnaiah, N. V., and Kalode, M. B. 1983. Effect of simulated rainfall on insecticide spray effectiveness. **IRRN**. 8(3): 12.

Kuruvilla, S., and Jacob, A. 1980. Pathogenicity of the entomopathogenous fungus *Paecilomyces farinosus* (Dicken ex Fries) to several insect pests. **Entomon**. 5(3): 175-176.

Macatula, R. F.; Basilio, R. P.; and Mochida, O. 1987. Seed treatment with calcium peroxide to control green leafhopper (GLH) and brown planthopper (BPH). **IRRN**. 12(2): 33.

Majchrowicz, I.; Poprawski, T. J.; Robert, P.; and Maniania, N. K. 1990. Effects of entomopathogenic and opportunistic fungi on *Delia antiqua* (Diptera: Anthomyiidae) at low relative humidity. **Environ. Entomol**. 19(4): 1163-1167.

Meteorological Department. 1999a. **Daily Maximum Temperature (celcius) year 1999** [Machine readable data file]. Meteorological Department: Computer Sub-division, Climatology Division.

Meteorological Department. 1999b. **Daily Minimum Temperature (celcius) year 1999** [Machine readable data file]. Meteorological Department: Computer Sub-division, Climatology Division.

Meteorological Department. 1999c. **Maximum Humidity (%) year 1999** [Machine readable data file]. Meteorological Department: Computer Sub-division, Climatology Division.

Meteorological Department. 1999d. **Minimum Humidity (%) year 1999** [Machine readable data file]. Meteorological Department: Computer Sub-division, Climatology Division.

Meteorological Department. 1999e. **Monthly Rainfall (MM), Rain-days and Daily Maximum year 1999** [Machine readable data file]. Meteorological Department: Computer Sub-division, Climatology Division.

Mishra, B., and Sontakke, B. K. 1986. Effect of 3 granular insecticides on brown planthopper (BPH) *Nilaparvata lugens* (Stal) in the Easternghat Highland Zone, Koraput, India. **IRRN**. 11(6): 24-25.

Monti, I., and Shepard, B. M. 1990. Predation of brown planthopper (BPH) eggs by *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter. **IRRN**. 15(6): 25.

Okada, T. 1977. Taxonomic characters for identification of the rice brown planthopper (*Nilaparvata lugens*) and its related species in the asian and pacific region.

In **The rice brown planthopper**, pp. 1-26. Taiwan: Food and Fertilizer Technology center for the Asian and Pacific Region (ASPAC).

Osborne, L. S., and Landa, Z. 1992. Biological control of whiteflies with entomopathogenic fungi. **Florida Entomologist** 75(4): 456-525.

Pathak, M. D. and Khan, Z. R. 1994. **Insect pests of rice**. Philippines: International Rice Research Institute.

Patnaik, N. C.; Senapati, B.; and Jena, B. C. 1986. Controlling brown planthopper (BPH) with granular insecticides in India. **IRRN**. 11(4): 37-38.

Puterka, G. J.; Humber, R. A.; and Poprawski, T. J. 1994. Virulence of fungal pathogens (Imperfect fungi: Hyphomycetes) to pear psylla (Homoptera: Psyllidae). **Environ. Entomol**. 23(2): 514-520.

Rawat, S. N., and Diwakar, M. C. 1982. Survey of natural enemies of paddy insect pests in Chhatisgarh (Madhya Pradesh), India. **IRRN**. 7(1): 13-14.

Reddy, G. V. P., and Urs, K. C. D. 1988. Effect of plant extracts on brown planthopper (BPH) oviposition. **IRRN**. 13(4): 42.

Roberts, D. W., and Yendol, W. G. 1971. Use of fungi for microbial control of insects. In Burges, H. D. and Hussey, N. W. (eds.), **Microbial control of insects and mites**, pp. 441-464. New York: Academic Press.

Rombach, M. C.; Aguda, R. M.; and Roberts, D. W. 1986a. Biological control of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) with dry mycelium applications of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes). **Philippine Entomologist** 6(6): 613-619.

Rombach, M. C.; Aguda, R. M.; Shepard, B. M.; and Roberts, D. W. 1986b. Infection of rice brown planthopper, *Nilarparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae), by field application of entomopathogenic Hyphomycetes (Deuteromycotina) **Environ.Entomol**. 15(5): 1070-1073.

Rombach, M. C.; Aguda, R. M.; and Roberts, D. W. 1988. Effect of conidia germination on infection of brown planthopper (BPH) by insect fungi. **IRRN**. 13(6): 42-43.

Rombach, M. C.; Roberts, D. W.; and Aguda, R. M. 1994. Pathogen of rice insects. In Heinrichs, E. A. (ed.), **Biology and management of rice insects**,

pp. 613-655. International Rice Research Institute. New Delhi: Wiley Eastern Limited.

Samson, R. A. 1974. ***Paecilomyces* and some allied Hyphomycetes**. Stud. Mycol. Baan. 9: 1-119.

Samson, R. A.; Evans, H. C.; and Latge, J. P. 1988. **Atlas of entomopathogenic fungi.** Springer-Verlag, Heidelberg.

Samuels, K. D. Z.; Heale, J. B.; and Liewellyn, M. 1989. Characteristics relating to the pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* toward *Nilaparvata lugens*. **J. Invertebr. Pathol**. 53: 25-31.

Shankar, G., and Baskaran, P. 1986. Relative abundance of these species of egg parasitoids of rice brown planthopper (BPH). **IRRN**. 11(4): 35.

Shepard, B. M., and Rapusas, H. R. 1989. Life cycle of *Micraspis sp*. on brown planthopper (BPH) and rice pollen. **IRRN**. 14(3): 40.

Sindhusake, C.; Vungsilabutr, P.; and Yaklai, V. 1988. Brown planthopper (BPH) outbreak in Kanchana Buri Province, Thailand. **IRRN**. 13(6): 36-37.

Smits, N.; Fargues, J.; and Rougier, M. 1997. Modelling the persistence of quiescent conidia of the entomopathogenic Hyphomycetes *Paecilomyces fumosoroseus* exposed to solar radiation. **Biocontrol Science and Technology** 7: 365-375.

Smits, N.; Fargues, J.; Rougier, M.; Goujet, R.; and Itier, B. 1996. Effects of temperature and solar radiation interactions on the survival of quiescent conidia of the entomopathogenic Hyphomycete *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown and Smith. **Mycopathologia** 135: 163-170.

Srinivas, P. R., and Pasalu, I. C. 1990. Toxicity of insecticides to mirid bug predator of rice brown planthopper. **IRRN**. 15(3): 31.

Stephan, D., and Zimmermann, G. 1998. Development of a spray – drying technique for submerged spores of entomopathogenic fungi. **Biocontrol Science and Technology** 8: 3-11.

Storey, G. K.; Vander, M. R. K.; Boncias, D. G.; and Mccoy, C. W. 1991. Effect of fire ant (*Solenopsis inviota*) venom alkaloids on the in vitro germination and development of selected entomogenous fungi. **J. Invertebr. Pathol**. 58: 88-95.

Telan, I. F.; Xuan, T. H.; and Olivares, F. M. 1994. Effects of botanical treatments on brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stal). **IRRN**. 19(2): 28.

Thuy, P. T.; Bac, N. T.; Thanh, D.; and Thap, T. T. 1994. Effects of *Beauveria bassiana* Vuill. and *Metarhizium anisopliae* Sorok. on brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal) in Vietnam. **IRRN**. 19(3): 29.

Tigano, M. S., et al. 1995. Isozyme characterization and pathogenicity of *Paecilomyces fumosoroseus* and *Paecilomyces lilacinus* to *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) and *Meloidogyne javanica* (Nematoda: Tylenmidae). **Biological Control** 5: 378-382.

Vandenberg, J. D. 1996. Standardized bioassay and screening of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* against the russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). **J. Econ. Entomol**. 89(6): 1418-1423.

Vandenberg, J. D.; Jackson, M. A.; and Lacey, L. A. 1998. Relative efficacy of blastospores and aerial conidia of *Paecilomyces fumosoroseus* against the russian wheat aphid. **J. Invertebr. Pathol**. 72: 181-183.

Vega, F. E.; Dowd, P. F.; Mcguire, M. R.; Jackson, M. A.; and Nelson, T. C. 1997. In vitro effects of secondary plant compounds on germination of blastospores of the entomopathogenic fungus *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes). **J. Invertebr. Pathol**. 70: 209-213.

Vidal, C.; Fargues, J.; and Lacey, L. A. 1997a. Intraspecific variability of *Paecilomyces fumosoroseus*: effect of temperature on vegetative growth. **J. Invertebr. Pathol**. 70: 18-26.

Vidal, C.; Lacey, L. A.; and Fargues, J. 1997b. Pathogenicity of *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) against *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) with a description of a bioassay method. **J. Econ. Entomol.** 90(3): 765-772.

Vidal, C.; Osborne, L. S.; Lacey, L. A.; and Fargues, J. 1998. Effect of host plant on the potential of *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for controlling the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) in greenhouse. **Biological Control** 12: 191-199

Vien, T. N., and Heong, K. L. 1993. Parasitism of brown planthopper (BPH) and green leafhopper (GLH) eggs by *Anagrus flaveolus* Waterhouse. **IRRN**. 18(4): 32.

Walstad, J. D.; Anderson, R. F.; and Stambaugh, W. J. 1970. Effects of enviornmental conditions on two species of muscardine fungi (*Beauveria bassiana* and *Metarrhizium anisapliae*). **J. Invertebr. Pathol**. 16: 221-226.

Walters, S. A., and Barker, K. R. 1994. Efficacy of *Paecilomyces lilacinus* in suppressing *Rotylenchulus reniformis* on tomato. **Supplement to J. Nematol**. 26(4S): 600-605.

Wicklow, D. T., and Wilson, D. M. 1990. *Paecilomyces lilacinus*, a colonist of *Aspergillus flavus* sclerotia buried in soil in Illinois and Georgia. **Mycologia** 82(3): 393-395.

Wraight, S. P., et al. 1998. Pathogenicity of the entomopathogenic fungi *Paecilomyces spp*. and *Beauveria bassiana* against the silver leaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. **J. Invertebr. Pathol**. 71: 217-226.

Xiaoping, Y.; Guorui, W.; and Cui, H. 1992. Effect of high temperatures on the survival and fecundity of brown planthopper (BPH) *Nilaparvata lugens* Stal. **IRRN**. 17(2): 26.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก สูตรอาหารที่ใช้

1. potato sucrose agar

น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร
มันฝรั่ง	200	กรัม
sucrose	20	กรัม
agar	15	กรัม

2. minimal media

colloidal chitin 0.2%	5	กรัม
$(NH_4)_2SO_4$	1	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.3	กรัม
KH_2PO_4	6	กรัม
K_2HPO_4	10	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

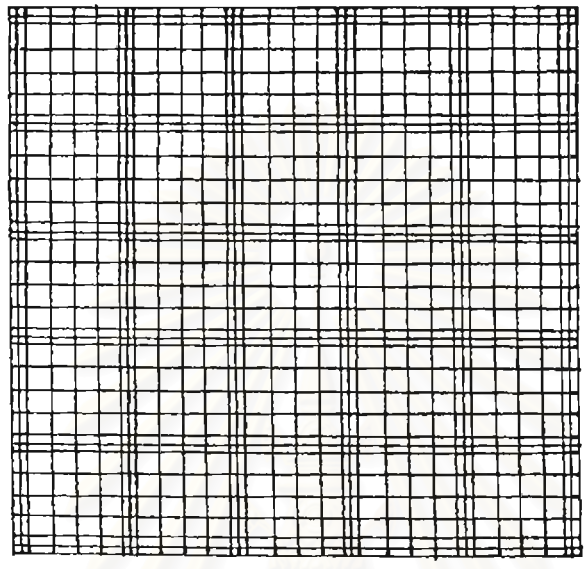
3. **Hoagland's solution**

1 M $Ca(NO_3)_2$	10	มิลลิลิตร
1 M KNO_3	10	มิลลิลิตร
1 M $MgSO_4$	4	มิลลิลิตร
1 M KH_2PO_4	2	มิลลิลิตร
Fe-EDTA	2	มิลลิลิตร
Micronutrient	2	มิลลิลิตร
เติมน้ำให้ครบ	2	ลิตร
pH 5.8		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การใช้ Haemacytometer

การนับจำนวนสปอร์ด้วยวิธี direct microscopic count โดยใช้ counting chamber ของ Haemacytometer เมื่อนำ Haemacytometer มาส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะเห็นดังภาพ



ประกอบด้วยช่องขนาดใหญ่จำนวน 25 ช่อง แต่ละช่องใหญ่ยังประกอบด้วยช่องเล็ก 16 ช่อง

วิธีการคำนวณ

ปริมาตรใน 25 ช่องใหญ่ (400 ช่องเล็ก)		=	0.1	มม.^{3}
สมมุติค่าเฉลี่ยจำนวนเซลใน 1 ช่องใหญ่		=	X	เซล
สมมุติค่าเฉลี่ยจำนวนเซลใน 1 ช่องเล็ก		=	Y	เซล
นั่นคือ	X	=	16Y	เซล

เพราะฉะนั้น

ใน 0.1 มม.^{3} มีจำนวนเซลทั้งหมด	Xx25 หรือ Yx16x25	เซล
ใน 1.0 มม.^{3} มีจำนวนเซลทั้งหมด	Xx25x10 หรือ Yx16x25x10	เซล
ใน 1.0 มล. มีจำนวนเซลทั้งหมด	Xx25x10x1000 หรือ Yx16x25x10x1000	เซล
	= Xx25x10^4 หรือ 4Yx10^6	เซล

ตารางผนวกที่ 1 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 6 วันในการทดสอบความสามารถการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Treatments	2	0.38	0.19	0.24^{ns}	3.55
Error	18	1.43	0.79		
Total	20	1.81			

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 2 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 8 วันในการทดสอบความสามารถการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Treatments	2	1.81	0.90	3.17^{ns}	3.55
Error	18	5.14	0.28		
Total	20	6.95			

CV = 86.3%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางผนวกที่ 3 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 10 วันในการทดสอบความสามารถการควบคุมเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Treatments	2	0.67	0.34	1.36^{ns}	3.55
Error	18	4.57	0.25		
Total	20	5.24			

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 4 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 14 วันในการทดสอบความสามารถการควบคุมเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Treatments	2	6.95	3.48	4.87*	3.55
Error	18	12.85	0.71		
Total	20	19.81			

CV = 77.2%, * = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางผนวกที่ 5 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายสะสมเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา ในการทดสอบความสามารถการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพหลอดทดสอบ

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Treatments	2	18.00	9.00	5.40*	3.55
Error	18	30.00	1.67		
Total	20	48.00			

CV = 64.5%, * = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 6 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายโดยเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 2 วันในการทดสอบความสามารถในการควบคุมเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Replication	4	2.86	0.71	1.59^{ns}	3.84
Treatments	2	6.41	3.21	7.14*	4.46
Error	8	3.59	0.45		
Total	14	12.86			

CV = 56.9%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางผนวกที่ 7 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายโดยเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 4 วันในการทดสอบความสามารถในการควบคุมเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05	0.01
Replication	4	0.18	0.04	0.17^{ns}	3.84	7.01
Treatments	2	7.41	3.70	14.24**	4.46	8.65
Error	8	2.08	0.26			
Total	14	9.67				

CV = 49.9%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 8 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายโดยเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 6 วันในการทดสอบความสามารถในการควบคุมเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Replication	4	2.18	0.55	0.86^{ns}	3.84
Treatments	2	6.41	3.21	5.07*	4.46
Error	8	5.06	0.63		
Total	14	13.65			

CV = 39.3%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 9 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายโดยเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 8 วันในการทดสอบความสามารถในการควบคุมเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Replication	4	2.57	0.64	0.91^{ns}	3.84
Treatments	2	10.24	5.12	7.28*	4.46
Error	8	5.63	0.70		
Total	14	18.43			

CV = 19.6%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 10 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายโดยเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 10 วันในการทดสอบความสามารถในการควบคุมเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Replication	4	54.59	13.65	2.38^{ns}	3.84
Treatments	2	17.93	8.96	1.57^{ns}	4.46
Error	8	45.82	5.73		
Total	14	118.34			

CV = 20.4%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางผนวกที่ 11 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายโดยเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 12 วันในการทดสอบความสามารถในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Replication	4	134.18	33.54	3.35^{ns}	3.84
Treatments	2	56.58	28.29	2.83^{ns}	4.46
Error	8	80.06	10.01		
Total	14	270.82			

CV = 28.9%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 12 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายโดยเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 14 วันในการทดสอบความสามารถในการควบคุมเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Replication	4	70.12	17.53	1.39^{ns}	3.84
Treatments	2	35.99	17.99	1.43^{ns}	4.46
Error	8	100.98	12.62		
Total	14	207.08			

CV = 28.0%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางผนวกที่ 13 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ตายสะสมเฉลี่ยหลังจากฉีดพ่นเชื้อราในการทดสอบความสามารถในการควบคุมเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลบนข้าวที่ปลูกในกระถาง

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05	0.01
Replication	4	253.97	63.49	1.61^{ns}	3.84	7.01
Treatments	2	770.35	385.18	9.78**	4.46	8.65
Error	8	315.18	39.40			
Total	14	1339.50				

CV = 14.3%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 14 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในการนับครั้งที่ 1 หลังจากฉีดพ่นเชื้อรา 10 วัน ในการทดสอบในนาข้าว

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Replication	4	336.70	84.18	0.22^{ns}	3.26
Treatments	3	4312.95	1437.65	3.79*	3.49
Error	12	4547.30	378.94		
Total	19	9196.95			

CV = 40.1%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางผนวกที่ 15 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในการนับครั้งที่ 2 ในการทดสอบในนาข้าว

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Replication	4	11.20	2.80	0.11^{ns}	3.26
Treatments	3	84.55	28.18	1.09^{ns}	3.49
Error	12	309.22	25.77		
Total	19	404.95			

CV = 21.6%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 16 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่แปลงข้อมูลแล้ว (transformation) หลังการฉีดพ่นเชื้อรา ครั้งที่ 2 ได้ 10 วัน ในการทดสอบในนาข้าว

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05	0.01
Replication	4	1.20	0.30	0.29^{ns}	3.26	5.41
Treatments	3	73.15	24.38	23.40**	3.49	5.95
Error	12	12.51	1.04			
Total	19	86.86				

CV = 20.71%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางผนวกที่ 17 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่รอดเฉลี่ย ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว ในการทดสอบในนาข้าว

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Replication	4	617134.70	154283.68	1.21^{ns}	3.26
Treatments	3	364128.20	121376.07	0.95^{ns}	3.49
Error	12	1533135.30	127761.28		
Total	19	2514398.20			

CV = 104.1%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 18 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักเฉลี่ยของเมล็ดข้าว (กรัม) จากต้นข้าว 5 กอใน 1 มุ้ง

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05	0.01
Replication	4	2758.46	689.62	0.89^{ns}	3.26	5.41
Treatments	3	14436.77	4812.26	6.20**	3.49	5.95
Error	12	9311.88	775.99			
Total	19	26507.12				

CV = 21.6%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางผนวกที่ 19 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดดีของเมล็ดข้าว 100 กรัม จากชุดการทดลอง

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Replication	4	668850.70	167212.68	0.88^{ns}	3.26
Treatments	3	627438.55	209146.18	1.10^{ns}	3.49
Error	12	2273109.70	189425.81		
Total	19	3569398.95			

CV = 11.2%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 20 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดเสียของเมล็ดข้าว 100 กรัม จากชุดการทดลอง

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Replication	4	3383194.00	845798.50	0.46^{ns}	3.26
Treatments	3	10448614.80	3482871.60	1.91^{ns}	3.49
Error	12	21849573.20	1820797.77		
Total	19	35681382.00			

CV = 77.5%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางผนวกที่ 21 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดดีของเมล็ดข้าว 50 เมล็ด จากชุดการทดลอง

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Replication	4	0.02415	0.00604	0.43^{ns}	3.26
Treatments	3	0.15014	0.05005	3.57*	3.49
Error	12	0.16821	0.01402		
Total	19	0.34250			

CV = 10.4%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 22 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดเสียของเมล็ดข้าว 50 เมล็ด จากชุดการทดลอง

Source of variation	d.f.	SS	MS	Observed F	Tabulated F 0.05
Replication	4	0.06257	0.01564	1.52^{ns}	3.26
Treatments	3	0.01338	0.00446	0.45^{ns}	3.49
Error	12	0.12355	0.01030		
Total	19	0.19950			

CV = 37.0%, ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวขจาริน ศิริหงษ์สุวรรณ เกิดวันที่ 16 พฤศจิกายน 2518 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ในปีการศึกษา 2539 ได้รับรางวัลทุนภูมิพลเมื่อสำเร็จการศึกษาจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และรางวัลทุนมูลนิธิศาสตราจารย์ ดร. แถบ นีละนิธิ จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปี พ.ศ. 2540 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2541 โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้จากรองศาสตราจารย์ ดร. อรุณี จันทรสนิท

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย