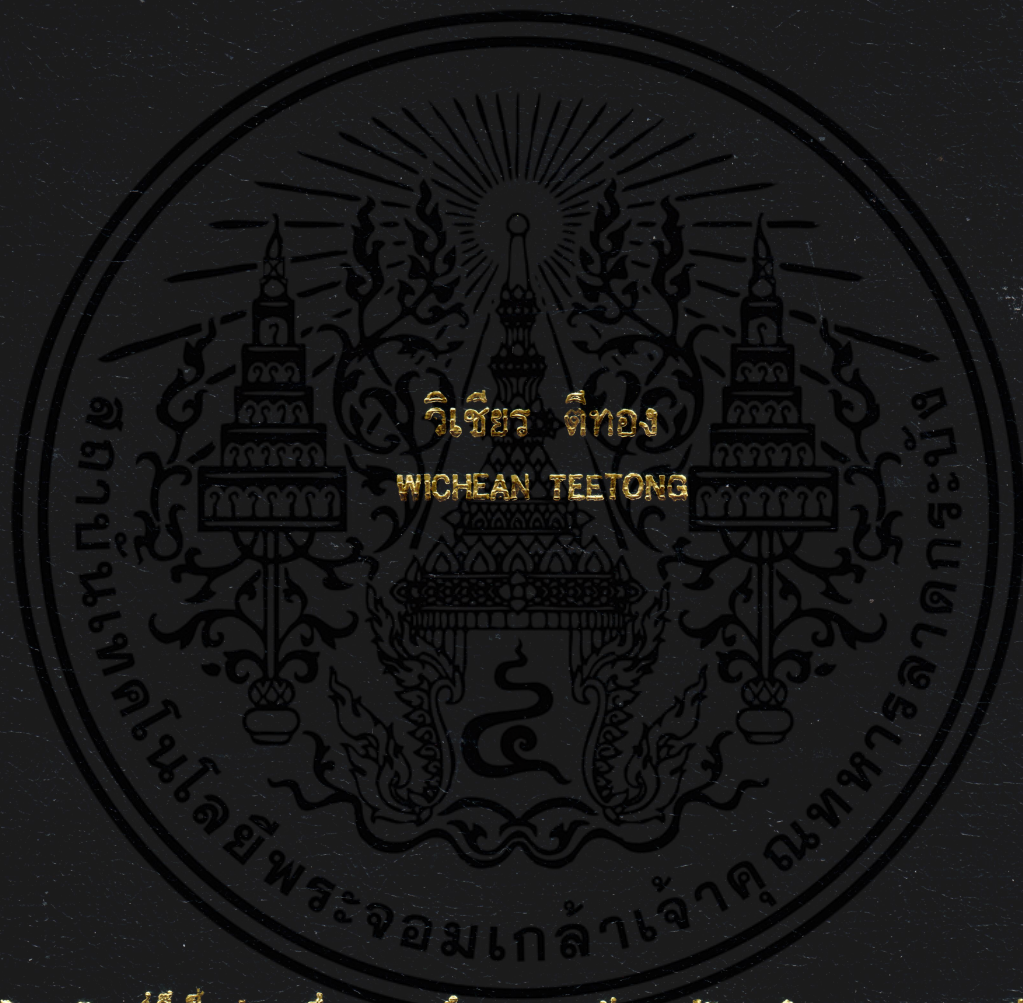


การควบคุมโรคและแมลงศัตรูส้มโชกุนโดยชีววิธีแบบผสมผสาน

INTEGRATED BIOLOGICAL CONTROL
OF DISEASE AND INSECT PESTS OF TANGERINE VAR. SHOGUN,



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-085-5

การควบคุมโรคและแมลงศัตรูส้มโชกุนโดยชีววิธีแบบผสมผสาน

INTEGRATED BIOLOGICAL CONTROL
OF DISEASE AND INSECT PESTS OF TANGERINE VAR. SHOGUN.



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-085-5

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 39622
วัน, เดือน, ปี..... 8... 2544

.b.....
.i.....

บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ขายไปไหนโดยเด็ดขาด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**INTEGRATED BIOLOGICAL CONTROL
OF DISEASE AND INSECT PESTS OF TANGERINE VAR. SHOGUN.**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE
MASTER OF SCIENCE IN PLANT PEST MANAGEMENT TECHNOLOGY
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2001

ISBN 974-648-085-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2001

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

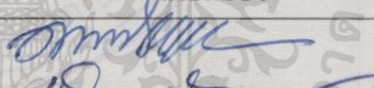

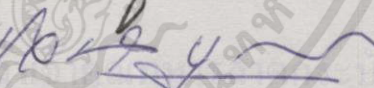
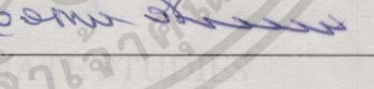
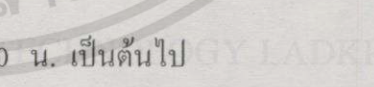
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การควบคุมโรคและแมลงศัตรูส้มโชกุน โดยชีววิธีแบบผสมผสาน
INTEGRATED BIOLOGICAL CONTROL OF DISEASE AND
INSECT PEST OF TANGERINE VAR. SHOGUN

ชื่อนักศึกษา นายวิเชียร ตีทอง
รหัสประจำตัว 40066306
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.เกษม สร้อยทอง
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.แสน ดิถวิพัฒนานนท์
ผศ.ดร.วิรัตน์ ภูวิวัฒน์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.เกษม	สร้อยทอง	
รศ.แสน	ดิถวิพัฒนานนท์	
ผศ.ดร.วิรัตน์	ภูวิวัฒน์	
รศ.ชวลา	บูรณศิริ	
รศ.ดร.วรเดช	จันทร์สร	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 6 กุมภาพันธ์ 2544 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป
สถานที่สอบ ณ ห้อง A-108 อาคารเจ้าคุณทหาร ชั้น 2 โซน A

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญรอด น. อัคร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ๒๕๔๔.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การควบคุมโรคและแมลงศัตรูส้มโชกุนโดยชีววิธีแบบผสมผสาน
นักศึกษา	นายวิเชียร ตีทอง
รหัสประจำตัว	40066306
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2544.
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ. ดร. เกษม สร้อยทอง
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ. แส่น ตึกวัฒนานนท์
	ผศ. ดร. วิรัตน์ ภูวิวัฒน์

บทคัดย่อ

จากการสำรวจโรคและแมลงศัตรูของส้มโชกุนในพื้นที่ อำเภอพบพระ จังหวัดตาก พบว่า ต้นส้มแสดงอาการเหี่ยว ใบเหลือง ต้นโทรม และมีอาการรากเน่าโคนเน่าเป็นส่วนใหญ่ มีการระบาดของแมลงศัตรูพืช คือ หนอนขนอนใบ หนอนแก้วส้ม แมลงค่อมทอง และเพลี้ยอ่อน สลับกันตลอดปี การแยกเชื้อราสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่า พบว่าเชื้อสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย คือ เชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur. เชื้อราสาเหตุที่แยกได้ยังสามารถทำให้เกิดอาการเน่าในส้มเขียวหวาน ส้มโอ ส้มซ่า มะกรูด และมะนาวไซ้ โดยเข้าทำลายส่วนต่างๆของพืช เช่น ใบ ราก โคน ต้นและกิ่ง และจากการศึกษาผลไกลของจุลินทรีย์ต่อต้านที่มีผลต่อการควบคุมเชื้อรา *P. parasitica* พบว่าเชื้อรา *Trichoderma harzianum* PC01, *T. hamatum* PC02 และ *Chaetomium globosum* CG5 จะสร้างเส้นใยเจริญเข้าปกคลุม พันธ์ัดและแทงผ่านเข้าไปในเส้นใยของเชื้อราสาเหตุ ทำให้โปรโตพลาสในเซลล์ไหลออกนอกเซลล์เกิดเป็นช่องว่าง และสลายตัว สำหรับเชื้อรา *Ch. cupreum* CC10 สามารถสร้างสารปฏิชีวนะย่อยสลายเส้นใยเชื้อราสาเหตุ ทำให้เส้นใยเกิดการสลายตัว นอกจากนี้ยังพบว่าสารปฏิชีวนะจากจุลินทรีย์ต่อต้าน คือ Chaetoglobosin-C, Rotiorinol และ Trichotoxin A50 ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm. สามารถชักนำให้ต้นกล้าส้มโชกุนเกิดภูมิคุ้มกันโรครากเน่าโคนเน่า สาเหตุเชื้อรา *P. parasitica* ที่อายุ 30 วัน

จากการทดลองใช้ชีวผลิตภัณฑ์และสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา ในกระถาง ได้แก่ ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA + CHAETOMIUM การใช้สารเคมี metalaxyl 25%WP.พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์TRICHODERMA+ CHAETOMIUM อัตรา 2:1 กรัมต่อต้น ลดการเกิดโรค 77.96 เปอร์เซ็นต์ และลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ 84.20 เปอร์เซ็นต์ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ชนิดเม็ด อัตรา 2 กรัมต่อต้น และลด

การเกิดโรค 76.71 เปอร์เซ็นต์ ลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ 75.20 เปอร์เซ็นต์ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA อัตรา 4 กรัมต่อดิน ลดการเกิดโรค 72.76 เปอร์เซ็นต์ และลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ 46.30 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารเคมี metalaxyl อัตรา 4 กรัมต่อดิน ลดการเกิดโรค 55.92 เปอร์เซ็นต์ และลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ 33.40 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ มีดัชนีการเกิดโรคและปริมาณเชื้อก่อโรคเพิ่มขึ้น

สำหรับการทดสอบการใช้วิธีการป้องกันกำจัดโรคโดยชีววิธีแบบผสมผสานในสภาพไร่ ในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุน สาเหตุเชื้อรา *P. parasitica* โดยการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดเชื้อราชนิดเม็ด และสารเคมี metalaxyl 25% WP. เปรียบเทียบกับวิธีการที่ไม่ใช้วิธีการใด (Control) เป็นเวลา 16 เดือน พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA+ CHAETOMIUM ในอัตรา 5:2.5 กรัมต่อดิน ลดการเกิดโรคได้ 53.30 เปอร์เซ็นต์ และลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ในระดับความลึก 6 และ 12 นิ้ว เท่ากับ 45.70 และ 63.38 เปอร์เซ็นต์ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ในอัตรา 10 กรัมต่อดิน ลดการเกิดโรคได้ 42.72 เปอร์เซ็นต์ และลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ในระดับความลึก 6 และ 12 นิ้ว เท่ากับ 45.00 และ 63.93 เปอร์เซ็นต์ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ในอัตรา 5 กรัมต่อดิน ลดการเกิดโรคได้ 41.00 เปอร์เซ็นต์ และลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ในระดับความลึก 6 และ 12 นิ้ว เท่ากับ 39.01 และ 55.19 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การใช้สารเคมี metalaxyl ในอัตรา 10 กรัมต่อดิน ไม่สามารถลดการเกิดโรคได้ แต่ลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ในระดับความลึก 6 และ 12 นิ้ว เท่ากับ 17.86 และ 2.73 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ มีระดับการเกิดโรคและปริมาณเชื้อก่อโรคเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อทำการจัดการศัตรูพืชโดยชีววิธีแบบผสมผสาน (Bio-IPM) โดยปรับสภาพความเป็นกรดค่าของดินอยู่ในช่วง 6.5-6.8 ใส่จุลินทรีย์ต่อต้านเชื้อรา ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ตัดแต่งกิ่งที่เป็นโรค กำหนดการระบายน้ำในสวน รวมทั้งฉีดพ่นจุลินทรีย์ฆ่าแมลง สารสกัดสะเดา ติดกับดักกาวเหนียว และงดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทุกชนิด วิธีการดังกล่าวจะทำให้เกิดสมดุลของระบบนิเวศมีแมลงศัตรูธรรมชาติเกิดขึ้น ได้แก่ แมงมุมกระโดด (*Sqalticid spiders*) แมงมุมเขียวขาว (*Tetragnatha spp.*) ตั๊กแตนหนวดยาว (*Conocephalus longipennis*) แมลงวันก้นขน (*Starmlopsis sp.*) ตัวงเต่าลายหยัก (*Menochilus sexmaculatus*) มวนเพชรฆาต (*Stacannus collavis*) มวนพิฆาตสีส้ม (*Amyutia malaburica*) และต่อหมาว่า (*Sphecium sp.*) ซึ่งนับว่าเป็นแนวทางการจัดการศัตรูส้ม โชกุนปลอดสารพิษอีกแนวทางหนึ่ง

II

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Integrated Biological Control of Disease and Insect Pests of Tangerine var. Shogun.
Student	Mr. Wichean Teetong
Student ID.	40066306
Degree	Master of Science
Programme	Plant Pest Management Technology
Year	2001
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Kasem Soyong
Thesis Coadvisor	Assoc. Prof. San Tikawattananon Asst. Prof. Dr. Wirat Phuwiwat

ABSTRACT

Disease and insect pests of Tangerine var. Shogun in the epidemic area were surveyed in Poppra district, Amphur Poppra, Tak province. The infected plants showed yellowing leaves, root and basal stem rot. The causal agent was identified as *Phytophthora parasitica* Dastur. Moreover, *P. parasitica* had also infected the other hosts plant such as *Citrus reticulata* Blanco, *Citrus grandis*, *Citrus medica* var. Swingle, *Kaffir lime* and *Citrus aurantifolia* var. Limetta. Insect pests of Shogun found to be *Phyllocnistis citrella*, *Papilio demoleus malayanus*, *Hypomeces squamosus* and *Aphis iraecola* to alternate host.

The control mechanism of *Trichoderma harzianum* PC01, *T. hamatum* PC02 and *Chaetomium globosum* CG5 against *P. parasitica* were shown under microscopy which implied the hyphae interference and *Ch. cupreum* CC10 produced and released the antagonistic substance which lysed the hypha of *P. parasitica*, implies antibiosis and lysis mechanisms. Moreover, antibiotic substances of Chaetoglobosin-C, Rotiorinol and Trichotoxin A50 were proved for growth inhibition of *P. parasitica* at the concentration fo 500 ppm and inducing of plant immunity to immunizing agents of root and basal rot of seedlings at 30 days.

The applications of mycofungicides of TRICHODERMA (PC01+PC02), CHAETOMIUM (CG5+CC10), mixture of these mycofungicides and metalaxyl 25% WP were conducted in the pot to prevent root and basal rot of Shogun inoculated with *P. parasitica* in pot experiment. Result showed that applications of TRICHODERMA and CHAETOMIUM Mixture at the rate of 2:1 g/plant could significantly reduce the disease incidence of 79.96% and decreased population

of *P. parasitica* 84.20%, CHAETOMIUM application at the rate of 2 g/plant could reduce the disease incidence of 79.71% and population of *P. parasitica* decreased 75.20%, TRICHODERMA at the rate of 4 g/plant could reduce the disease incidence of 72.76% and population of *P. parasitica* 46.30%. However, applying metalaxyl at the rate of 4 g/plant could reduce the disease incidence of 55.92% and population of *P. parasitica* decreased 33.40% which significantly difference in reduction of disease incidence and population when compared with the non-treated ones.

Integrated biological control of root and basal rot of Shokun were conducted in the infested fieldsoil of an epidemic area for 16 months. Result showed that applications TRICHODERMA and CHAETOMIUM Mixture at the rate 5:2.5 g/plant could decrease the disease incidence of 53.3% and reduced the population of *P. parasitica* at 6 and 12 inch soil depth of 45.70 and 63.38%, TRICHODERMA at the rate 10 g/plant could decrease the disease incidence of 42.72% and reduced population of *P. parasitica* at 6 and 12 inch soil depth of 45.00 and 63.93%, CHAETOMIUM at the rate 5 g/plant could decrease the disease incidence of 41.00% and reduced population of *P. parasitica* at 6 and 12 inch soil depth of 39.01 and 55.19% , respectively. But for metalaxyl application could not reduce the disease incidence and pathogen population. The non-treated one showed the highest disease incidence. However, it was revealed that the biological integrated pest management including soil pH adjustment, removed diseased plant parts, good water diainage, adding organic amendnent, applying biological pesticide and natural product to control the disease and insect pests leading to balance the ecosystem e.g. occurrence of predators such as *Sqalticid spiders*, *Tetragnatha* spp., *Conocephalus longipennis*, *Starmlopsis* sp., *Menochilus sexmaculatus* , *Stacannus collavis*, *Amyutia malaburiea* and *Sphecium* sp. This research finding give possible for the farmers for agro-chemical pesticide production of Tangerine var. Shogun.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ. ดร. เกษม สร้อยทอง ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา รศ. แสน ดิกวัฒนานนท์ ผศ. ดร. วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางการศึกษาวิจัย และ แก้ววิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณผศ. ดร. สมเดช กนกเมธากุล ที่กรุณาให้สารสกัด Chaetoglobosin-C, Rotiorinol และ Trichotoxin A50 ในการทดลองนี้ และขอขอบคุณ Dr. Lyubov Kolombet จาก State Research Centre of Applied Microbiology, Moscow ประเทศสาธารณรัฐรัสเซีย ที่กรุณาให้ชีวผลิตภัณฑ์กำจัดแมลง LEPIDOPCIDE[®] (*Bacillus thuringiensis* var. Kurstuki) และ AVERTROPH[®] (*Actinomyces*) มาใช้ในการทดลองภาคสนาม

ขอขอบคุณ คุณวีรศักดิ์ วิสาวะโท เจ้าของสวนส้มโชกุน ที่ให้ความอนุเคราะห์แปลงทดลอง ส้มโชกุน และอุปกรณ์ต่างๆเพื่อใช้ในการวิจัย ขอขอบคุณบริษัทโคตรู๊ปจำกัด ที่ให้ชีวผลิตภัณฑ์ คีโตเมี่ยมมาใช้ในการวิจัย ตลอดจนการอำนวยความสะดวกในการเดินทาง และเจ้าหน้าที่สำนักงาน อุดุณิยมหาวิทยาลัยบางนา ที่ให้ข้อมูลทางด้านอุดุณิยวิทยา.

ขอบคุณ คุณนาวิน สวมโพธิ์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการตึกเห็ดราวิทยา และนักศึกษาปริญญาโท ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติมิตรทุกท่าน และผู้ที่ไม่ได้ระบุนามในที่นี้ ที่ให้การสนับสนุนการศึกษา และเป็นกำลังใจตลอดมา รวมทั้งครู อาจารย์ ผู้เคยประสาทวิชา

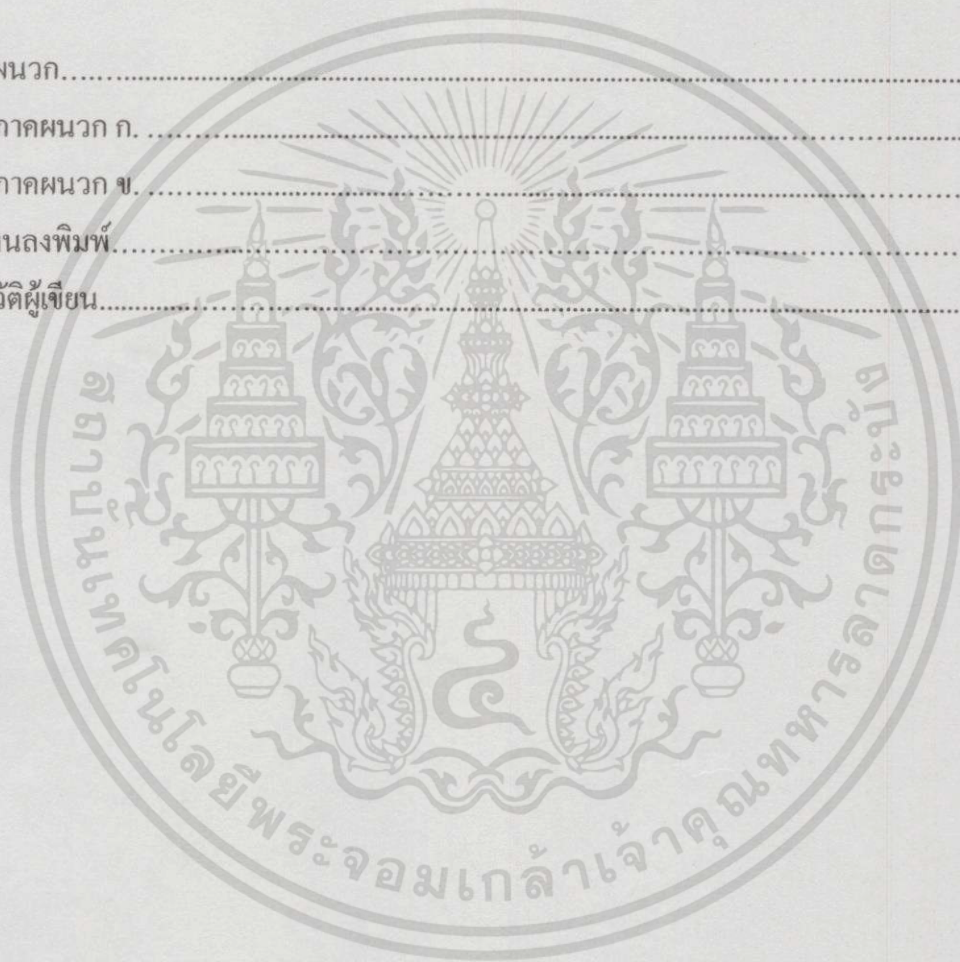
วิเชียร ดีทอง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	X
บทที่ 1. บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	2
บทที่ 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ลักษณะพฤกษศาสตร์.....	3
2.2 สัญฐานวิทยาของเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> Dastur.....	4
2.3 ลักษณะอาการของโรค.....	6
2.4 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค.....	6
2.5 แมลงศัตรูตัว.....	7
2.6 การใช้พันธุ์ต้านทานในการป้องกันการเกิดโรครากเน่าโคนเน่า.....	10
2.7 การใช้ <i>Trichoderma</i> spp. ควบคุมโรคในประเทศไทย.....	10
2.8 การใช้ <i>Trichoderma</i> spp. ควบคุมโรคในต่างประเทศ.....	12
2.9 การใช้ <i>Chaetomium</i> spp. ควบคุมโรคในประเทศไทย.....	13
2.10 การใช้ <i>Chaetomium</i> spp. ควบคุมโรคในต่างประเทศ.....	16
2.11 การใช้จุลินทรีย์อื่นๆควบคุมโรคโดยชีววิธี.....	18
บทที่ 3. วิธีการดำเนินการวิจัย.....	21
บทที่ 4. ผลการวิจัย.....	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5. วิจัยผลการวิจัย.....	81
บทที่ 6. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	86
เอกสารอ้างอิง.....	90
ภาคผนวก.....	98
ภาคผนวก ก.....	99
ภาคผนวก ข.....	100
ผลงานลงพิมพ์.....	102
ประวัติผู้เขียน.....	119



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงชนิดแมลงศัตรูพืชต่อการเข้าทำลายส้ม ไซกุน ในช่วงเวลาต่างๆ.....	31
4.2 แสดงลักษณะ โครงสร้างต่างๆของเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> แต่ละ isolates.....	35
4.3 แสดงการปรากฏและ ไม่ปรากฏแถบ โปรตีน เชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> . isolates NO.1-NO.6.....	42
4.4 แสดงลักษณะและขนาด sporangium เชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> . isolates NO.1-NO.6.....	43
4.5 แสดงดัชนีการเกิดโรค (Disease Index) โรครากเน่าโคนเน่าของต้นกล้าส้ม ไซกุน เชื้อราสาเหตุ <i>Phytophthora parasitic</i> isoaltes NO.1-NO.6 ที่อายุ 30 วัน.....	45
4.6 แสดงความสามารถในการเกิดโรค บนใบส้ม ไซกุน เชื้อราสาเหตุ <i>Phytophthora parasitic</i> isoaltes NO.1-NO.6 ที่ อายุ 3 วัน.....	49
4.7 แสดงความสามารถในการเกิดโรค เชื้อราสาเหตุ <i>Phytophthora parasitica</i> isoaltes NO.3 บนใบพีชอ้าย ที่อายุ 3 วัน.....	51
4.8 แสดงความสามารถในการเกิดโรค เชื้อราสาเหตุ <i>Phytophthora parasitica</i> isoaltes NO.3 บนต้นกล้าพีชอ้าย ที่อายุ 30 วัน.....	53
4.9 การใช้สารปฏิชีวนะ Rotiorinol, Chaetoglobosin-C และ Trichotoxin A50 ในการ ชักนำให้ต้นกล้าส้ม ไซกุนเกิดภูมิคุ้มกัน โรครากเน่าโคนเน่า สาเหตุเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate NO.3 ที่อายุ 30 วัน.....	60
4.10 แสดงเปอร์เซ็นต์การชักนำให้เกิดภูมิคุ้มกัน โรครากเน่าโคนเน่า ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate NO.3 โดยสารปฏิชีวนะ Rotiorinol, Chaetoglobosin-C และ Trichotoxin A50 ที่อายุ 30 วัน.....	60
4.11 การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ป้องกัน โรครากเน่าโคนเน่าส้ม ไซกุนที่เกิดจากเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate NO.3 เป็นระยะเวลา 8 เดือนในสภาพแปลงทดลอง.....	64
4.12 ปริมาณเชื้อก่อโรค <i>Phytophthora parasitica</i> isolate NO.3 หลังการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ ป้องกันกำจัด โรครากเน่าโคนเน่าส้ม ไซกุนในสภาพเรือนทดลองที่ระยะเวลา 8 เดือน.....	65
4.13 ดัชนีการเกิดโรครากเน่าโคนเน่า ในแปลงทดลองหลังจากการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODRERMA และ CHAETOMIUM ในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่า ส้ม ไซกุน สาเหตุเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate NO.3 ที่ระยะเวลา 16 เดือน.....	70

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.14 การเปลี่ยนแปลงประชากรเชื้อก่อโรคในดิน ที่ระดับความลึก 6 นิ้ว หลังจากการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODRERMA และ CHAETOMIUM ในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่า สัม ไชกุน ที่เกิดจากเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> ในสภาพแปลงทดลอง ระยะเวลา 16 เดือน.....	71
4.15 การเปลี่ยนแปลงประชากรเชื้อก่อโรคในดิน ที่ระดับความลึก 12 นิ้ว หลังจากการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODRERMA และ CHAETOMIUM ในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่า สัม ไชกุน ที่เกิดจากเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> ในสภาพแปลงทดลอง ระยะเวลา 16 เดือน.....	72
4.16 การเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นสัม ไชกุน หลังจากการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ชนิดเม็ด ในการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> ในสภาพแปลงทดลอง ระยะเวลา 16 เดือน.....	73
4.17 การเปลี่ยนแปลงความกว้างทรงพุ่มของต้นสัม ไชกุน หลังจากการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ชนิดเม็ด ในการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> ในสภาพแปลงทดลอง ระยะเวลา 16 เดือน.....	73
4.18 แสดงชนิดแมลงศัตรูธรรมชาติและช่วงเวลาที่สำรวจพบ.....	78

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.1 การให้เปอร์เซ็นต์ลำดับความรุนแรงของโรครากเน่าโคนเน่าของส้ม โชกุน ที่เกิดจากเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i>	29
4.2 ลักษณะอาการของโรครากเน่าโคนเน่าของส้ม โชกุนที่เกิดจาก เชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i>	30
4.3 แสดงชนิดของแมลงศัตรูของส้ม โชกุน.....	32
4.4 แสดงชนิดของแมลงศัตรูพืชของส้ม โชกุน.....	33
4.5 เชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate NO.1 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA อายุ 10 วัน.....	36
4.6 เชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate NO.2 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA อายุ 10 วัน.....	37
4.7 เชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate NO.3 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA อายุ 10 วัน.....	38
4.8 เชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate NO.4 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA อายุ 10 วัน.....	39
4.9 เชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate NO.5 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA อายุ 10 วัน.....	40
4.10 เชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate NO.6 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA อายุ 10 วัน.....	41
4.11 เปรียบเทียบ Standard marker (M) กับ protein bands ของเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate NO.1-6.....	43
4.12 dendrogram แสดงความสัมพันธ์เชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate NO.1-NO.6.....	44
4.13 ระดับคะแนนความรุนแรงของเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> ต่อต้นกล้าส้ม โชกุน.....	46
4.14 แสดงระดับความรุนแรงของ โรครากเน่า โคนเน่า เชื้อสาเหตุ <i>Phytophthora parasitica</i> isolate NO.1- NO.6. ของต้นกล้าส้ม โชกุน อายุ 30 วัน.....	47
4.15 แสดงดัชนีการเกิด โรคของเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> ต่อ ใบส้ม โชกุน.....	49
4.16 แสดงระดับความรุนแรงของ เชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate NO.1- NO.6. หลังจากปลูกเชื้อบนใบส้ม โชกุน อายุ 3 วัน.....	50
4.17 แสดงความสามารถในการทำให้เกิด โรคของเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate No.3 ของใบพืชอาศัยต่างๆ.....	51
4.18 แสดงความสามารถในการทำให้เกิด โรคของเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate No.3 ของต้นกล้าพืชอาศัยต่างๆ.....	53
4.19 แสดงกลไกการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate No.3 โดย <i>Trichoderma harzianum</i> PC01.....	55

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.20 แสดงกลไกการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate No.3 โดย <i>Trichoderma hamatum</i> PC02.....	56
4.21 แสดงกลไกการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate No.3 โดย <i>Chaetomium globosum</i> CG5.....	57
4.22 แสดงกลไกการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate No.3 โดย <i>Chaetomium cupreum</i> CG10.....	58
4.23 แสดงการทดสอบสารปฏิชีวนะ Rotiorinol, Chaetoglobosin-C และ Trichotoxin A50 ต่อการชักนำให้เกิดภูมิคุ้มกันโรครากเน่าโคนเน่าสาเหตุเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> isolate NO.3 ของต้นกล้าส้มโชกุน ที่อายุ 30 วัน.....	61
4.24 การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ ในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าส้มโชกุน เกิดจากเชื้อรา <i>Phytophthora parasitica</i> ในสภาพเรือนทดลอง ระยะเวลา 8 เดือน.....	66
4.25 ต้นส้ม โชกุนที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA และชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM เป็นเวลา 10 เดือน.....	74
4.26 ต้นส้ม โชกุนที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM และสารเคมีกำจัดเชื้อรา metalaxyl เป็นเวลา 10 เดือน.....	75
4.27 ต้นส้ม โชกุนที่ไม่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ เป็นเวลา 10 เดือน.....	76
4.28 แสดงชนิดแมลงศัตรูธรรมชาติของส้ม โชกุน.....	79
4.29 แสดงชนิดแมลงศัตรูธรรมชาติของส้ม โชกุน.....	80

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ส้มโชกุน หรือส้มเพชรยะลา (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shokun) เป็นส้มเขียวหวานชนิดหนึ่งที่มีแหล่งกำเนิดในจังหวัดยะลา และเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย จัดอยู่ในวงศ์ Rutaceae และมีพื้นที่เพาะปลูกกระจายทั่วประเทศได้แก่ ภาคเหนือ ได้แก่ น่าน แพร่ สุโขทัย ลำพูน และเชียงใหม่ ภาคกลาง ได้แก่ ปทุมธานี กรุงเทพฯ สระบุรี ภาคตะวันออก ได้แก่ ตราด จันทบุรี นครนายก ภาคตะวันตก ที่สมุทรสาคร นครปฐม ราชบุรี และภาคใต้ ได้แก่ นครศรีธรรมราช สงขลา สุราษฎร์ธานี และยะลา (วิเชียร, 2527 ; ไชยา, 2531) ส้มโชกุนในแต่ละภาคจะมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกัน ทั้งปริมาณและคุณภาพ และลักษณะในการเพาะปลูก แต่จะมีสิ่งคล้ายคลึงกันคือปัญหาทางด้านศัตรูพืช เช่น แมลงศัตรูพืช และเชื้อราสาเหตุโรคพืชต่างๆ ซึ่งทำให้ผลผลิตเสียหาย และพบว่าแมลงศัตรูส้มที่สำคัญสามารถจำแนกเป็น 6 อันดับ ได้แก่ Thysanoptera, Homoptera, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera และ Diptera ซึ่งสามารถทำลายส้มโชกุนได้ทุกระยะ เช่น เพลี้ยไฟ (*Scirtothrips dorsalis* Hood), หนอนขนอนใบส้ม (*Phyllocnistis citrella* Stainton), เพลี้ยไก่แจ้ส้ม (*Diaphorina citri* kuwayana) หนอนแก้วส้ม (*Papilio demoleus* Wallace), เพลี้ยอ่อน เพลี้ยหอย และเพลี้ยแป้ง เป็นต้น ซึ่งพบว่าแมลงศัตรูที่สำคัญต่อส้มโชกุน คือ หนอนขนอนใบ เพลี้ยไฟ หนอนแก้วส้ม เพลี้ยแป้ง และเพลี้ยไก่แจ้ส้ม (พนมกร และคณะ, 2529) สำหรับปัญหาทางด้านเชื้อราสาเหตุโรคพืช พบว่าโรครากเน่าโคนเน่าจัดเป็นปัญหาที่รุนแรงและทำความเสียหายให้แก่ส้มมากที่สุดโรคหนึ่ง เชื้อราสาเหตุของโรคคือเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur. จัดเป็นเชื้อราชั้นต่ำ ที่อาศัยในดินและน้ำ สามารถแพร่กระจายไปได้กว้าง โดยติดไปกับดิน ปลูกหรือน้ำที่ให้กับพืชปลูก ลักษณะอาการของต้นส้มที่แสดงอาการของโรคในส่วนเหนือดิน ลักษณะใบเหลืองเหี่ยวและร่วง ต้นทรุดโทรมและยืนต้นตายในที่สุด ส่วนลักษณะอาการที่ผลจะปรากฏผลร่วงหรือเหี่ยวขาดต้น และลักษณะอาการของระบบรากส้ม เชื้อจะเข้าทำลายระบบลำเลียงน้ำ ทางรากฝอย รากแขนง และส่วนโคนต้นใกล้ระดับดินทำให้รากเน่า มีสีน้ำตาลแดงเหนียวหนึบเยื่อ เมื่อเปลือกนอกเน่ารุนแรงต้นจะตายในที่สุด (ฮาไพบรรณ และคณะ, 2527 ; เปรมปรี, 2538)

สำหรับการควบคุมศัตรูส้มโชกุนไม่ว่าจะเป็นปัญหาทางด้านแมลงศัตรูพืช และเชื้อราสาเหตุโรคพืช พบว่านอกจากการใช้สารเคมีชนิดดูดซึม เช่น malathion, metalaxyl, fosetyl-AI และ copper oxychloride แล้วยังมีการนำเอาวิธีการควบคุมโดยชีววิธีเข้ามาเป็นทางเลือก ในการควบคุมศัตรูส้มโชกุน เช่น การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในการควบคุมแมลงศัตรูพืช และการใช้เชื้อจุลินทรีย์ต่อต้าน ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา โดยเฉพาะเชื้อรา *P. parasitica* ซึ่งเป็นสาเหตุหลัก โดยพบ

ว่าเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในระยะยาว สำหรับการใช้น้ำ จุลินทรีย์ต่อต้านนอกจากจะยับยั้งการเจริญเติบโตเชื้อโรคแล้วยังสามารถเพิ่มปริมาณในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมได้มากขึ้น ดังนั้นจึงนับว่าเป็นแนวทางที่น่าสนใจในการวิจัยเพื่อลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา และหันมาใช้จุลินทรีย์ต่อต้านแทนในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของส้ม โชกุน ดังนั้นโครงการวิจัยจึงมีจุดมุ่งหมายที่จะทำการทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ต่อต้าน ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. parasitica* ในห้องปฏิบัติการ เรือนปลูกพืชทดลอง และแปลงทดลองเพื่อเป็นแนวทางร่วมกับการจัดการศัตรูส้ม โชกุนแบบผสมผสาน ในสภาพสวนของเกษตรกรต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

- 1.2.1 เพื่อศึกษาและสำรวจชนิดและปริมาณของเชื้อสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่า และชนิดของแมลงศัตรูพืชของส้ม โชกุน
- 1.2.2 เพื่อศึกษาลักษณะอนุกรมวิธาน ตัณฐานวิทยา ลักษณะความสามารถในการทำให้เกิดโรค ลักษณะพืชอาศัย ตลอดจนการแยกความแตกต่างระหว่าง isolates โดยเทคนิค SDS-PAGE ของเชื้อรา *P. parasitica* สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของส้ม โชกุน
- 1.2.3 เพื่อศึกษากลไกของจุลินทรีย์ต่อต้าน และการชักนำให้เกิดภูมิคุ้มกันต่อโรครากเน่าโคนเน่า ของสารปฏิชีวนะในห้องปฏิบัติการ
- 1.2.4 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพชีวผลิตภัณฑ์ ในการควบคุมโรค และแมลงศัตรูส้ม โชกุนในสภาพโรงเรือน และแปลงทดลอง
- 1.2.5 เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูส้ม โชกุนโดยชีววิธีผสมผสาน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อหาแนวทางในการใช้น้ำจุลินทรีย์ต่อต้าน ในการป้องกันกำจัดโรครากเน่าโคนเน่าของส้ม โชกุน ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *P. parasitica* ร่วมกับการจัดการแบบผสมผสาน ตลอดจนการศึกษา ลักษณะอาการ และแหล่งระบาดของโรค การแยกเชื้อโดยใช้เทคนิค SDS-PAGE การทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคกับพืชอาศัย ตลอดจนการศึกษากลไกของจุลินทรีย์ต่อต้าน คือ เชื้อรา *T. harzianum* PC01, *T. hamatum* PC02, *Ch. globosum* CG5 และ *Ch. cupreum* CC10 และการทดสอบประสิทธิภาพชีวผลิตภัณฑ์ ในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของส้ม โชกุน ทั้งในสภาพเรือนทดลอง และสภาพแปลงทดลอง

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ส้มโชกุนเป็นส้มเขียวหวานชนิดหนึ่ง มีชื่อสามัญว่า Mandarin หรือ Tangerine โดยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus reticulata* Blanco. จัดอยู่ในวงศ์ Rutaceae มีจำนวนโครโมโซม $2n = 8$ (ไชยา, 2531) มีลักษณะเฉพาะสายพันธุ์ดังนี้

2.1 ลักษณะพฤกษศาสตร์ (สัญญาลักษณ์, 2530)

ลักษณะการเจริญ : ทรงต้นสูงประมาณ 4-8 เมตร ทรงพุ่มมีลักษณะแน่นทึบจัดเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก ลักษณะกิ่งและใบตั้งตรง

ราก : จัดเป็นระบบรากแก้วมี 2 ชนิด คือ Pioneer root เป็นรากที่แตกสาขาออกรากแก้วสามารถเจริญเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงต่อไป Fibrous root เป็นรากแก้วในระยะต้นกล้าอ่อน เมื่อต้นกล้ามีอายุมาก fibrous root จะมีความลึกประมาณ 4-6 เมตร

ลำต้น : ลักษณะของกิ่งอ่อนมีสีเขียวอ่อนไม่มีหนาม เป็นเหลี่ยมเรียว กิ่งแก่จะมีสีเขียวเข้ม ไม่มีขน มีต่อมน้ำมันกระจายอยู่ทั่วไป และกิ่งมีลักษณะตั้งขึ้นสูง

ใบ : รูปร่างรูปไข่ค่อนข้างยาว รูปโล่หรือรูปหอก ปลายฐานใบมีลักษณะมน ส่วนปลายสุดของใบเป็นมันสีเขียวเข้ม ตัวใบมีกลิ่นก้านใบมีปีกแคบ หรือไม่มีปีกมีสีเขียวอมเหลือง ใบมีขนาดเล็กกว้าง 1.54 - 4.00 เซนติเมตร ยาว 3.5 - 8.0 เซนติเมตร มีกลิ่นหอมคล้ายส้มจีน และส้มพองแกน

ดอก : เกิดที่ง่ามใบของกิ่งที่เจริญใหม่ๆ เป็นชนิดช่อดอกสีขาวใหญ่ หรือดอกเดี่ยว โดยมีลักษณะเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 - 4.0 เซนติเมตร ดอกมีกลิ่นหอมกลีบเลี้ยงมีรูปร่างคล้ายถ้วยยื่นออกไปจำนวน 3 - 5 กลีบ กลีบดอกมีสีขาว จำนวน 4 - 8 กลีบ มีเกสรตัวผู้จำนวน 20 - 40 อัน มีสีขาวอับเกสรตัวผู้มีสีเหลือง แบ่งเป็น 4 ช่อง เกสรตัวเมียมีลักษณะยาวประมาณ 0.5 - 0.7 เซนติเมตร ดอกบานมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 - 2.5 เซนติเมตร ส่วนของกลีบดอกมีสีขาว และมีต่อมน้ำมันกระจุกกระจายอยู่ แต่ละดอกจะมีจำนวนเกสรตัวผู้อยู่ในลักษณะแยกกันประมาณ 18 - 23 อัน ออกดอกในตำแหน่งซอกใบเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อ

ผลและเปลือก : มีรูปร่างกลมแบนด้านปลายผลเป็นแอ่งตื้นฐานมนผิวเปลือกสีเขียว หรือส้มอมเหลือง จนถึงแดงอมส้ม ลักษณะของผิวเปลือกจะเรียบ มีต่อมน้ำมันเกิดตามผิวผล ลักษณะเปลือกบางมีความหนาประมาณ 1 มม. ถอนเปลือกง่าย กลีบแยกจากกันได้ง่าย มีกลีบประมาณ 11 กลีบต่อผล ผนังกลีบบางมีรกน้อย ลักษณะถุงส้ม (Juice sac) มีขนาดสั้นน้ำน้ำเนื้อผลมีสีแดงขนาดผลแตกต่างกัน ผลส้ม สูงประมาณ 5.9 เซนติเมตร กว้าง 6.8 เซนติเมตร ด้านปลายผลราบเป็นแอ่งตื้น ฐานผลมน ติดผลในลักษณะหัวห้อยลง

เมล็ด : เมล็ดขนาดยาวประมาณ 9 มม. เมล็ดมีน้อยไม่เกิน 12 เมล็ดต่อผล ลักษณะรูปร่างรูปไข่ หัวกลับ เปลือกเมล็ดหรือเนื้อเยื่อส่วนสะสมอาหารมีสีเขียวอ่อน หรือสีเขียวอมเหลือง จำนวนเมล็ดมีมากน้อย แตกต่างกันในแต่ละกลีบ และพบว่าใช้เมล็ดเพาะขยายพันธุ์ได้

ในปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่สามารถปลูกส้มได้ดี ผลผลิตที่ผลิตได้นั้น นอกจากจะบริโภคภายในประเทศแล้ว ยังสามารถจำหน่ายในตลาดต่างประเทศ โดยคิดเป็นมูลค่าหลายสิบล้านบาทในแต่ละปี แต่ในปัจจุบันผลผลิตจากผลิตผลส้มในประเทศไทยค่อนข้างต่ำมาก โดยเกษตรกรผู้ประกอบการประสบปัญหาทางด้านต่างๆมากมายทั้งในเรื่องการป้องกันและกำจัดโรคและแมลงศัตรู พบว่าโรคส้มที่ทำความเสียหายมีมากกว่า 30 โรค โดยมีโรคที่สำคัญคือ โรครากเน่าและโคนเน่า และโรคแอนแทรคโนสตามลำดับ (อำไพวรรณ และคณะ, 2527) และพบว่าแมลงศัตรูส้มที่ทำความเสียหายก็มีมากกว่า 120 ชนิด โดยมีแมลงที่สำคัญคือ ผีเสื้อหนอนขนอบ, ผีเสื้อหนอนแก้วส้ม, เพลี้ยไฟ และเพลี้ยไก่แจ้ส้ม ตามลำดับ (เปรมปรี, 2538)

โรครากเน่าและโคนเน่าของส้ม โชน จัดเป็นโรคที่ระบาดทั่วไปในแหล่งปลูกส้มทั่วโลก และมีชื่อเรียกหลายอย่างโดยมีความหมายใกล้เคียงกัน เช่น *Phytophthora gummosis*, brown rot gummosis, collar rot หรือ maldigamma หรือ foot rot เกิดจากเชื้อรา *P. parasitica* Dastur. หรือ *P. nicotianae* var. *parasitica* Dastur. (Waterhouse, 1963) สำหรับในประเทศไทย พบการระบาดของโรครากเน่าและโคนเน่าของส้มมีมาเป็นเวลานาน และยังมีการระบาดเพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อยๆ อย่างรวดเร็วมาก และแหล่งระบาดของโรคเกิดจากเชื้อราสาเหตุ *P. parasitica* ที่เกิดกับส้มชนิดต่างๆ หลายชนิดในประเทศไทย (ตารางที่ 2.1)

2.2 สัตถฐานวิทยาของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur.

Suzui *et al.* (1976) ได้จำแนกเชื้อราสาเหตุโรครากเน่าและโคนเน่าของส้มเขียวหวานในประเทศไทย คือ *P. parasitica*. ซึ่งสามารถจำแนกตามหมวดหมู่ดังนี้

Division Eumycota

Class Oomycetes

Order Peronosporales

Family Pythiaceae

Genus *Phytophthora*

Species *parasitica*

ตารางที่ 2.1 แหล่งเกิดโรค ลักษณะอาการ และเชื้อสาเหตุของโรคกับสายพันธุ์สั้ชนิดต่างๆ

สายพันธุ์สั้	ลักษณะอาการโรค	แหล่งปลูก	เชื้อราสาเหตุ
สั้เขียวหวาน	รากเน่า โคนเน่า ยางไหล	เชียงใหม่ น่าน ตราด จันทบุรี ระยอง เพชรบุรี ราชบุรี กาญจนบุรี นครปฐม ระนอง กรุงเทพฯ ปทุมธานี	<i>P. parasitica</i>
สั้จุก	รากเน่า โคนเน่า ยางไหล	สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช	<i>P. parasitica</i>
สั้ซ่า	โคนเน่า ยางไหล	สุพรรณบุรี	<i>P. parasitica</i>
สั้ซีแกน	โคนเน่า ยางไหล	สุพรรณบุรี	<i>P. parasitica</i>
สั้ตรา	โคนเน่า ยางไหล	สุพรรณบุรี กรุงเทพฯ ระยอง	<i>P. parasitica</i>
สั้แก้ว	โคนเน่า ยางไหล	สุพรรณบุรี	<i>P. parasitica</i>
มะนาวไข่ (ต้นกล้า)	รากเน่า โคนเน่า ยางไหล	สุพรรณบุรี	<i>P. parasitica</i>
มะกรูด (ต้นกล้า)	รากเน่า โคนเน่า	กรุงเทพฯ	<i>P. parasitica</i>
มะนาวตาฮิติ	ใบไหม้	น่าน	<i>P. parasitica</i>
สั้โชกุน	รากเน่า โคนเน่า	ยะลา เชียงใหม่ ตาก	<i>P. parasitica</i>

ที่มา : (วิเชียร, 2527 ; สุพัตรา, 2529)

Waterhouse (1963) รายงาน ว่าเชื้อรา *P. parasitica* หรือ *P. nicotianae* var. *parasitica* มีเส้นใยแบบไม่มีผนังกัน เส้นใยขรุขระ สีใส ขนาดกว้าง 3-9 ไมโครเมตร sporangiophore ยาว 100-300 ไมโครเมตร มีการแตกกิ่งก้านแบบ sympodial sporangium มีขนาด 25-50 x 20-40 ไมโครเมตร รูปร่างกลม หรือรูปไข่ นอกจากนี้ Waterhouse (1970) ยังพบในลักษณะแบบ obpyriform อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างน้อยกว่า 1.6 sporangium เป็นแบบ terminal หรือ intercalary sporangium เกิดได้ทั้งบริเวณปลายของ sporangiophore ส่วน pedicel มีขนาดสั้น ประมาณ 5 ไมโครเมตร ติดอยู่บริเวณฐาน sporangium แบบ papillate และมี papilla มากกว่า 1 อัน chlamyospore อายุ 1-2 สัปดาห์ ขนาดประมาณ 60 ไมโครเมตร ผนังหนา 3-4 ไมโครเมตร เมื่อแก่มีสีเหลืองอ่อนถึงเหลืองเข้ม antheridium ไม่มีสี รูปกลมหรือรูปไข่ ขนาด 10 x 12-16 ไมโครเมตร Newhook et al. (1978) ลักษณะ zoospore ขนาด 8-12 x 5-8 ไมโครเมตร รูป reniform มี flagella 2 เส้น และสามารถว่ายน้ำได้ ซึ่งจะพักตัว (encyst) หลังจากว่ายน้ำไปเกาะพืชอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Suzui *et al.* (1976) ศึกษาเชื้อราที่มีลักษณะเส้นใยเรียบ ความกว้างโดยเฉลี่ย 5.7 ไมโครเมตร ไม่มีการโป่งพองของเส้นใย ลักษณะ sporangiophore เรียวยาวผิวเรียบ มีลักษณะการแตกกิ่งก้านแบบ symodial กว้าง 1.8-2.7 ไมโครเมตร ลักษณะ sporangium รูปไข่ หรือค่อนข้างกลมขนาด 7-10 ไมโครเมตร chlamydospore รูปร่างขนาด 19-33 ไมโครเมตร ผนังบาง 1.1 ไมโครเมตร สีเหลือง ผนังหนา 1.8 ไมโครเมตร oogonium รูปไข่ หรือ subspheridium เป็นแบบ amphigynous รูปไข่ถึงกลม ไม่มีสี ขนาด 11-13 ไมโครเมตร

Savage *et al.* (1968) รายงานว่าการสืบพันธุ์แบบใช้เพศของเชื้อรา *P. parasitica* เป็นแบบ heterothallic ผสมข้ามกันระหว่าง mating type ที่ compatible โดยส่วนขยายพันธุ์เพศเมีย oogonium มีรูปร่างกลม หรือ ค่อนข้างกลม ผนังเรียบขนาด 18-25 ไมโครเมตร ส่วนขยายพันธุ์เพศผู้ antheridium สร้างแบบ amphigynous รูปกลมถึงไข่ ขนาดเฉลี่ย 10-12 ไมโครเมตร

2.3 ลักษณะอาการของโรค

ลักษณะอาการ โรครากเน่าและ โคนเน่าที่เกิดขึ้นจะเกิดกับระบบราก และบริเวณโคนต้นในระดับดิน โดยระยะแรกเปลือกจะเป็นจุดๆ และจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเน่า เปลือกและล่อนหลุดออกได้ง่าย อาการเน่าจะลุกลามไปเรื่อยๆรอบต้น และในกรณีรากถูกทำลายมาก บางกิ่งอาจแสดงอาการใบเหลืองตรงบริเวณเส้นกลางใบ อาการเหี่ยวคล้ายขาดน้ำ ชาวสวนเรียก “อาการใบกลับ” ต่อมาใบจะร่วง กิ่งแห้งตายจากปลายยอด ถ้าส้มเป็น โรคช่วงติดผล อาจพบอาการยางไหลบริเวณผลที่เน่า ซึ่งผลจะร่วงและต้นจะตายในที่สุด (วิเชียร, 2527 ; อำไพวรรณ และคณะ, 2527 ; สุพัตรา, 2529 ; อนุสรณ์, 2533)

2.4 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค

อำไพวรรณ และคณะ (2527) พบว่าการระบาดของโรครากเน่าโคนเน่าจะระบาดมากในฤดูฝน ประมาณเดือน พฤษภาคม-พฤศจิกายน ซึ่งมีปริมาณความชื้นสูง ประกอบกับสภาพดินแน่น และมีน้ำขัง ทำให้ไม่สะดวกต่อการถ่ายเทอากาศ และการระบายน้ำ การให้ปุ๋ยเคมี เช่นการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูงมาก โดยใส่ปุ๋ยเม็ดทางดิน หรือฉีดพ่นปุ๋ยน้ำ ปุ๋ยเกล็ดทางใบทำให้เกิดโรคโคนเน่ามาก ตลอดจนการให้น้ำ เช่น การใช้สายยาง การยกทรง การใช้สปริงเกลอ หรือการใช้ระบบน้ำหยด ทุกวิธีการสามารถทำให้เกิดโรคได้ จากการศึกษาของ วิเชียร (2527) พบว่าสวนส้มที่น้ำน่านสภาพพื้นที่ปลูกเป็นเนินเขา ให้น้ำโดยสายยาง ทำให้เกิดโรคโคนเน่ามากถึง 55 เปอร์เซ็นต์ และสวนส้มปลูกแบบยกทรง อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรค 51 เปอร์เซ็นต์

Knorn (1973) รายงานว่าสภาพอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อรา *P. parasitica* เท่ากับ 30-32.2 องศาเซลเซียส สามารถทนอุณหภูมิต่ำสุด 10 องศาเซลเซียส และทนต่ออุณหภูมิสูงสุด 37.2 องศาเซลเซียส การสร้างสปอร์และการเคลื่อนที่ของ zoospore จะลดลงเมื่อระดับความชื้นต่ำ ซึ่งค่า

ความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญ และเพิ่มจำนวนของเชื้อรา อยู่ในช่วง 5.5-6.0 โดยอัตราการเจริญของเชื้อรา และการเข้าทำลายจะถูกควบคุมโดย pH ของดิน

2.5 แมลงศัตรูส้ม

พนมกร และคณะ (2529) รายงานว่าแมลงศัตรูส้มที่สำคัญสามารถจำแนกเป็น 6 อันดับ ได้แก่ Thysanoptera, Homoptera, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera และ Diptera ซึ่งประกอบไปด้วยแมลงศัตรู 23 ชนิด และมีความสำคัญของแมลงศัตรูส้มแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ส้มและสภาพพื้นที่ปลูก เช่น เพลี้ยไฟ ทำลายส้ม ชติดา (2538) พบว่า *Astrothrips* sp. ทำลายใบอ่อนส้มเขียวหวานที่จังหวัดปทุมธานี ในขณะที่พบ *Thrips hawaiiensis*, *Thrips parvispinus* และ *Thrips coloratus* ของดอกส้มโอที่จังหวัดปราจีนบุรีและพิจิตร สำหรับแมลงศัตรูส้มที่พบทำลายส้มทุกชนิด ทุกแหล่งปลูกมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เพลี้ยไฟ (*Scirtothrips dorsalis*) หนอนซอนใบส้ม (*Phyllocnistis citrella*) เพลี้ยไก่อ้ำส้ม (*Diaphorina citri*) หนอนแก้วส้ม (*Papillio demoleus*) เพลี้ยอ่อน เพลี้ยหอย และเพลี้ยแป้ง เป็นต้น และสำหรับแมลงศัตรูส้มที่มีความสำคัญของส้มโชกุนคือ หนอนซอนใบ เพลี้ยไฟ หนอนแก้วส้ม และเพลี้ยไก่อ้ำส้ม ซึ่งพบว่าแมลงสามารถเข้าทำลายส้มโชกุนได้ ทุกระยะการเจริญเติบโต (ตารางที่ 2.2 และ 2.3)

ตารางที่ 2.2 แสดงแมลงศัตรูพืช ต่อการทำลายส้มโชกุนทุกระยะการเจริญเติบโต

ระยะการเจริญต้นส้มโชกุน	แมลงศัตรูส้มโชกุน
ใบอ่อน	หนอนแก้วส้ม หนอนซอนใบส้ม แมลงค่อมทอง เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน หนอนม้วนใบ หนอนปะใบ เพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง
ตา	เพลี้ยไก่อ้ำส้ม
กิ่ง, ลำต้น	หนอนเจาะกิ่ง เพลี้ยหอยส้ม เพลี้ยแป้ง
ดอก	แมลงค่อมทอง เพลี้ยไฟ
ผล	หนอนเจาะผล แมลงวันทอง เพลี้ยไฟ มวนเขียวส้ม ผีเสื้อมวนหวาน

ที่มา : (เปรมปรี, 2538)

ตารางที่ 2.3 แสดงช่วงเวลาที่เหมาะสมเข้าทำลายในระยะเวลา 12 เดือน

ศัตรูพืช	ช่วงเวลาที่เหมาะสมเข้าทำลาย											
	มค	กพ	มีค	เมย	พค	มิย	กค	สค	กย	ตค	พย	ธค
หนอนชอนใบส้ม	<- ดอกบาน ->											<- ใบอ่อน ->
			<- ออกดอก ->									
					<- ดอกแก่ ติดผล ->							
								<- ติดผลแก่ ->				
หนอนแก้วส้ม	<- ดอกช่ออ่อน ดอกอ่อน ติดผล ->								<- ผลแก่ ->			
หนอนแปะใบมันไอบ	<- ดอกบาน ติดผล ->											<- ใบอ่อน ->
เพลี้ยไฟส้ม	<- ดอกช่ออ่อน ดอกอ่อน ติดผล ->											
เพลี้ยไก่แจ้ส้ม		<- ช่ออ่อน ->			<- ผลเจริญ ->							
หนอนเจาะสมอฝ้าย								<- ผลแก่ ->				
เพลี้ยอ่อน		<- ดอกอ่อน ดอกอ่อน ->										
เพลี้ยหอย		<- ดอกช่ออ่อน ->							<- ติดผล ผลแก่ ->			
ไรสนิมส้ม	<- แผลใบอ่อน ช่ออ่อน ->											

ที่มา : (บรรพต, 2525)

2.5.1 หนอนชอนใบส้ม (*Phyllocnistis citrella*)

แมลงชนิดนี้ระบาดทั่วไปตามแหล่งปลูกพืชตระกูลส้มในเขตทวิปเอเชีย ในประเทศไทยมีการระบาดตลอดปี โดยเฉพาะในส้มที่แตกใบอ่อน พนมกร และคณะ (2529) รายงานว่า ในฤดูฝนการเข้าทำลายของหนอนชอนใบสูงถึง 90 -100 เปอร์เซ็นต์ โดยหนอนชอนใบส้มจะทำลายส้มในระยะใบอ่อนจะกัดกินชอนใบอยู่ในระหว่างผิวใบ บริเวณที่ถูกหนอนชอนใบเข้าทำลายจะเห็นเป็นฝ้าขาวปรากฏเป็นทางวกไปวนมา ใบจะบิดเบี้ยวและแห้ง เป็นช่องทางให้โรคสะเก็ดแห้ง (canker) และถ้ามีการระบาดรุนแรง จะพบการเข้าทำลายที่กิ่งอ่อน และผลอ่อนของส้มในส้มต้นเล็ก และเมื่อถูกหนอนชอนใบทำลายจะชะงักการเจริญเติบโต (วิเศษ, 2533 ; ชลิดา, 2538)

2.5.2 เพลี้ยไฟ (*Scirtothrips dorsalis*)

ในประเทศไทยพบเพลี้ยไฟระบาดทั่วทุกแหล่งปลูกส้ม เช่น จังหวัดแพร่ น่าน พะเยา เชียงราย เชียงใหม่ สมุทรปราการ สุพรรณบุรี ปทุมธานี สระบุรี ฉะเชิงเทรา เป็นต้น (ชลิดา, 2538) ซึ่งปริมาณการระบาดของเพลี้ยไฟ จะสูงในช่วงเดือน มกราคม-มิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ต้นส้มแตกใบอ่อน ดอกอ่อน และติดผล (บรรพต, 2525) โดยตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟจะดูดกิน

น้ำเลี้ยงจากใบ ดอก และผลอ่อนของส้ม การทำลายจะรุนแรงในระยะผลอ่อน นับตั้งแต่ก่อกิ่งดอก ร่วงจนถึงผลส้มมีขนาด 0.5 นิ้ว ผลส้มที่ถูกเพลี้ยไฟทำลายจะปรากฏรอยสีเทาเงิน เป็นวงที่บริเวณ ขั้ว และก้นผลเรียกว่า stem-end-ring marking หรือ end ring stain หรือเป็นทางสีเทาเงินลักษณะตาม ยาวของผลส้ม tear stain (พนมกร และคณะ, 2529)

2.5.3 เพลี้ยไก่อ้ส้ม (*Diaphorina citri*)

แมลงชนิดนี้พบระบาดทั่วไปในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ อินเดีย ปากีสถาน ใต้หวัน จีน ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย ใต้หวัน สำหรับในประเทศไทย ดิพร้อม (2526) รายงานว่า เพลี้ยไก่อ้ส้ม จะมีการระบาดสูงสุด 2 ช่วง คือฤดูฝนระหว่างเดือน มิถุนายน-กรกฎาคม และช่วงที่การแตกยอด อ่อนถึงระยะติดดอกระหว่างเดือน กุมภาพันธ์-มีนาคม โดยตัวอ่อน ในขณะตัวเต็มวัยของเพลี้ยไก่อ้ส้ม จะดูดกินน้ำเลี้ยงจากตาและยอดอ่อนส้ม ทำให้ตาและยอดอ่อนแห้งตาย สำหรับตัวอ่อนในขณะดูด กินจะกลั่นสารสีชาวลักษณะคล้ายเส้นใยปกคลุมยอดอ่อน ทำให้เกิดอาการราดำ และถ้ามีการ ระบาดรุนแรงจะทำให้ใบร่วงติดผลน้อย หรือไม่ติดผลเลย (พนมกร, 2532) และพบว่าเพลี้ยไก่อ้ส้ม เป็นพาหะถ่ายทอดโรคใบเหลืองต้น ไทรม หรือ โรคกรีนนิ่ง (Greening disease) สาเหตุโรคจากเชื้อ Bacteria like organism (วิจิตร, ม.ป.พ.)

2.5.4 ไรแดงแอฟริกัน (*Eutetrany chusaffricanus*)

ไรแดงชนิดนี้มีการระบาดอยู่ตามแหล่งปลูกส้มของประเทศไทย คือ ที่จังหวัดปทุมธานี สระบุรี ราชบุรี กรุงเทพฯ น่าน และเชียงใหม่ โดยจะระบาดมากที่สุดในช่วงเดือน ธันวาคม - พฤษภาคม (ดิพร้อม, 2527) และยังพบการทำลายพืชตระกูลส้มอื่นๆ เช่น ส้มโอ มะนาว มะกรูด ส้มจีน และพืชอื่นๆ เช่น ขนุน สาลี่ ท้อ ฝ้าย ละหุ่ง มันสำปะหลัง และลำไย (สิริวัฒน์, 2537) โดย การทำลายของไรแดงจะดูดกินน้ำเลี้ยงที่ด้านบนใบส้ม ซึ่งพบมากบริเวณปลายใบหรือใกล้กับเส้น กลางใบ ถ้ามีการระบาดรุนแรง ใบส้มที่ถูกทำลายจะมีสีเขียวจางลง หน้าใบไม่เขียวสดเป็นมัน เหมือนใบปกติ และจะพบคราบของไรแดงคล้ายฝุ่นหรือผงสีขาวๆจับอยู่บนใบ และบริเวณผิวผลจะ เป็นรอยปะสีชาวจางๆ และถ้ารุนแรงในขณะผลส้มยังเล็ก จะทำให้ผลส้มร่วงได้ในที่สุด และส่งผล ให้ผลผลิตลดลง (ดิพร้อม, 2527)

2.5.5 หนอนแก้วส้ม (*Papillio demoleus*)

การแพร่ระบาดจะพบทั่วไปในแหล่งปลูกส้ม โดยมีการระบาดมากในช่วงที่ส้มแตกใบ อ่อน โดยหนอนชนิดนี้จะกัดกินใบอ่อน และยอดอ่อนส้ม ทำให้เสียหายเป็นจำนวนมาก ถ้าพบการ ระบาดของหนอนมากๆ ทั้งยอดอ่อนและใบอ่อนจะไม่เหลือเลย เพราะว่าการทำลายของหนอน ชนิดนี้มีอัตราสูงมากในช่วงระยะ 2-3 วัน โดยหนอนจะกัดกินใบอ่อนจนหมด (เปรมปรี, 2538)

2.5.6 ไรเหลืองส้ม (*Eutetranychus cendanai*)

ในประเทศไทย พบไรเหลืองส้มทำลายส้มในท้องที่หลายจังหวัด เช่น แหล่งปลูกส้มในเขตอำเภอ ราชบุรีบูรณะ อำเภอบางขุนเทียน กรุงเทพฯ แหล่งปลูกคลองรังสิต จันทบุรี เพชรบุรี และเชียงใหม่ โดยจะพบการระบาดรุนแรงมากในช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือน ธันวาคม - พฤษภาคม (ดีพร้อม, 2527) ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของไร จะดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณหน้าใบ และถ้าพบการระบาดรุนแรง อาจดูดกินน้ำเลี้ยงอยู่ทั้งบริเวณด้านบน และด้านใต้ใบรวมถึงผล โดยพบว่าใบและผล จะเป็นจุดสีขาวเล็กๆ กระจายกว้างทำให้สีเขียวของใบจางลง และอาจทำให้ต้นส้มหยุดชะงักการเจริญเติบโตทั้งใบและตายในที่สุด (วิเศษ, 2533 ; สิริวัฒน์, 2537)

2.6 การใช้พันธุ์ต้านทานในการป้องกันการเกิดโรค

จากการศึกษาและรวบรวมพันธุ์ส้มที่สามารถต้านทานเชื้อรา *P. parasitica* สาเหตุโรคโคนเน่าในรัฐฟลอริดาตามลำดับมากขึ้น คือ sweet orange, lemon, grapefruit, rough lemon, Cleopatra mandarin และ sour orange ในประเทศฟิลิปปินส์พบว่า พันธุ์ที่ต้านทานโรคมามากที่สุด คือ grapefruit (*Citrus paradisi*), sour orange (*C. aurantium*) และอ่อนที่สุด sweet orange (*C. sinensis*) และพบว่าในบราซิลพันธุ์ Rangpurlime สามารถต้านทานเชื้อรา *P. parasitica* โรค Gummosis (Fawcett, 1963)

สิริวัฒน์ (2526) รายงานผลการทดลองความต้านทานการเกิดโรคของต้นกล้าพืชตระกูลส้ม 5 ชนิด คือ ส้มตรา (*Citrus sinensis* Osbeck.) มะนาว (*C. aurantifolia* var. Swingle.) ส้มเขียว (*C. reticulata* Blanco.) ส้มเกลี้ยง (*C. sinensis* Osbeck.) และส้มซ่า (*C. medica* var. limetta.) โดยการจุ่มต้นกล้าส้มลงใน zoospore suspension ความเข้มข้น 500 zoospore ต่อมิลลิลิตร และตรวจผลหลังการทดลอง 7 วัน พบว่า พันธุ์ที่มีระดับความต้านทานเฉลี่ยจากมากไปน้อย คือ ส้มเกลี้ยง ส้มซ่า ส้มเขียวหวาน และมะนาว ตามลำดับ

วิเชียร (2527) ทดสอบต้นตอ มะขวิด มะกรูดฝั มะนาวเปรี้ยว ส้มคลีโอพัตรา และส้มเขียวหวาน โดยเฉพาะเมล็ดเป็นต้นตอของส้มจุกและส้มเขียวหวาน พบว่ามะกรูดฝัสามารถต้านทานต่อเชื้อรา *P. parasitica* มากที่สุด ส้มซ่า ส้มเกลี้ยง และส้มแก้ว เป็นต้นตอของส้มตรา ส้มซีแกน และส้มโอ ใช้มะขวิดเป็นต้นตอของส้มตรา พบว่า ส้มซ่า ส้มแก้ว มะขวิด และส้มตรา ไม่สามารถต้านทานโรคโคนเน่า ส้มเกลี้ยงต้านทานโรคโคนเน่า

2.7 การใช้เชื้อ *Trichoderma* spp. ควบคุมโรคในประเทศไทย

สุภาพร และคณะ (2537) รายงาน ประสิทธิภาพของเชื้อรา *T. harzianum* จำนวน 8 isolates ในรูปส่วนผสมของผงเชื้อ ผงโคอะคอมไมท์ รำข้าว และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1:8:5:16 และสารเคมี metalaxy และ fosefyl-Al (อัตรา 1.25 และ 0.63 กรัมต่อลิตร) ในการควบคุมเชื้อรา *P. parasitica* สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียน พบว่า *T. harzianum* ทุก isolates สามารถลดปริมาณเชื้อก่อ

โรคทั้งในห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือนได้ดี โดยเฉพาะ isolates CHAN-03-13 หรือ M4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการที่ใช้สาร metalaxyl, fosefyl-AI ตามอัตราดังกล่าวที่กำหนด

แสงมณี และคณะ (2540) ได้ทำการศึกษาผลของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 7 สายพันธุ์ ต่อการเจริญของเชื้อรา *P. parasitica* และ *P. palmivora* สาเหตุโรครากเน่าและโคนเน่า พริกไทย และโคนเน่าดำของวานิลลา ในอาหาร PDA พบว่าเชื้อรา *T. harzianum* สามารถเจริญปกคลุมเชื้อรา *Phytophthora* ได้ดีที่สุดในเวลา 5 วัน โดย isolates no.1 ให้ผลผลิตสูงสุด (43.3%) ในการยับยั้งเชื้อรา *P. parasitica* และ isolates no.7 ให้ผลสูงสุด (38.9%) ในการยับยั้งเชื้อรา *P. palmivora* และพบว่าเชื้อรา *T. harzianum* ยังมีผลต่อการสร้าง sporangium และ chlamydo-spore ของเชื้อรา *Phytophthora* โดยพบว่า *T. harzianum* isolates no.1-4 และ 7 สามารถยับยั้งการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica* และ *P. palmivora* โดย isolates no.1 และ 7 ยับยั้งได้สูงที่สุดเท่ากับ 43.3 % และ 34.0 % ตามลำดับ

สนชัย (2540) ทดสอบชีวผลิตภัณฑ์เชื้อรา *T. harzianum* PC01 และ *T. hamatum* PC02. ในระดับ 4 กรัมต่อต้น โดยการใส่ชีวผลิตภัณฑ์ทุกๆ 4 เดือน พบว่าสามารถลดระดับการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าทุเรียน ซึ่งเกิดจากเชื้อรา *P. palmivora* เมื่อเปรียบเทียบกับ control

สุมิตรา (2540) ทดสอบชีวผลิตภัณฑ์จากเชื้อรา *Chaetomium* spp. และ *Trichoderma* spp. ในการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรกโนสมะม่วงพันธุ์โชนันต์ ในสภาพแปลงทดลอง โดยใช้ชีวผลิตภัณฑ์จากเชื้อรา *Chaetomium* spp. ในอัตรา 20 กรัมต่อต้น และจากเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในอัตรา 40 กรัมต่อต้น ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 5 กิโลกรัมต่อต้น โดยทำการหว่านรอบโคนต้นทุก 4 เดือน พบว่าชีวผลิตภัณฑ์จากเชื้อรา *Chaetomium* spp. สามารถลดการเกิดโรคแอนแทรกโนสได้ 55.93 เปอร์เซ็นต์ และลดการเกิดโรคในดินได้ 55.53 เปอร์เซ็นต์ และชีวผลิตภัณฑ์จากเชื้อรา *Trichoderma* spp. สามารถลดการเกิดโรคได้ 79.88 เปอร์เซ็นต์ และลดการเกิดโรคในดินได้ 81.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีป้องกันเชื้อรา โดยฉีดทุกๆ 7 วัน พบว่าสามารถลดการเกิดโรคได้ 50.16 เปอร์เซ็นต์ และลดปริมาณเชื้อก่อโรคในดินได้ 23.83 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับ control

Usuwan et al. (1999) รายงานว่าจากการทดลอง ยาเชื้อ *Trichoderma* (PC01+PC02) ในอัตรา 10 กรัมต่อต้น ยาเชื้อ *Chaetomium* (CG5+CC10) ในอัตรา 5 กรัมต่อต้น และยาเชื้อ *Trichoderma* ร่วมกับ *Chaetomium* 5:2.5 กรัมต่อต้น ในการป้องกันกำจัดโรครากเน่าโคนเน่าของส้มเขียวหวาน เชื้อสาเหตุ *P. parasitica* พบว่า การใช้ยาเชื้อ *Chaetomium* สามารถลดการเกิดโรคเฉลี่ยสูงสุดได้เท่ากับ 47.25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาการใช้ยาเชื้อ *Trichoderma* ร่วมกับ *Chaetomium* และยาเชื้อ *Trichoderma* โดยสามารถลดการเกิดโรคเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 44.99 และ 44.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองเปรียบเทียบ ซึ่งมีปริมาณเชื้อ *P. parasitica* ในระดับความลึก 15

และ 30 เซนติเมตร มีปริมาณลดลงในแต่ละวิธีการที่ใช้ยาเชื้อ ซึ่งในการทดลองเปรียบเทียบมีปริมาณเชื้อราสาเหตุ *P. parasitica* เพิ่มขึ้น

2.8 การใช้เชื้อ *Trichoderma* spp. ควบคุมโรคในต่างประเทศ

Dennis and Webster (1971) พบว่าเชื้อ *Trichoderma* spp. บางสายพันธุ์สามารถสร้างสารปฏิชีวนะ ที่มีผลต่อเชื้อราในลักษณะยับยั้ง ทำลายหรือทั้งสองลักษณะ เช่น สาร Trichodermin และ Dermadine ที่ผลิตโดย *T. viride* ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถละลายได้ดีใน Chloroform

Elad et al. (1971) รายงานว่า เชื้อรา *T. harzianum* สามารถใช้ในการป้องกันกำจัดโรคพืชที่เกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfisii* Sacc. และ *Rhizoctonia solani* Kuhn. โดยการใส่เชื้อรา *T. harzianum* ควบคุมโรคได้เป็นผลสำเร็จทั้งในสภาพโรงเรือนและแปลงปลูก

Elad et al. (1980) รายงานว่าเส้นใยของเชื้อรา *T. harzianum* และ *T. hamatum* จะเข้าทำลายเชื้อ *S. rolfisii* และ *R. solani* โดยการสร้างเส้นใยเป็น coils พันล้อมรอบเส้นใย และสร้าง hook หรือ appressorium เกาะติดบนเส้นใยของ host และมีการย่อยสลายเป็นรูทำให้เชื้อสาเหตุโรคเสื่อมสภาพ

Erwin et al. (1983) รายงานว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. บางสายพันธุ์สามารถผลิตสารประกอบประเภทไฮระเทยได้ ซึ่งผลิตโดยเชื้อรา *T. viride* และมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราชนิดอื่นๆ และพบว่าการผลิต volatile metabolite ของ *T. harzianum* มีผลต่อการลดการเจริญของเชื้อรา *P. parasitica* และมีการเกิดปฏิกิริยาของสารละลายในเซลล์ และจะเกิด lysis ที่ปลายเส้นใยของเชื้อรา ทำให้เชื้อราเสื่อมสภาพลง

Mukerji and Garg (1988) พบว่าเชื้อรา *T. harzianum* สามารถควบคุมโรคใบไหม้ของมันฝรั่งสาเหตุจากเชื้อรา *P. infestans* และ โรครากเน่าของพริกไทย สาเหตุของเชื้อรา *P. parasitica*

Smith et al. (1990) รายงานว่าการใช้เชื้อ *Trichoderma* และ *Gliocladium* เป็น biocontrol agent ต่อเชื้อรา *P. cactorum* สาเหตุโรค crown rot และรากของแอปเปิ้ล พบว่าสามารถลดการเกิดโรคที่รากของต้นแอปเปิ้ลพันธุ์ McIntosh และสามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากต้นพืช

Knudsen and Eschen (1991) รายงานว่าเชื้อรา *T. harzianum* Thz ID1 ในรูปเม็ดสามารถควบคุมเชื้อรา *Sclerotinia sclerotium* ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพไร่ โดยพบว่า เชื้อรา *T. harzianum* สามารถลดจำนวน sclerotia ได้เมื่อเปรียบเทียบกับ control

Michereff et al. (1993) พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* 5 species คือ *T. viride*, *T. koningii*, *T. aureoviride*, *T. harzianum* และ *T. pseudokoningii* สามารถควบคุมโรคแอนแทรคโนส ข้าวฟ่างที่เกิดจากเชื้อสาเหตุเชื้อ *Colletotrichum graminicola* พบว่าเชื้อ *T. pseudokoningii* สามารถยับยั้งการเจริญได้ดีที่สุด ส่วนเชื้อรา *T. harzianum* และ *T. viride* พบ inhibition zones ระหว่างโคโลนีของเชื้อโรค

Xu *et al.* (1993) รายงานผลการทดลอง และศึกษาศักยภาพของเชื้อรา *T. harzianum* TS2 และ *Trichoderma* sp. NF9 ในการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium (Cartivium) rolfsii*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium aphanidermatum*, *P. spinosum* และ *Fusarium oxysporum* ในสภาพเรือนทดลอง พบว่าสามารถยับยั้งเชื้อรา *C. rolfsii*, *R. solani* และ *P. aphanidermatum* ได้เท่ากับ 46.50% 28.40% และ 81.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใช้สปอร์แขวนลอยของ *T. harzianum* TS2 และ *Trichoderma* sp. NF9 ในการเพาะเมล็ดแตง สามารถส่งเสริมการงอกเมล็ดแตงเท่ากับ 14% และ 20% หลังจากปลูกเชื้อรา *S. solani* เมื่อเปรียบเทียบกับ control

Chambers and Scot (1995) รายงานว่า จากการแยกเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้านจากดิน 3 isolates คือ *T. hamatum*, *T. pseudokoningii* และ *G. virens* พบว่า *Trichoderma* ทั้ง 2 isolates สามารถยับยั้ง *P. cinnamomi* โดยเป็น Mycoparasitism เจริญเข้าปกคลุม และพันรัดรอบเส้นใยของ *Phytophthora* และพบว่า *T. hamatum* และ *G. virens* จะผลิต antibiotic ยับยั้งการเจริญของ *P. cinnamomi* และ *P. citricola* สาเหตุโรครากเน่าและโคนเน่าของเกาลัด

Lo *et al.* (1997) ได้ทำการศึกษาการใช้เชื้อรา *T. harzianum* strain 1295-22 ในการควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าใน creeping bentgrass สาเหตุเชื้อ *Pythium* โดยการใช้เมล็ดยาเชื้อ และฉีดพ่น conidial suspension พบว่า ทั้งสองวิธีการทดลองสามารถลดการเกิดโรครากเน่าของเชื้อรา *Pythium* ทั้งในสภาพโรงเรือนทดลองและในสภาพไร่ได้ดี

Bourbos *et al.* (1997) รายงานว่า การใช้เชื้อรา *T. harzianum* และ *T. konigii* โดยการใช้เมล็ดยาเชื้อ ในอัตรา 0.15 กรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร สามารถควบคุมเชื้อรา *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* และสามารถส่งเสริมทางด้าน การเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศ และผลผลิตต่อต้น

Lakin and Fravel (1998) การทดลองใช้เชื้อรา *T. harzianum*, *Gliocladium virens* และ *Pseudomonas fluorescens* ในการควบคุมโรคเหี่ยวของมะเขือเทศสาเหตุเชื้อรา *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* โดยการคลุกเมล็ดก่อนปลูกในสภาพเรือนทดลอง พบว่าทุกเชื้อสามารถควบคุมโรคเหี่ยวมะเขือเทศอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเชื้อ *P. fluorescens* ควบคุมได้ 30-50 เปอร์เซ็นต์ เชื้อรา *T. harzianum* และ *G. virens* ควบคุมได้ 62-68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.9 การใช้เชื้อ *Chaetomium* spp. ควบคุมโรคในประเทศประเทศไทย

เกษม (2532ก) การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Ch. cupreum* ในการควบคุมโรคโคนเน่าของข้าวโพดหวาน เชื้อสาเหตุ *Sclerotium rolfsii* พบว่า การใช้สารสกัดจาก *Ch. cupreum* สปอร์ *Ch. cupreum* ที่ตายแล้ว และสปอร์ของเชื้อรา *Ch. cupreum* ที่มีชีวิตปริมาณ 100,000 สปอร์ต่อเมล็ดติดรฉีดพ่นทุก 15 วัน ซึ่งจะมีระดับการเกิดโรคโคนเน่าใกล้เคียงกัน คือ 3.77, 3.61 และ 3.81 ส่วนการใช้สารเคมี PCNB ระดับการเกิดโรคเฉลี่ย 3.11 ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อ มีระดับเกิดโรค 4.05

เกษม (2532ข) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Ch. cupreum* ในการควบคุมโรคเหี่ยวของมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อราสาเหตุ *Pseudomonas solanacearum* ในห้องปฏิบัติการ และสภาพไร่ พบว่าจากการเลี้ยงเชื้อร่วมบนจานอาหาร PDA โดยนำแบคทีเรียมาทำ dilution plate ที่ความเข้มข้น $10, 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5}$ และ 10^{-6} ซึ่ง *Ch. cupreum* สามารถยับยั้งเชื้อราสาเหตุได้ทุกระดับความเข้มข้น ได้ดีที่ระดับความเข้มข้น 10^{-3} และ 10^{-5} มีค่าเฉลี่ยบริเวณการยับยั้งสูงสุด 8.1 และ 8.2 มิลลิเมตร โดยการทดลองเปรียบเทียบ เท่ากับ 2.8 มิลลิเมตร สำหรับในสภาพไร่ การใช้สปอร์แขวนลอยของ *Ch. cupreum* สารสกัดจากเชื้อรา *Ch. cupreum* และน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ control นิดทุก 20 วัน พบว่าการใช้สปอร์แขวนลอย และสารสกัดจากรา *Ch. cupreum* ลดการเกิดโรคสูงสุด 14 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ สปอร์แขวนลอย มีความสูงต้นสูงสุดเฉลี่ย 64.65 เซนติเมตร ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ control เท่ากับ 46.55 เซนติเมตร

เกษม (2532ค) รายงานผลการทดสอบศักยภาพของเชื้อรา *Ch. cupreum* ในการควบคุมโรคติดต่อทางเมล็ดข้าว ได้แก่ *Pyricularia oryzae*, *Curvularia lunata*, *Drechslera oryzae*, *Fusarium moniliforme*, *Rhizoctonia oryzae* และ *R. solani* พบว่าเมื่อทดสอบในอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยวิธี Dual agar culture และการใช้ *Ch. cupreum* ควบคุม *P. oryzae* พบว่าเชื้อ *Ch. cupreum* มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคไหม้ในระดับต้นกล้า โดยการใส่สปอร์ของ *Ch. cupreum* และสารสกัด *Ch. cupreum* คลุกเมล็ดข้าว สามารถช่วยลดการเกิดโรคใบไหม้ได้ใกล้เคียงกับการใช้ยาฆ่าเชื้อรา captan เมื่อเปรียบเทียบกับ control

เกษม (2533) จากการทดสอบศักยภาพของเชื้อรา *Ch. cochliodes* และ *Ch. cuniculosum* ในการควบคุมโรคไหม้ของข้าว เชื้อสาเหตุ *Pyricularia oryzae* พบว่าการคลุกเมล็ดด้วยสปอร์ก่อนปลูกของเชื้อรา *Ch. cochliodes* สารสกัดจากรา *Ch. cochliodes* และ captan มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของต้นกล้าในระดับต่ำคือ 15.0, 22.5 และ 15.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต้นกล้าสูงสุด เท่ากับ 37.5 เปอร์เซ็นต์

เกษม (2534ก) ผลการทดสอบเชื้อรา *Ch. cupreum* ในการควบคุมโรคโคนเน่าของมะเขือเทศ สาเหตุเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในสภาพห้องปฏิบัติการ และสภาพไร่ โดยการใส่สปอร์ของเชื้อรา *Ch. cupreum* 5×10^5 สปอร์ต่อมิลลิลิตร สารสกัดจากเชื้อรา *Ch. cupreum* และสปอร์ของเชื้อรา *Ch. cupreum* ที่ฆ่าให้ตายด้วยความร้อน เปรียบเทียบกับการใช้สารเคมี PCNB และน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าเชื้อรา *Ch. cupreum* สามารถยับยั้งการสร้างเม็ด sclerotium ได้ 81.15 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพไร่การใช้สารสกัดจากรา *Ch. cupreum* และสปอร์ของรา *Ch. cupreum* ที่ตายรวดโคนต้นมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 12-14 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 44 เปอร์เซ็นต์

เกษม (2534ข) ทำการทดสอบศักยภาพของเชื้อรา *Ch. globosum* ในการควบคุมเชื้อ *Curvularia lunata* สาเหตุโรคใบจุดข้าวโพดหวาน โดยวิธีการทดสอบการเลี้ยงเชื้อร่วม bi-culture test พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อรา *Ch. globosum* สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุได้ 74 เปอร์เซ็นต์ และมีบริเวณการยับยั้งเท่ากับ 0.4 เซนติเมตร และในสภาพโรงเรือนทดสอบ พบว่าเชื้อรา *Ch. globosum* สามารถควบคุมโรคใบจุดข้าวโพด โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 26-27 เปอร์เซ็นต์ โดยมีผลใกล้เคียงกับการใช้สารเคมี และพบว่า *Ch. globosum* มีแนวโน้มที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโพด เมื่อเปรียบเทียบกับ control

เกษม (2534ค) รายงานว่าจากการทดลองประสิทธิภาพของเชื้อรา *Ch. gracile* ในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคเหี่ยวของมะเขือเทศ *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* โดยวิธี bi-culture test พบว่า *Ch. gracile* สามารถยับยั้งเชื้อรา ได้ 52 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ลักษณะ conidia ของเชื้อรา *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* จะถูกทำลายมีการจับตัวกันของ protoplast ภายในเซลล์เป็นก้อน และมีการไหลออกนอกเซลล์ในบางส่วน สำหรับในสภาพเรือนทดลอง หลังจากฉีดพ่นสปอร์สด *Ch. gracile* ลงดินบริเวณรอบโคนต้นมะเขือเทศ พบว่าสามารถลดอาการโรคเหี่ยวของมะเขือเทศได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารเคมี benzimidazole และให้ผลผลิตต่อต้นสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ control

เกษม (2535) ทดลองการใช้เชื้อจาก *Ch. cupreum* ในการควบคุมโรคเหี่ยวของมะเขือเทศ พันธุ์ดีดา สาเหตุเชื้อ *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* ในสภาพไร่ พบว่ามะเขือเทศมีการเกิดโรคต่ำเพียง 7 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลงที่ไม่ได้ใช้ยาเชื้อผสมปุ๋ยหมักมีการเกิดโรคถึง 28 เปอร์เซ็นต์ และแปลงทดลองที่ใช้ยาเชื้อให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงทดลองที่ไม่ใช้ยาเชื้ออย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

เกษม และ ชลฎา (2536) รายงานผลการเลี้ยงเชื้อรา *Ch. cupreum* ร่วมกับเชื้อรา *Pythium ultimum* Trow. บนอาหาร PDA พบว่า *Ch. cupreum* สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. ultimum* 49.42 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพห้องปฏิบัติการ และในสภาพเรือนทดลอง พบว่าการใช้สารสกัดจากเชื้อรา *Ch. cupreum* และชีวผลิตภัณฑ์จากเชื้อ *Ch. cupreum* และการใช้น้ำกลั่นเป็นตัวเปรียบเทียบ มีเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 50.0 และ 50.7 เปอร์เซ็นต์ โดยการใช้ น้ำกลั่นเปรียบเทียบมีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์

เกษม (2536) ได้ทำการศึกษาและทดลองเพื่อพัฒนา *Chaetomium* เป็นชีวผลิตภัณฑ์ พบว่า *Chaetomium* สามารถแสดงศักยภาพเป็นจุลินทรีย์ต่อต้านเชื้อรา *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* โดยจะทำลายความสามารถ conidia ของเชื้อก่อโรคเกิดเซลล์แตกที่ conidia ทำให้โปรโตพลาสต์ ไหลออกจากเซลล์เชื้อรา และส่งผลให้เชื้อก่อโรคมีความรุนแรงลดลง

สนชัย (2540) พบว่าการใช้ยาเชื้อ *Chaetomium* ในอัตรา 5 กรัมต่อต้น สามารถลดการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียนได้ 85 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การใช้สารเคมี metalaxyl ในอัตรา 20 กรัมต่อต้น ลดการเกิดโรคได้ 70 เปอร์เซ็นต์ และในสภาพไร่พบว่าการใช้ยาเชื้อ *Chaetomium* อัตรา 40 กรัมต่อต้น ในปีแรกลดการเกิดโรคได้ 76.27 เปอร์เซ็นต์ และ 81.04 เปอร์เซ็นต์ ในปีที่สองเมื่อ

เปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา metalaxyl ในอัตรา 40 กรัมต่อต้น สามารถลดการเกิดโรคได้ 70.95 เปอร์เซ็นต์ ในปีแรก และ 70.52 เปอร์เซ็นต์ ในปีที่สอง ตามลำดับ

สุมิตรา (2540) การทดสอบประสิทธิภาพชีวผลิตภัณฑ์เชื้อรา *Chaetomium* ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนส สาเหตุจากเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* IFFI ในสภาพแปลงทดลอง พบว่าการใช้ยาเชื้อ *Chaetomium* ในอัตรา 20 กรัมต่อต้น ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 5 กิโลกรัมต่อต้น สามารถลดการเกิดโรคแอนแทรคโนสได้ 55.93 เปอร์เซ็นต์ การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา ลดการเกิดโรค 50.16 เปอร์เซ็นต์ และลดปริมาณเชื้อสาเหตุได้ 23.83 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ มีปริมาณเชื้อก่อโรคเพิ่มขึ้น

Sodsa-art and Soyong (1999) รายงานผลการใช้ยาเชื้อชนิดเม็ด *Trichoderma* การใช้ยาเชื้อ *Chaetomium* และการใช้ยาเชื้อ *Trichoderma* ร่วมกับ ยาเชื้อ *Chaetomium* เปรียบเทียบกับการใช้สารเคมี metalaxyl และการทดลองเปรียบเทียบ ในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าพริกไทย เชื้อสาเหตุ *P. palmivora* ภายในระยะเวลา 12 เดือน พบว่าการใช้ยาเชื้อ *Trichoderma* ร่วมกับ ยาเชื้อ *Chaetomium* ในอัตรา 20 กรัมต่อต้น มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำสุด 8.60 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาการใช้ยาเชื้อ *Trichoderma* และการใช้ยาเชื้อ *Chaetomium* มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 10.92 และ 22.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการใส่สารเคมี metalaxyl มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 21.88 เปอร์เซ็นต์ และการทดลองเปรียบเทียบ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 71.63 เปอร์เซ็นต์

2.10 การใช้เชื้อ *Chaetomium* spp. ควบคุมโรคในต่างประเทศ

Tveit and Moore (1954) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Chaetomium* spp. ที่แยกได้จากเมล็ดข้าวโอ๊ต แล้วนำมาควบคุมเชื้อรา *Helminthosporium victoriae* สาเหตุเมล็ดไหม้ข้าวโอ๊ตทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและเรือนทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Chaetomium* spp. พบว่าสามารถควบคุมเชื้อ *H. victoriae* โดยจะปรากฏบริเวณ clear zone ระหว่างเชื้อทั้งสอง และในสภาพเรือนทดลอง พบว่า *Chaetomium* spp. สามารถควบคุมโดยป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อรา *H. victoriae* ต่อเมล็ดข้าวโอ๊ต และพบว่าเชื้อ *Chaetomium* spp. สามารถดำรงชีวิตในสภาพดินได้ 3 เดือนทั้งในสภาพที่แห้งและชื้น ในสภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

Kommedahl and Chang (1968) รายงานว่าเชื้อราที่เจริญบริเวณเปลือกหุ้มเมล็ดข้าวโพดหวาน จะมีเชื้อ *Ch. globosum* และเมื่อนำเชื้อดังกล่าวมาควบคุม เชื้อรา *F. oxysporum* ที่เป็นเชื้อสาเหตุโรคไหม้ข้าวโพดหวานในระยะต้นกล้าในสภาพเรือนทดลองและสภาพแปลงทดลอง ภายใต้สภาพอุณหภูมิ 27-30 องศาเซลเซียส พบว่าเชื้อ *Ch. globosum* สามารถควบคุมการงอกของเมล็ดข้าวโพดหวานได้ และมีผลต่อการส่งเสริมการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตทั้งระบบราก น้ำหนักลำต้นในสภาพสดและแห้ง โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติจากการทดลองที่ใช้สารฆ่าเชื้อรา captan และใน

สภาพการทดลองเปรียบเทียบ control นอกจากนี้เชื้อรา *Ch. globosum* สามารถควบคุมโรคไหม้ข้าวโพดหวาน เชื้อราสาเหตุ *F. oxysporum* f. sp. *cerealis*. (Kommedahl and Mew, 1975)

Hubbard *et al.* (1982) รายงานว่าจากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Ch. globosum* ในการยับยั้งเชื้อ *Pseudomonas* spp. พบว่าเมื่อคลุกเมล็ดข้าวด้วยสปอร์สดของเชื้อรา *Ch. globosum* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Pseudomonas* spp. โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวสูงกว่าการทดลองเปรียบเทียบ control

Johnston and Booth (1983) ผลการทดสอบประสิทธิภาพเชื้อรา *Chaetomium* spp. ในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคต่างๆได้ และบาง species เช่น *Ch. globosum*, *Ch. cochliodes* สามารถสร้างสารปฏิชีวนะควบคุมเชื้อโรคทางดินและโรคที่ติดมากับเมล็ดพืช เช่น *Helminthosporium* spp., *Fusarium* spp., *Alternaria* spp และ *Rhizoctonia* spp. ตามลำดับ

Heye and Andrews (1983) รายงานว่าจากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Ch. globosum* ในการควบคุมโรคแอมเปิลสแคปที่เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Venturia inaequalis* โดยการสเปรย์สปอร์สดบนใบพืช พบว่าเชื้อรา *Ch. globosum* สามารถควบคุมและลดการเกิดโรคได้ 60 และ 90 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับ Control

Cullen and Andrews (1986) รายงานว่าการใช้เชื้อรา *Ch. globosum* สามารถลดและป้องกันการติดเชื้อของต้นกล้าแอมเปิลที่เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Venturia inaequalis* ได้ผลมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์โดยขบวนการสร้างสารปฏิชีวนะของเชื้อรา *Ch. globosum* และมีผลโดยตรงต่อโครงสร้างของเชื้อสาเหตุ

Manandhar *et al.* (1987) รายงานว่าเชื้อรา *Ch. cupreum* ที่แยกจากดินบริเวณรอบรากและเมล็ดของถั่วเหลือง พบว่าเชื้อรา *Ch. cupreum* มีศักยภาพเป็นพาราสิต ต่อเชื้อรา *Fusarium roseum* และ *Gliocladium roseum* และผลต่อโครงสร้างเซลล์ต่อเชื้อรา *Acremonium* sp. โดยทำให้เซลล์แตก โครงสร้างเซลล์เสีย

Gordon *et al.* (1987) พบว่า การใช้สปอร์สดจากเชื้อรา *Ch. globosum* นำมาคลุกกับเมล็ดผักกาดหวาน สามารถป้องกันเชื้อรา *Pythium ultimum*, *Phoma betal* และ *Rhizoctonia solani* ในผักกาดหวาน

Boudreau and Andrew (1987) รายงานว่าการใช้เชื้อรา *Ch. globosum* ในการเป็นจุลินทรีย์ต่อต้าน โรคแอมเปิลสแคป โดยการสเปรย์ ascospore ลงบนใบแอมเปิลใน growth chamber และในสภาพไร่นา พบว่าเชื้อรา *Venturia inaequalis* ไม่สามารถเข้าครอบครองพื้นที่ผิวใบแอมเปิลสแคป โดยใช้ ascospore ของรา *Ch. globosum* ที่มีชีวิต และยังพบว่าประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราต่อสารสกัดในหีองปฏิบัติการ จะลดลงในขณะบ่มไว้ที่ pH 5.5, 7.0 และ 8.8 โดยจะลดลงมากที่สุดที่ pH 11.1 เมื่อเปรียบเทียบกับ control.

Sohi *et al.* (1988) รายงานว่า การใช้สปอร์แขวนลอยเชื้อรา *Ch. globosum* มากถูกเมล็ดเพื่อควบคุมการติดเชื้อสาเหตุทางเมล็ด คือ *Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *Trichoderma roseum* และ *Fusarium moniliforme* พบว่าสามารถลดการเกิดโรคเท่ากับ 80.7, 70.1, 83.8 และ 90.9 เปอร์เซ็นต์

Albertini *et al.* (1990) รายงานว่าเชื้อรา *Ch. globosum* มีศักยภาพในการยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Pyricularia oryzae* นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Botrytis cineria* (Kohl *et al.*, 1995)

Di Pietro *et al.* (1992) รายงานว่า *Ch. globosum* สายพันธุ์ที่มีการสร้างสาร BHT และ Chaetomin มีศักยภาพที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Pythium ultimum* สาเหตุโรค damping-off ของ sugarbeet ได้ในระดับที่ดี

Heller and Theiler (1994) พบว่าเชื้อ *Ch. globosum*, *G. virens* และ *T. viride* มีศักยภาพเป็น antagonists และ mycoparasite ต่อเชื้อรา *Phytophthora* ทั้ง 4 species คือ *P. cinnamoni*, *P. cactorum*, *P. fragariae*, และ *P. nicotinae* โดยสามารถเจริญปกคลุมไปบนโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora* และสามารถทำลายเซลล์ให้แตกและเสื่อมสภาพได้

Amemiya *et al.* (1994) พบว่าสารสกัดจากเชื้อรา *Ch. globosum* คือ Chaetoglobosin A สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ของเชื้อรา *Verticillium dehliae* ได้ดีที่ระดับความเข้มข้น 32 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *V. alboatrum* และ *R. solani* ตามลำดับ

Soytong (1995) รายงานว่า *Ch. globosum* และ *Ch. cupreum* สามารถควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชเช่น *P. palmivola*, *P. parasitica*, *C. gloeosporioides*. โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ control.

Soytong *et al.* (1999) รายงานว่าการใช้เชื้อ *Chaetomium* ชนิดเม็ดและชนิดผง ที่ผลิตจากเชื้อรา *Ch. globosum* และ *Ch. cupreum* ในการควบคุมโรคเหี่ยวมะเขือเทศในสาธารณรัฐประชาชนจีน สาเหตุจากเชื้อรา *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* ในอัตรา 0.3, 0.5 และ 1.0 กรัมต่อต้น พบว่าการใช้เชื้อ *Chaetomium* ที่อัตรา 1 กรัม สามารถควบคุมโรคเหี่ยวได้ 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ control

2.11 การใช้จุลินทรีย์อื่นๆ ควบคุมโรคโดยชีววิธี

องอาจ และคณะ (2534) ได้ทำการคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพ ในการควบคุมโรครากเน่าของส้มเขียวหวาน สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *P. parasitica* พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* sp. (T-16), *Penicillium* sp. (P-10), *Aspergillus* sp (A-4), *Bacillus* (B-03), *Pseudomonas* sp (PS-2) มีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *P. parasitica* ได้ดีที่สุด และพบว่าผงเชื้อทั้ง 5

สายพันธุ์ สามารถช่วยให้เปอร์เซ็นต์ต้นรอดตายสูงกว่าการทดลองเปรียบเทียบ control โดย *Bacillus* sp. (B-03) ช่วยให้เปอร์เซ็นต์ต้นกล้ารอดตายสูงสุด

Tu (1978) รายงานว่าเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus*, *Rhizobium*, *Flavobacterium* และ *Pseudomonas* สามารถควบคุมเชื้อ *Phytophthora* spp. สาเหตุโรคน้ำของพืชได้ และเชื้อ *Streptomyces scabies* สามารถควบคุมโรค scab ของมันฝรั่ง ที่เกิดจากเชื้อราสาเหตุ *Phytophthora* spp.

Tsao et al. (1988) รายงานว่า เชื้อรา *Trichoderma*, *Penicillium* และ *Aspergillus* ที่นำมาเป็น antagonist ต่อเชื้อรา *Phytophthora* spp. บนรากแล้วผสมลงในวัสดุปลูก ก่อนการปลูกเชื้อ *Phytophthora* spp. พบว่า *A. flavus* และ *P. funiculosum* สามารถควบคุมโรครากเน่าบนกิ่งชำต้น อะซาเลีย สาเหตุเชื้อรา *P. parasitica* และกล้าของส้มเขียวหวานที่เกิดจากเชื้อรา *P. parasitica*

Duvenhage and Kotze (1993) รายงานว่าจากการทดลองใช้ *Oaecilomyces lilacinus*, *Aspergillus candidus*, *T. hamatum*, เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus azotoformans* และ *B. megaterium* ในการควบคุมโรครากเน่าของอโวคาโด ที่เกิดจากเชื้อรา *P. cinnamomi* ในสภาพเรือนทดลอง พบเชื้อ จุลินทรีย์ต่อต้าน สามารถลดการเกิดโรครากเน่าของ avocado เมื่อเปรียบเทียบกับ control

Holmes and Benson (1994) รายงานการใช้เชื้อรา *P. parasitica* var *nicotianae*. ในการควบคุม เชื้อรา *P. parasitica* บนต้นแพงพวยฝรั่ง พบว่า เชื้อรา *P. parasitica* var *nicotianae*. ซึ่งเป็นเชื้อรา สาเหตุโรคน้ำตาย แต่ไม่ทำให้เกิดโรคกับต้นแพงพวยฝรั่ง สามารถควบคุมโรคน้ำตายระดับดินต้นกล้า แพงพวยฝรั่ง สาเหตุจากเชื้อรา *P. parasitica*

Fang and Tsao (1995a) รายงานการใช้เชื้อรา *Penicillium funiculosum* Thom ในการควบคุม เชื้อรา *P. cinnamomi*, *P. parasitica* สาเหตุโรครากเน่าของอะซาเลียและส้มเขียวหวาน พบว่าการใช้ เชื้อ *P. funiculosum* สามารถลดอัตราการเกิดโรครากเน่ามากกว่าการใส่เชื้อรา *Phytophthora* spp. ในต้นอะซาเลีย สำหรับในส้มเขียวหวานเชื้อรา *P. funiculosum* สามารถช่วยส่งเสริมการเจริญของ ยอดใหม่ได้มากกว่า โดยมีจำนวนรากอ่อนเฉลี่ยเท่ากับ 27.3 ราก เมื่อเปรียบเทียบกับ control (ไม่ใช้ *P. funiculosum*) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.3 ราก โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าการใช้ *P. funiculosum* มีผลต่อการส่งเสริมให้ส้มเขียวหวานเจริญเพิ่มขึ้น

Fang and Tsao (1995b) รายงานว่า เชื้อรา *Pythium nunn* Lifshitz, Stanghellini & Raker สามารถควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของอะซาเลีย และส้มเขียวหวานที่เกิดจากเชื้อรา *P. cinnamomi* Rands. (T.139, B.101), *P. citrophthora* (R.E.S.M. & E.M.S.M.) Leonian (1156) และ *P. parasitica* (T. 131, T. 593) ในห้องปฏิบัติการ พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใย และการเข้าทำลายส่วนของเส้นใย sporangia, chlamydo-spore, antheridia และ oogonia ของเชื้อรา *Phytophthora* spp. และสามารถทำให้พืชมีความสมบูรณ์เพิ่มขึ้น

Hwang and Kim (1995) รายงานว่าสารปฏิชีวนะจากแบคทีเรีย *Streptomyces violaceoniger* ชื่อ tubercidin สามารถที่ควบคุมเชื้อรา *C. gloeosporioides*, *P. capsici* และ *Magnaporthe grisea* ในต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พริกทั้งในสภาพ *in vitro* และ *vivo* โดยสาร tubercidin ที่ระดับความเข้มข้นต่ำกว่า 0.1 ไมโครกรัม ต่อมิลลิลิตร มีประสิทธิภาพสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. pcapsici* และ *M. grisea* ได้ ดีกว่า *C. gloeosporioides* ตามลำดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การสำรวจเพื่อสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าและแมลงศัตรูของส้ม โชกุน

3.1.1 การสำรวจโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุน

สำรวจบันทึกข้อมูลดังนี้ ลักษณะอาการของโรคโดยการให้ดัชนีการเกิดโรคดังนี้ ระดับที่ 1 = ต้นปกติ ระดับที่ 2 = ต้นเริ่มโทรมลง ใบซีดเหลือง ยอดอ่อนใบเล็กลง ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด หรือมีรากเน่า 1-25 เปอร์เซ็นต์ ระดับที่ 3 = ต้นโทรมลง ใบซีด ยอดอ่อนใบเล็กลงและลาย ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอดหรือมีรากเน่า 26-50 เปอร์เซ็นต์ ระดับที่ 4 = ต้นโทรมใบซีดเหลืองเล็ก ยอดอ่อนใบเล็กและลายทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตาย จากยอดหรือรากเน่า 51-75 เปอร์เซ็นต์ ระดับที่ 5 = ต้นโทรมใบซีดเล็ก ยอดอ่อนใบเล็กลายทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด หรืออาการรากเน่า 76 - 100 เปอร์เซ็นต์ (Sandler et al. 1989) ประชากรเชื้อก่อโรคในดินที่ความลึก 6 และ 12 นิ้ว ความสูง และความกว้างทรงพุ่ม ก่อนและหลังการทดลองทุกเดือน ในระยะเวลา 16 เดือน ทุกการทดลองในพื้นที่ทำการทดลอง

3.1.2 การสำรวจแมลงศัตรูส้มโชกุน รวมถึงลักษณะอาการ ตลอดจนการเข้าทำลาย

ทำการสุ่มแบบ Random sampling ในพื้นที่ทำการทดลอง โดยใช้กับดักกาวเหนียวสุ่มตัวอย่าง ทุก 30 วัน และใช้การสุ่มโดยตาเปล่า ในระยะเวลา 16 เดือน พร้อมทำการบันทึกข้อมูล ชนิดของสายพันธุ์ และลักษณะการเข้าทำลายตลอดจนอาการที่เกิดกับต้นพืช และทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา และรายละเอียด รวมทั้งถ่ายภาพประกอบ ตลอดจนจัดจำแนกแมลง ให้อยู่ในระดับ species ที่ถูกต้อง

3.2 การศึกษาลักษณะเพื่อสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุน

3.2.1 การแยกเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur .

3.2.1.1 การแยกเชื้อรา *Phytophthora parasitica* จากดินบริเวณรอบรากส้มโชกุนที่เป็นโรครากเน่าโคนเน่าจากแหล่งปลูก

เก็บตัวอย่างดินบริเวณรอบๆ รากส้มโชกุนที่เป็นโรคในระดับลึก 6 นิ้ว และ 12 นิ้ว จำนวน 500 กรัม ใส่ถุงพลาสติก มาทำการแยกเชื้อในห้องปฏิบัติการ นำดินแต่ละตัวอย่างจำนวน 20 กรัม มาใส่ในถ้วยพลาสติกที่ฆ่าเชื้อแล้ว ในอัตราส่วน ดินต่อน้ำ 1 : 4 โดยปริมาตร คนให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ให้นอนก้น จากนั้นตัดใบส้มโชกุน ให้มีขนาด 1x1 ซม. โดยใช้ใบที่ไม่แก่หรือ อ่อนเกินไป เป็นเหยื่อล่อ บ่มไว้เป็นเวลา 2-3 วัน ที่อุณหภูมิ 27-30 องศาเซลเซียสและที่มีแสงสว่าง จากนั้นนำไปแยกเชื้อโดยวิธี tissue transplanting โดยล้างใบด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 2-3 ครั้ง แล้วนำมาซับด้วยกระดาษกรองที่ฆ่า

เชื้อ นำไปวางบนอาหาร PDA ที่ผสม BNPRAH (สนชัย, 2540) เมื่อแยกเป็นเชื้อบริสุทธิ์แล้วย้ายใส่ หลอดเลี้ยงเชื้อ ที่มีอาหาร PDA เก็บไว้สำหรับทำการทดลองต่อไป

3.2.2 การศึกษาความแตกต่างระหว่าง isolates ของเชื้อรา *Phytophthora parasitica*

โดยเทคนิคเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส (Gel electrophoresis) (ดัดแปลงจาก Laemmli, 1970)

3.2.2.1 การเตรียมสารสกัดโปรตีน (protein extracts)

เลี้ยงเชื้อรา *P. parasitica* ใน flasks ขนาด 250 มล. ซึ่งอาหารเหลว PDB บรรจุอยู่ใน ปริมาณ 150 มล. ต่อ flasks แล้วใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จากนั้นทำการ เจาะขึ้นรู้นแล้วนำไปใส่ 2 ชิ้น ต่อ flasks นำไปเข้าเครื่องเขย่า (shaker) ที่อุณหภูมิ 27-30 องศา เซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 20 วัน แล้วนำมากรองเส้นใยด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ด้วย น้ำกลั่น 3 ครั้ง ชั้ให้แห้ง จากนั้นนำ mycelial mat เข้าเครื่อง freeze dry เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อทำให้แห้ง และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จากนั้นนำตัวอย่าง isolate ละ 1 กรัม มาบดให้เป็นผงละเอียดด้วยไนโตรเจนเหลวบน โกร่งที่ผ่านการแช่เย็น แล้วเติม extraction buffer ในอัตราส่วน 1:1 กรัม/มล. จากนั้นนำมาเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuged) 15,000 rpm เป็นเวลา 20 นาที คูด supernatant เก็บไว้ใน micro tube สำหรับการทดลองต่อไป

3.2.2.2 Protein electrophoresis หรือวิธีการ run gel

นำปิเปตดูดสาร 30 มล. Running buffer (15.1 กรัม Tris, 72.1 กรัม Glycine, 5.0 กรัม SDS, น้ำกลั่น 1000 มล.) + น้ำกลั่น 270 มล. ใส่ในเครื่อง electrophoresis ซ้ำๆ ไม่ให้เกิดฟองอากาศ ตั้ง ทิ้งไว้ 30 นาที และนำตัวอย่างที่บดมาผสมกับ loading buffer (40 มล. กลั่น, 1.52 กรัม Tris, 20 มล. Glycerol, 2.0 กรัม SDS, 1 มก. Bromphenol Blue ปรับ pH 6.8 ด้วย HCl แล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบ 1000 มล.) คูดใส่ well ในเครื่อง electrophoresis ในช่องที่ 2, 3, 4 และช่องที่ 5 ส่วนในช่องที่ 1 ใช้ปิเปตดูด protein molecular weight standard ประมาณ 5 ไมโครลิตร และเปิดเครื่องให้กระแส ไฟฟ้าทำงานทิ้งไว้ 50 นาที หลังจากนั้นแกะแผ่น gel ออกใส่ Fix solution (50 % MeOH, 10% Acetic acid, 40% H₂O) ประมาณ 2 ชม. แล้วนำมาใส่ลงใน coomassie Blue solution (50% MeOH, 0.05% Coomassie Blue R, 10% Acetic acid, 40%H₂O) ประมาณ 4 ชม. เมื่อครบนำขึ้นมาใส่ใน Destining solution (5 % MeOH, 7% Acetic acid, 88%H₂O) จนกว่า gel จะใส และนำไปถ้ำยรูป และแยกเก็บไว้ใน Acetic acid 7% หรือน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ เก็บไว้ในภาชนะปิดฝาสนิทเพื่อป้องกันการ ปนเปื้อน และทำการเปรียบเทียบ band โปรตีนที่แสดงบน gel

3.2.2.3 การวิเคราะห์ผล

คำนวณหาน้ำหนักโมเลกุลของ โปรตีน โดยทำการวัดระยะทางของแถบ โปรตีนที่ปรากฏอยู่ แล้วเปรียบเทียบกับแถบ โปรตีนมาตรฐานซึ่งคำนวณได้จากค่า Rf (Relative mobilities) โดย

$Rf = \frac{\text{ระยะทางจากขอบ separating gel ถึงส่วนกลางของแต่ละแถบ โปรตีน}}{\text{ระยะทาง tracking dye}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจตำแหน่งของแถบโปรตีนของเชื้อ *Phytophthora* แต่ละ isolate จะบันทึกผลใช้ระบบตัวเลขโดยการปรากฏแถบโปรตีนให้สัญลักษณ์เป็นเลข 1 และไม่ปรากฏแถบโปรตีนให้สัญลักษณ์เป็นเลข 0 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อ *Phytophthora* แต่ละ isolate โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS (cluster analysis) เสนอเป็น dendrogram แสดงความสัมพันธ์

3.2.3 การทดสอบความสามารถทำให้เกิดโรคของเชื้อ (Pathogenicity)

3.2.3.1 ทดสอบการเกิดโรคนต้นกล้าส้มโชกุน

การเตรียม zoospore โดยนำมันฝรั่งมาตัดเป็นชิ้นบางๆ โดยให้มีพื้นที่หน้าตัดกว้างพอประมาณ นำมาแช่ใน Clorox 10 % นาน 3 นาที จากนั้นนำเข้มน้ำสะอาดล้างออกประมาณ 3-4 ครั้ง แล้วนำมันฝรั่งที่ล้างแล้วมาบ่มที่อุณหภูมิ 27-30 องศาเซลเซียส ในสภาพชื้น ทิ้งไว้ประมาณ 5-7 วัน หรือเส้นใยเชื้อเจริญพอประมาณ จากนั้นทำการขูดเส้นใย และ sporangia จากผิวหน้ามันฝรั่ง แล้วนำเส้นใยไปเลี้ยงในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ ใน flasks ขนาด 250 มล. ซึ่งมีน้ำกลั่นบรรจุอยู่ 100 มล. ต่อ flasks บ่มที่อุณหภูมิ 27-30 องศาเซลเซียส ภายใต้แสง fluorescent เป็นเวลา 1-2 วัน เชื้อจะสร้าง sporangium จำนวนมาก จากนั้นนำไปในตู้ที่มีอุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที แล้วนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิ 27-30 องศาเซลเซียส เชื้อจะปล่อย zoospore ออกมามากมายซึ่งมีปริมาณ zoospore suspension เท่ากับ 1×10^6 zoospore ต่อ มล. และนำมาทดลองแบบ Factorial experiment in Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 5 ต้น

Factor A (isolates *P. parasitica*)

A1= isolate NO.1

A2= isolate NO.2

A3= isolate NO.3

A4= isolate NO.4

A5= isolate NO.5

A6= isolate NO.6

Factor B (zoospore suspension)

B1= Sterile distilled water (control)

B2= zoospore suspension (1×10^5 ml⁻¹)

B3= zoospore suspension (2×10^5 ml⁻¹)

B4= zoospore suspension (3×10^5 ml⁻¹)

B5= zoospore suspension (4×10^5 ml⁻¹)

โดยนำทุก isolates ที่แยกได้มาทดสอบ วิธีการคือ นำต้นกล้าส้มโชกุนที่อายุ 1 เดือน มาปลูกลงกระถางขนาด 9 x 11 ซม. โดยใช้ส่วนผสมดังนี้ ดิน ทราโย ปุ๋ยอินทรีย์ ในอัตรา 10:1:2 โดยปริมาตร จากนั้นทำการปลูกเชื้อรา *P. parasitica* ทุก isolates โดยใช้ zoospore suspension ในแต่ละวิธีการทดลอง ลงบนต้นกล้าที่ระดับความเข้มข้นต่างๆแยกจากกัน จำนวน 20 มล. ต่อวิธีการทดลองที่ใช้เข็มหมุดทำแผลโคนต้นบริเวณคอต้น จำนวน 3 แผลต่อต้น และใช้น้ำกลั่นฆ่าเชื้อเป็นการทดลองเปรียบเทียบ ทำการบันทึกผลโดยให้ดัชนีการเกิดโรคของเชื้อบนต้นกล้า (เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1) พร้อมทั้งหาเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เปรียบเทียบการเกิดโรคในแต่ละ isolates เพื่อคัดเลือก

isolate ที่รุนแรง และปริมาณ zoospore suspension ที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค ของเชื้อรา *P. parasitica* ต่อการทำลายต้นกล้าส้ม โชกุน เพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

3.2.3.2 ทดสอบการเกิดโรคนบนใบส้มโชกุน

ทำการทดลองแบบ CRD จำนวน 10 ซ้ำ โดยนำเชื้อรา *P. parasitica* isolates NO.1, NO.2, NO.3, NO.4, NO.5 และ NO.6 ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อายุ 10 วัน แล้วใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. ตัดเชื้อราพร้อมชิ้นอาหารบริเวณขอบโคโลนีไปปลูกเชื้อลงบนใบส้มโชกุนที่ทำแผลโดยปลายเข็มหมุด ใบส้มที่ใช้ในการทดสอบเป็นใบที่ 4-5 นับลงมาจากยอด ปลูกเชื้อใบละ 1 แห่ง โดยทำการปลูกเชื้อ 10 ใบ ใบละ 1 แผล รวมจำนวน 10 แผล และ Control ทำการทดลอง 10 ใบ ใบละ 1 แผล รวมจำนวน 10 แผล เช่นกัน จากนั้นนำใบส้มโชกุนที่ทดลองใส่ลงในถุงพลาสติกทำให้ชื้นด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นประมาณ 2-3 วัน ทำการตรวจผล หลังการปลูกเชื้อตรวจดูอาการไหม้สีน้ำตาลบนใบ ให้ดัชนีการเกิดโรคโดยมีระดับดังนี้คือ ระดับที่ 1 = ใบส้มปกติ ระดับที่ 2 = มีอาการเน่าสีน้ำตาลไหม้ 1-25 เปอร์เซ็นต์ ระดับที่ 3 = มีอาการเน่า เป็นสีน้ำตาลไหม้ 26-50 เปอร์เซ็นต์ ระดับที่ 4 = มีอาการเน่าเป็นสีน้ำตาลไหม้ 51-75 เปอร์เซ็นต์ ระดับที่ 5 = มีอาการเน่าเป็นสีน้ำตาลไหม้มากกว่า 76 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป พร้อมคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เปรียบเทียบการเกิดโรคในแต่ละ isolate เพื่อคัดเลือก isolate ที่รุนแรงที่สุดของเชื้อรา *P. parasitica* ที่เข้าทำลายใบส้มโชกุน เพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

3.2.4 การทดสอบการเกิดโรกับพืชอาศัยต่างๆ (Host range) ของเชื้อรา *Phytophthora parasitica*

3.2.4.1 ทดสอบการเกิดโรคนบนใบพืชอาศัยตระกูลส้ม

ทำการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 6 วิธีการ 20 ซ้ำ โดยนำ isolates ที่รุนแรงที่สุด และที่ระดับ zoospore suspension ที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค (จากข้อ 3.2.3.1) ทำการทดสอบกับพืช 6 ชนิด ส้มโชกุน ส้มเขียวหวาน ส้มโอ มะนาว มะกรูด ส้มซ่า โดยการปลูกเชื้อ และไม่ปลูกเชื้อจำนวน 20 ซ้ำ เลี้ยงเชื้อรา *P. parasitica* isolate ที่ทำให้เกิดโรครุนแรงที่สุด บนอาหาร PDA ที่อายุ 10 วัน โดยทดสอบกับพืชชนิดต่างๆ ดังกล่าว โดยทำการคัดเลือกใบพืชตำแหน่งที่ 4-5 นับจากยอด ปลูกเชื้อใบละ 1 แห่ง นำมาทำความสะอาดพื้นผิวด้วยน้ำสะอาด แล้วใช้ปลายเข็มหมุดที่ฆ่าเชื้อเจาะทำแผลเล็กๆ ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. จากนั้นใช้ cork borer ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. ลงไฟฆ่าเชื้อเจาะรูวางบนใบๆละ 1 จุด ให้ความชื้นโดยการใส่ในถุงพลาสติก ที่มีสำลีชุบน้ำกลั่นฆ่าเชื้อที่ไม่และเกินไป แล้วบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง 27-30 องศาเซลเซียส ประมาณ 2-3 วัน แล้วตรวจดูอาการไหม้สีน้ำตาลบนใบ ให้ดัชนีการเกิดโรค และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (เช่นเดียวกับข้อที่ 3.2.3.2)

3.2.4.2 ทดสอบการเกิดโรคบนต้นกล้าของพืชตระกูลส้มในกระถางทดลอง

โดยทำการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 5 ต้น โดยมีวิธีการดังนี้ ทำการเพาะต้นกล้าพืชที่อายุ 3 เดือน แล้วย้ายต้นกล้าลงปลูกในกระถางปลูก ขนาด 9 x 11 เซนติเมตร ที่มีส่วนผสมของ ดิน:ทราย:ปุ๋ยอินทรีย์ เท่ากับ 10:1:2 โดยปริมาตร ที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อด้วยความร้อนขึ้นแล้ว จากนั้นทำการรดโคนต้นด้วย zoospore suspension ของเชื้อรา *P. parasitica* จาก isolates ที่รุนแรงที่สุดต่อการเกิดโรค (จากข้อ 3.2.3.1) จำนวน 20 มล. ในแต่ละต้น ที่ทำแผลด้วยเข็มหมุด 3 แผลต่อต้น บริเวณโคนต้น และใช้น้ำกลั่นฆ่าเชื้อเป็นการทดลองเปรียบเทียบ ตรวจสอบการเน่าที่ลำต้น ราก ให้ดัชนีการเกิดโรคและเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (เช่นเดียวกับข้อที่ 3.1.1)

3.3 ศึกษากลไกของเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้าน (Microbial antagonists) ในการยับยั้ง

เชื้อรา *Phytophthora parasitica*

3.3.1 ศึกษากลไกของจุลินทรีย์ต่อต้านเชื้อรา *Phytophthora parasitica* บนอาหารเลี้ยงเชื้อร่วม

โดยทำการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้าน ได้แก่ *Trichoderma harzianum* PC01, *T. hamatum* PC02, *Chaetomium globosum* CC10 และ *Ch. cupreum* CG5 ที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. parasitica* โดยทำการเลี้ยงเชื้อราสาเหตุโรค และเชื้อราจุลินทรีย์ต่อต้านบนอาหาร PDA ที่อายุ 10 วัน และใช้ cork borer ขนาด 0.5 ซม. สกนไฟฆ่าเชื้อตัดบริเวณขอบโคโลนี และย้ายชิ้นวงเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้านและเชื้อราสาเหตุ วางลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อในด้านตรงข้ามกัน ทำการตรวจผลที่ระยะเวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 วัน โดยในแต่ละวันนำเชื้อรา *P. parasitica* บริเวณที่ถูกเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้านเจริญปกคลุม ไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ตรวจสอบลักษณะเส้นใย ลักษณะ sporangium ของเชื้อราสาเหตุ ในสภาพเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้านทั้ง 4 ชนิด ในการเป็น antagonist และถ่ายภาพประกอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์

3.3.2 การทดสอบสารปฏิชีวนะ Rotiorinol, Chaetoglobosin-C และ Trichotoxin A50

ที่มีผลต่อการชักนำให้พืชเกิดภูมิคุ้มกันโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุน

โดยทำการทดลองแบบ Factorial experiment in Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 5 ซ้ำ ดังนี้

Factor A (ชนิดสารปฏิชีวนะ)

A1 = Rotiorinol สกัดจากเชื้อ *Chaetomium cupreum*

A2 = Chaetoglobosin-C สกัดจากเชื้อ *Ch. globosum*

A3 = Trichotoxin A50 สกัดจาก *Trichoderma harzianum* PC01

Factor B (ความเข้มข้น)

B1 = 0 ppm

B2 = 10 ppm

B3 = 50 ppm

B4 = 100 ppm

B5 = 500 ppm

โดยได้รับความอนุเคราะห์สารปฏิชีวนะจาก ผศ.ดร. สมเดช กนกเมธากุล และ ผศ. ดร. ขวัญใจ กนกเมธากุล ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น การทดลองมีวิธีการดังนี้คือ เตรียมสารข้างต้นที่ระดับความเข้มข้น 0, 10, 50, 100 และ 500 ppm. ผสมลงกับน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ โดยใช้ Tis-HCl เป็นตัวทำละลาย นำสารสกัดฉีดพ่นลงบนกล้าส้มโชกุนอายุ 3 เดือน ที่ทำแผลด้วยเข็มหมุดโคนต้น บริเวณคอต้น 3 แผล ที่ปลูกในกระถางขนาด 9x11 เซนติเมตร จำนวน 20 มล. ต่อกระถาง บ่มที่อุณหภูมิ 27- 30 องศาเซลเซียส หลังจากนั้น 2 วัน จึงทำการปลูกเชื้อรา *P. parasitica* โดยการราดโคนต้นด้วย zoospore suspension ที่อัตราที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค (จากข้อ 3.2.3.1) จำนวน 20 มล. ต่อกระถาง และใช้น้ำกลั่นฆ่าเชื้อเป็นการทดลองเปรียบเทียบ ตรวจสอบผลหลังทดลอง 1 เดือน สํารวจและบันทึกการเกิดโรค ให้ดัชนีการเกิดโรคและเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (เช่นเดียวกับข้อที่ 3.1.1)

3.4 การทดสอบชีวผลิตภัณฑ์ในการป้องกันกำจัดโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุนโดยชีววิธีแบบผสมผสาน

3.4.1 การทดสอบศักยภาพของจุลินทรีย์ก่อต้น ในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าส้มโชกุนในสภาพเรือนทดลอง

โดยทำการทดลอง Randomized Completely Block Design (RCBD) จำนวน 5 วิธีการทดลอง จำนวน 5 ซ้ำๆ ละ 4 ต้น ดังนี้คือ

วิธีการที่ 1 การใช้ TRICHODERMA จำนวน 4 กรัมต่อต้น ใส่ลงดินทุก 4 เดือน

วิธีการที่ 2 การใช้ CHAETOMIUM จำนวน 2 กรัมต่อต้น ใส่ลงดินทุก 4 เดือน

วิธีการที่ 3 การใช้ TRICHODERMA+CHAETOMIUM จำนวน 2 :1 กรัมต่อต้น ใส่ดินทุก 4 เดือน

วิธีการที่ 4 การใช้ metalaxyl จำนวน 4 กรัมต่อต้น ราดลงดินทุก 4 เดือน

วิธีการที่ 5 วิธีการเปรียบเทียบ (control)

ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA และ CHAETOMIUM ได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ. ดร. เกษม สร้อยทอง ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในวิธีการที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ฆ่าแมลง LEPIDOPCID[®] (*Bacillus thuringensis* var. *kurstuki*) และ AVERTROPH[®] (*Actinomycetes*) ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก Dr. Lyubov Kolombet จาก Ministry of Science and Technology of Russian Federation ประเทศสาธารณรัฐ

รัสเซีย ในอัตรา 50 และ 20 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ ทุก 2 เดือนในวิธีการที่ 1, 2 และ 3 วิธีการใช้สารเคมีฆ่าแมลง ไคเมทโทเอท อัตรา 10 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร ในวิธีการที่ 4 นำกิ่งตอนส้มโชกุนปลูกในกระถางปลูก ที่มีส่วนผสมของ ดิน:ทราย:ปุ๋ยอินทรีย์ เท่ากับ 10:1:2 โดยปริมาตร จากนั้นทำการปลูกเชื้อ *P. parasitica* โดยนำ isolate ที่รุนแรงที่สุดต่อการเกิดโรครากเน่าโคนเน่า มาทำการปลูกเชื้อโดยใช้ zoospore suspension ที่ระดับที่รุนแรงต่อการเกิดโรค (จากข้อ 3.2.3.1) เทราดินอัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อต้น โดยทำแผลตรงบริเวณส่วนโคน ด้วยปลายเข็มหมุดจำนวน 5 แผลต่อต้น เปรียบเทียบกับการทดลองเปรียบเทียบ ซึ่งใช้น้ำกลั่นฆ่าเชื้อเทราดโคน พร้อมทั้งทำการประเมินการเกิดโรครากเน่าโคนเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *P. parasitica* โดยการให้ดัชนีการเกิดโรค (เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1) โดยประเมินการเกิดโรคทุก 2 เดือน ทำการเก็บตัวอย่างดิน มาตรวจนับส่วนขยายพันธุ์ ของเชื้อสาเหตุในดินเป็น colony forming unit (cfu.) ต่อดินหนึ่งกรัม โดยชั่งดิน 0.0025 กรัม ใส่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เทอาหาร PDA ผสม BNPAH (สนชัย, 2540) ทุก 2 เดือน ระยะเวลา 8 เดือน

3.4.2 การทดสอบจุลินทรีย์ต่อต้าน (Microbial antagonist) ในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุนสภาพแปลงทดลอง

โดยทำการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) จำนวน 8 ซ้ำๆ ละ 5 ต้น กับส้มโชกุน อายุ 2 ปี ทำการทดลองที่แปลงส้มโชกุน ของคุณวิระศักดิ์ วิสาเว โท ตำบลพบพระ อำเภอ แม่สอด จังหวัดตาก มี 5 วิธีการดังนี้

วิธีการที่ 1 การใช้ TRICHODERMA จำนวน 10 กรัมต่อต้นร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 5 กิโลกรัมต่อต้นใส่ลงดินทุก 4 เดือน

วิธีการที่ 2 การใช้ CHAETOMIUM จำนวน 5 กรัมต่อต้นร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 5 กิโลกรัมต่อต้นใส่ลงดินทุก 4 เดือน

วิธีการที่ 3 การใช้ TRICHODERMA + CHAETOMIUM จำนวน 2.5 : 5.0 กรัมต่อต้น ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 5 กิโลกรัมต่อต้นใส่ลงดินทุก 4 เดือน

วิธีการที่ 4 การใช้ metalaxyl จำนวน 10 กรัมต่อต้น ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 5 กิโลกรัมต่อต้นใส่ลงดินทุก 4 เดือน

วิธีการที่ 5 วิธีการเปรียบเทียบ (control) ไม่ใช้วิธีการใด (non-treated one) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 5 กิโลกรัมต่อต้นใส่ลงดินทุก 4 เดือน

ทำการฉีดพ่น ชีวผลิตภัณฑ์ฆ่าแมลง LEPIDOPCID[®] (*Bacillus thuringensis* var. *kurstaki*), AVERTROPH[®] (*Actinomycetes*) อัตรา 50 และ 20 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร ในวิธีการทดลอง ที่ 1, 2, และ 3 ตามลำดับ ทุกๆ 1 เดือน พร้อมทั้งทำการเชตกรรมและกำหนดระบบชลประทาน การใช้วัสดุคลุมดิน ตัดแต่งกิ่ง พร้อมทั้งกำจัดส่วนขยายพันธุ์โรค และทำการบันทึกข้อมูล ประเมินการเกิดโรครากเน่าโคนเน่า จากเชื้อรา *P. parasitica* โดยการให้ดัชนีการเกิดโรค (เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1) ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นับส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อโรคในดินเป็น colony forming unit (cfu.) ต่อดินหนึ่งกรัม ที่ระดับความลึก 6 และ 12 นิ้ว โดยชั่งดิน 0.0025 กรัม ใส่ในงานอาหารเลี้ยงเชื้อ เทอาหาร PDA ผสม BNPRAH (สนชัย, 2540) เก็บไว้ในที่มืด และบันทึกความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ทุก 4 เดือนในเวลา 16 เดือน

3.5 การจัดโปรแกรมการควบคุมศัตรูพืชของส้มโชกุนโดยชีววิธีแบบผสมผสาน

นำข้อมูลจากงานสำรวจและทดลองมาจัดทำโปรแกรมการจัดการ และควบคุมโรครากเน่าโคนเน่า สาเหตุเชื้อ *P. parasitica* และแมลงศัตรูพืชโดยวิธี Bio - IPM ได้แก่ การใช้จุลินทรีย์ป้องกันกำจัดโรคพืช จุลินทรีย์ฆ่าแมลง ใช้สารสะเดา กับดักกาวเหนียว การปรับสภาพดินปลูก การจัดการระบายน้ำ การให้น้ำแก่พืช การกำจัดวัชพืช การใช้วัสดุคลุมดิน ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ปุ๋ยอินทรีย์ และการเกษตรกรรม เพื่อเป็นแนวทางของเกษตรกรต่อไปในอนาคต

3.6 สถานที่ทำการศึกษาค้นคว้าและทดลอง

1. ห้องปฏิบัติการราวิทยา ตึกเห็ดราวิทยา ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
2. สวนส้มโชกุน ศูนย์วิจัยพืชสวน วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี

3.7 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลองเดือน กรกฎาคม 2541 สิ้นสุด เดือน ธันวาคม 2542

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การสำรวจเชื้อสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าและแมลงศัตรูของส้มโชกุน

4.1.1 การสำรวจโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุน

จากการศึกษาลักษณะอาการของเชื้อสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุน ที่อายุ 2 ปี ระยะปลูก 4x4 เมตร พื้นที่ปลูกเป็นที่ลาดชันรวมเนื้อที่ประมาณ 133 ไร่ มีจำนวนต้น 12,140 ต้น ที่สวนส้มโชกุน อำเภอพบพระ จังหวัดตาก โดยสุ่มประเมินการเกิดโรคจำนวน 200 ต้น ทำการสุ่มตัวอย่างโดยแบ่งแปลงทดลอง Randomized Complete Block Design (RCBD) 5 วิธีการจำนวน 8 ซ้ำ (1 ซ้ำต่อ 25 ต้น) พบว่ามีดัชนีการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.13 โดยต้นเริ่มโทรมลง ใบซีดเหลือง ยอดอ่อนใบเล็กลง ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด หรือมีรากเน่า 1-25 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.1) โดยค่าพีเอช (pH) ของดินเฉลี่ย เท่ากับ 5.48 และพบอาการรากเน่าโคนเน่า มีสีน้ำตาล ลักษณะรากเน่าเพื่อย่อยบริเวณทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.1 การให้เปอร์เซ็นต์ลำดับความรุนแรงของโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุน เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica* (DI=1) = ต้นสมบูรณ์ปกติ (DI=2) = ต้นเริ่มโทรมลง ใบซีด เหลือง ยอดอ่อน ใบเล็กลง ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอดหรือมีรากเน่า 1-25 เปอร์เซ็นต์ (DI=3) = ต้นโทรมลงใบซีดยอดอ่อนใบเล็กลงและตาย ทรงพุ่ม มีกิ่งแห้งตายจากยอด หรือมีรากเน่า 26-50 เปอร์เซ็นต์ (DI=4) = ต้นโทรม ใบซีดเหลืองเล็ก ยอดอ่อน ใบเล็ก และตายทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตาย จากยอดหรือรากเน่า 51-75 เปอร์เซ็นต์ (DI=5) = ต้นโทรม ใบซีดเล็ก ยอดอ่อน ใบเล็กตาย ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด หรือรากเน่า 76-100 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.2 ลักษณะอาการ โรครากเน่า โคนเน่าของสับไซกุน ที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica*

a = อาการรากเน่า(ทั้งต้น)

b = อาการกิ่งแห้งตาย(die back)

c = อาการ โคนเน่า

d = อาการ ใบซีดเหลืองขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การสำรวจแมลงศัตรูส้มโชกุนในสภาพแปลงทดลอง

จากการศึกษาและสำรวจแมลงศัตรูพืชของส้มโชกุนในปี พ.ศ. 2541-2542 พบศัตรูสำคัญ 4 ชนิด ได้แก่ ผีเสื้อหนอนชอนใบ (*Phyllocnistis citrella*) ผีเสื้อหนอนแก้วส้ม (*Papilio demolius*) แมลงค่อมทอง (*Hypomeces squamosus*) และเพลี้ยอ่อน (*Aphis iraecola*) (ภาพที่ 4.3 และ 4.4) และจากการสำรวจ พบว่าปัญหาหลักของเกษตรกร คือ ผีเสื้อหนอนชอนใบ มีการระบาดทั้งปี โดยเฉพาะในระยะส้มแตกใบอ่อน ช่วงฤดูฝนเดือน พฤษภาคม - พฤศจิกายน ทำลายมากกว่า 90-100 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงหมดฝนเดือน พฤศจิกายน - มีนาคม ทำลายประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ผีเสื้อหนอนแก้วส้ม พบการทำลายช่วงเดือน พฤษภาคม - ตุลาคม ช่วงส้มแตกใบอ่อนจนถึงใบเปสลาด เพลี้ยอ่อน พบการทำลายช่วงเดือน มกราคม - พฤษภาคม ช่วงส้มดอกตูม และดอกบาน แมลงค่อมทอง พบการทำลายช่วงเดือน มีนาคม - กรกฎาคม ช่วงใบอ่อนจนถึงใบเปสลาด (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 แสดงชนิดแมลงศัตรูพืช ต่อการเข้าทำลายส้ม โชกุนในช่วงเวลาต่างๆ

ศัตรูพืช	ช่วงเวลาที่แมลงเข้าทำลาย											
	มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.
ผีเสื้อหนอนชอนใบ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ผีเสื้อหนอนแก้วส้ม						+	+	+	+	+	+	+
เพลี้ยอ่อน	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
แมลงค่อมทอง						+	+	+	+	+	+	+



ภาพที่ 4.3 แสดงชนิดแมลงศัตรูของส้มโชกุน

a = หนอนแก้วส้ม (*Papilio demolius*)

b = ตัวเต็มวัยหนอนแก้วส้ม

c = แมลงค่อมทอง (*Hypomeces squamosus*)

d = เพลี้ยอ่อน (*Aphis iraeicola*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



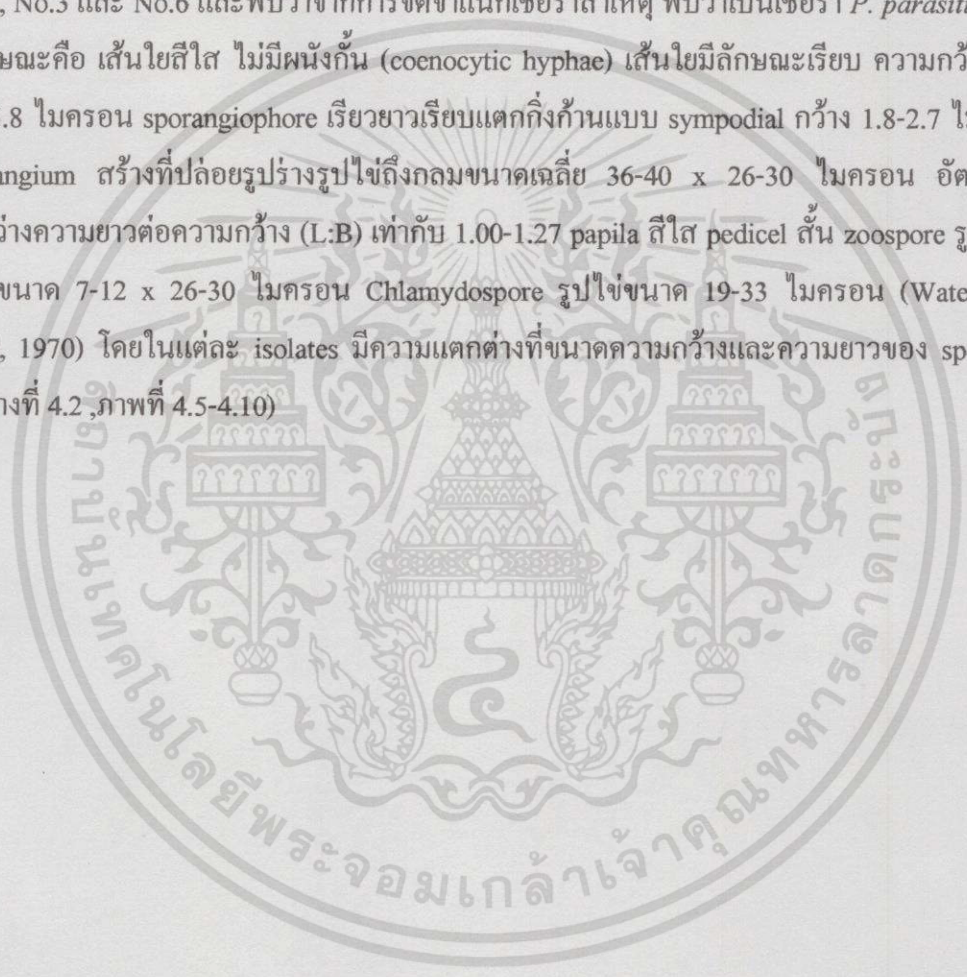
ภาพที่ 4.4 แสดงลักษณะการทำลายใบส้มโชกุนของหนอนผีเสื้อชอนใบ (*Phyllocnistis citrella*)
(บน, กลาง) เปรียบเทียบกับใบส้มโชกุนปกติ (ล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาลักษณะเชื้อราสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าส้มโชกุน

4.2.1 การแยกเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur.

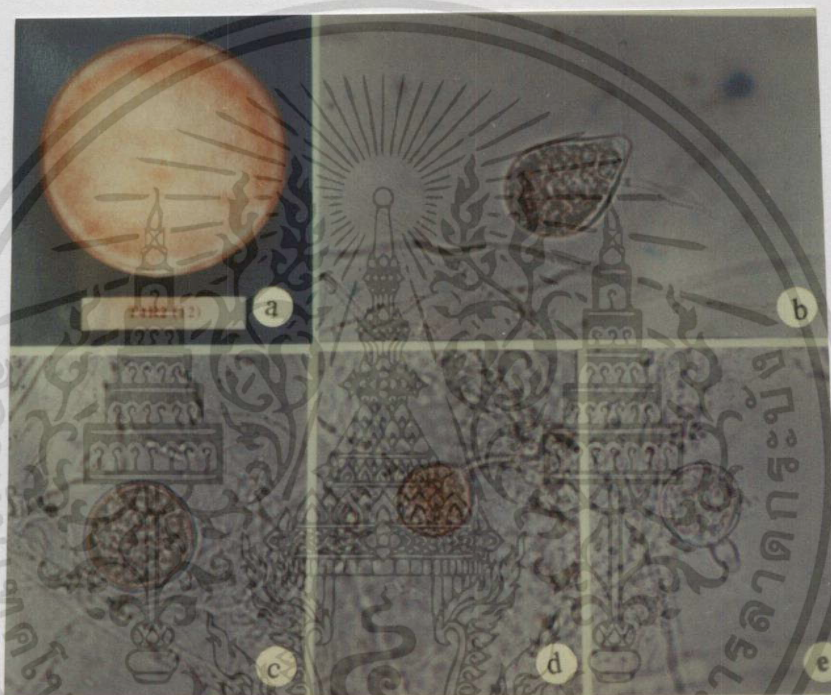
จากการแยกเชื้อราสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าส้มโชกุน พบว่ามีสาเหตุจากเชื้อรา *P. parasitica* ซึ่งสามารถแยกเชื้อราสาเหตุได้ทั้งหมด 6 isolates ดังนี้คือ No.1, No.2, No.3, No.4, No.5 และ No.6 แยกได้จากดินส้มโชกุนในต้นที่มีอาการโรค โดยใช้ใบส้มโชกุนเป็นเหยื่อล่อ (baiting) ดินบริเวณรอบรากส้มโชกุนที่แสดงอาการโรค ที่ระดับความลึก 6 นิ้ว แยกได้ 3 isolates คือ No.2, No.4 และ No.5 ดินบริเวณรอบรากส้มโชกุนที่แสดงอาการโรค ที่ระดับความลึก 12 นิ้ว แยกได้ 3 isolates คือ No.1, No.3 และ No.6 และพบว่าจากการจัดจำแนกเชื้อราสาเหตุ พบว่าเป็นเชื้อรา *P. parasitica* โดยมีลักษณะคือ เส้นใยสีใส ไม่มีผนังกัน (coenocytic hyphae) เส้นใยมีลักษณะเรียบ ความกว้างเฉลี่ย 5.5-5.8 ไมครอน sporangiophore เรียวยาวเรียบแตกกิ่งก้านแบบ sympodial กว้าง 1.8-2.7 ไมครอน sporangium สร้างที่ปลายรูปร่างรูปไข่ถึงกลมขนาดเฉลี่ย 36-40 x 26-30 ไมครอน อัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้าง (L:B) เท่ากับ 1.00-1.27 papilla สีใส pedicel สั้น zoospore รูปไข่ถึงกลมขนาด 7-12 x 26-30 ไมครอน Chlamydospore รูปไข่ขนาด 19-33 ไมครอน (Waterhouse, 1963, 1970) โดยในแต่ละ isolates มีความแตกต่างที่ขนาดความกว้างและความยาวของ sporangia (ตารางที่ 4.2 ,ภาพที่ 4.5-4.10)



ตารางที่ 4.2 ลักษณะและโครงสร้างต่างๆของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* แต่ละ isolate

isolates	Description
No.1	โคโลนีสีขาวเนื้อละเอียด เส้นใยเจริญรบบิวหน้าอาหาร และเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อายุ 9 วัน เส้นใยสีขาวใสไม่มีผนังกัน (coenocytic) สร้าง oospore กลม ขนาด 25.0 ไมครอน sporangium ขนาด 37.5x30.0 ไมครอน L:B = 1:1.23 papilate1 อัน oogonia รูปร่างกลม ขนาด 25 ไมครอน Chlamyospore แบบ intercalary ขนาด 24.5 ไมครอน ผนังหนา 3.75 ไมครอน sporangiophore กว้าง 8.75 ไมครอน (ภาพที่ 4.5)
No.2	โคโลนีสีขาวเนื้อละเอียด เส้นใยเจริญรบบิวหน้าอาหาร และเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อายุ 9 วัน เส้นใยสีขาวใสไม่มีผนังกัน (coenocytic) สร้าง oospore กลม ขนาด 27.5 ไมครอน sporangium ขนาด 32.0x30.0 ไมครอน L:B = 1:1.06 papilate1 อัน oogonia รูปร่างกลม ขนาด 27.0 ไมครอน Chlamyospore แบบ terminal ขนาด 21.0 ไมครอน มีผนังหนา 2.5 ไมครอน sporangiophore กว้าง 8.75 ไมครอน (ภาพที่ 4.6)
No.3	โคโลนีสีขาวเนื้อละเอียด เส้นใยเจริญรบบิวหน้าอาหาร และเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อายุ 9 วัน เส้นใยสีขาวใสไม่มีผนังกัน (coenocytic) สร้าง oospore กลม ขนาด 28.5 ไมครอน sporangium ขนาด 40.0x32.0 ไมครอน L:B = 1:1.25 papilate1อัน oogonia รูปร่างกลม ขนาด 30 ไมครอน Chlamyospore แบบ intercalary ขนาด 28.5 ไมครอน ผนังหนา 3.75 ไมครอน sporangiophore กว้าง 8.70 ไมครอน (ภาพที่ 4.7)
No.4	โคโลนีสีขาวเนื้อละเอียด เส้นใยเจริญรบบิวหน้าอาหาร และเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อายุ 9 วัน เส้นใยสีขาวใสไม่มีผนังกัน (coenocytic) สร้าง oospore กลม ขนาด 21.0 ไมครอน sporangium ขนาด 36.0x31.0 ไมครอน L:B = 1:1.20 papilate1 อัน oogonia รูปร่างกลม ขนาด 28 ไมครอน Chlamyospore แบบ intercalary ขนาด 23.0 ไมครอน ผนังหนา 2.5 ไมครอน sporangiophore กว้าง 8.75 ไมครอน (ภาพที่ 4.8)
No.5	โคโลนีสีขาวเนื้อละเอียด เส้นใยเจริญรบบิวหน้าอาหาร และเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อายุ 9 วัน เส้นใยสีขาวใสไม่มีผนังกัน (coenocytic) สร้าง oospore กลม ขนาด 25.5 ไมครอน sporangium ขนาด 36.0x31.0 ไมครอน L:B = 1:1.16 papilate1 อัน oogonia รูปร่างกลม ขนาด 30 ไมครอน Chlamyospore แบบ intercalary ขนาด 19.5 ไมครอน ผนังหนา 2.50 ไมครอน sporangiophore กว้าง 8.75 ไมครอน (ภาพที่ 4.9)
No.6	โคโลนีสีขาวเนื้อละเอียด เส้นใยเจริญรบบิวหน้าอาหาร และเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อายุ 9 วัน เส้นใยสีขาวใสไม่มีผนังกัน (coenocytic) สร้าง oospore กลม ขนาด 21.5 ไมครอน sporangium ขนาด 35.0x30.0 ไมครอน L:B = 1:1.16 papilate1 อัน oogonia รูปร่างกลม ขนาด 25 ไมครอน Chlamyospore แบบ intercalary ขนาด 25.5 ไมครอน ผนังหนา 3.75 ไมครอน sporangiophore กว้าง 8.75 ไมครอน (ภาพที่ 4.10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

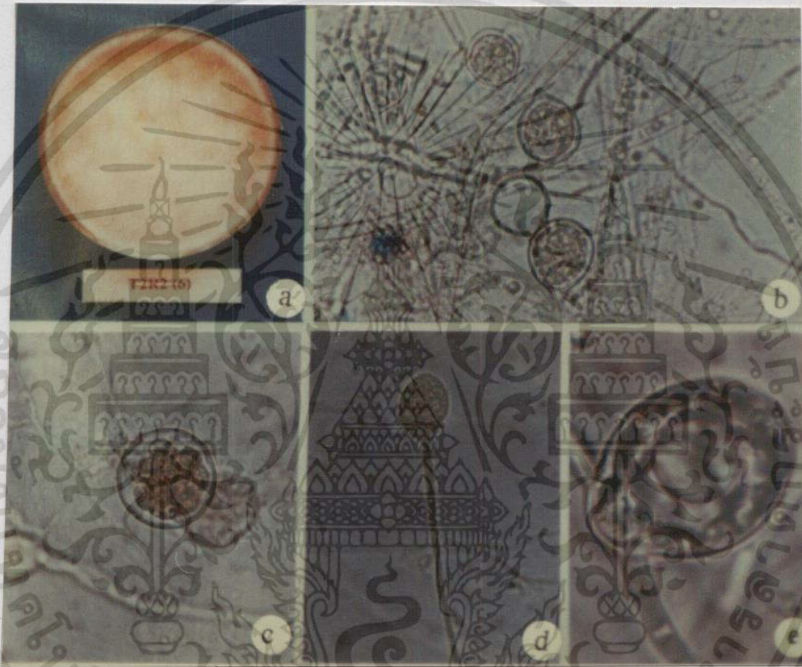


ภาพที่ 4.5 แสดงเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.1

a = โคลนบนอาหาร PDA ที่อายุ 10 วัน b = Sporangia (400x) c = Oospore (400x)

d = Chlamydospore แบบ intercalary (400x) e = Oogonium และ antheridium (400x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

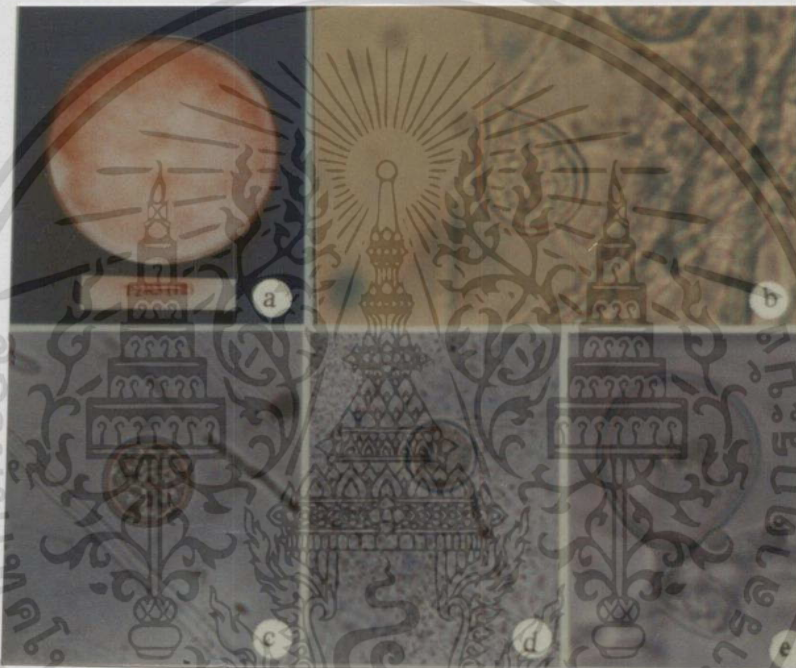


ภาพที่ 4.6 แสดงเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.2

a = โคลนบนอาหาร PDA ที่อายุ 10 วัน b = Sporangia (400x) c = Oospore (400x)

d = Chlamydospore แบบ terminal (400x) e = Oogonium และ anteridium (400x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

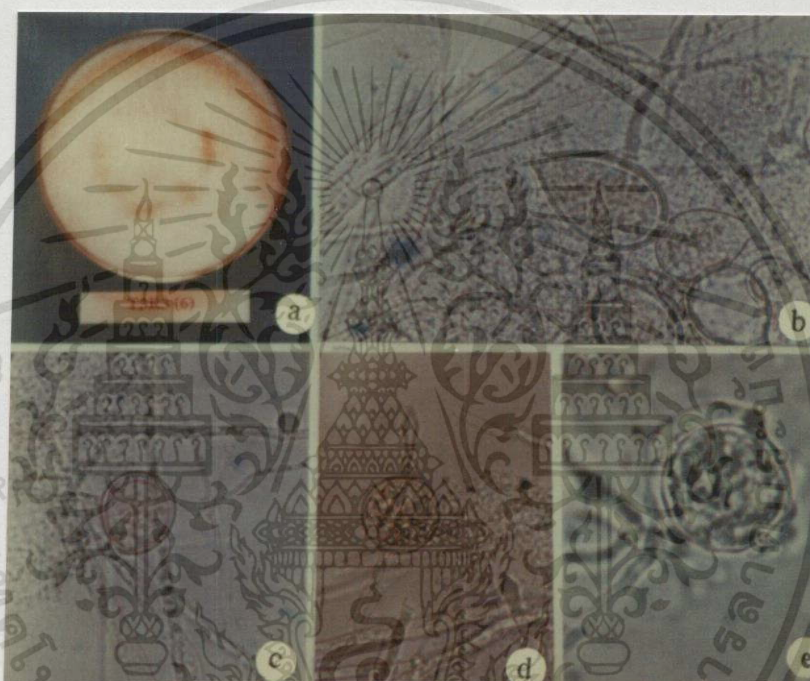


ภาพที่ 4.7 แสดงเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.3

a = โคลนบนอาหาร PDA ที่อายุ 10 วัน b = Sporangium (400x) c = Oospore (400x)

d = Chlamydospore แบบ intercalary (400x) e = Oogonium และ anteridium (400x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

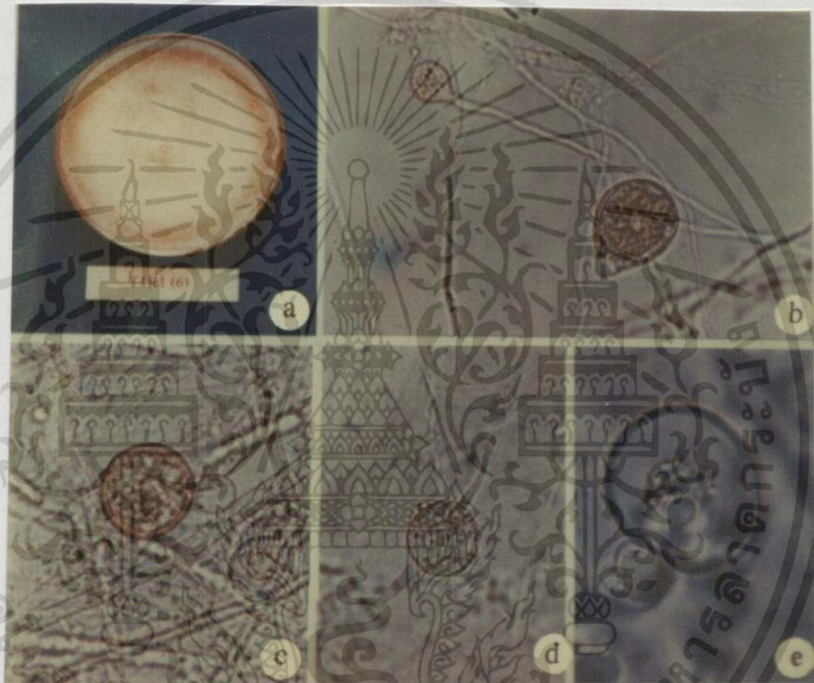


ภาพที่ 4.8 แสดงเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.4

a = โคลนินบนอาหาร PDA ที่อายุ 10 วัน b = Sporangia (400x) c = Oospore (400x)

d = Chlamydospore แบบ intercalary (400x) e = Oogonium และ anteridium (400x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

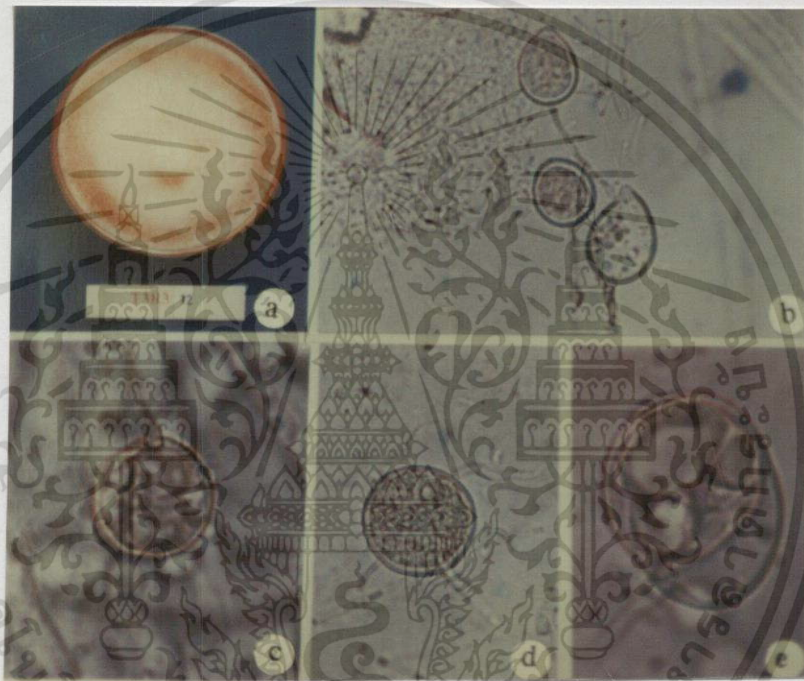


ภาพที่ 4.9 แสดงเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.5

a = โคลนินบนอาหาร PDA ที่อายุ 10 วัน b = Sporangium (400x) c = Oospore (400x)

d = Chlamydospore แบบ intercalary (400x) e = Oogonium และ anteridium (400x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 แสดงเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.6

a = โคลนบนอาหาร PDA ที่อายุ 10 วัน b = Sporangia (400x) c = Oospore (400x)
d = Chlamydospore แบบ intercalary (400x) e = Oogonium และ anteridium (400x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การศึกษาความแตกต่างระหว่าง isolates ของเชื้อรา *Phytophthora parasitica*

โดยเทคนิคเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส (Gel electrophoresis)

จากการใช้เทคนิคเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชื้อ *P. parasitica* จำนวน 6 isolates โดยบันทึกการปรากฏและไม่ปรากฏแถบโปรตีน พบว่าเชื้อรา *P. parasitica* ที่ทำการทดลองมีแถบโปรตีนทั้งหมด 10 แถบ มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 10-81 kDa (ภาพที่ 4.11, 4.12) โดยเกิดแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลแตกต่างกัน 7 แถบ และมีน้ำหนักโมเลกุลไม่แตกต่างกัน 3 แถบ ตำแหน่งที่ 1, 7 และ 10 ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 81, 45 และ 10 kDa ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) เมื่อวิเคราะห์แถบโปรตีนที่ปรากฏและไม่ปรากฏแถบโปรตีนในแต่ละตำแหน่ง และนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยวิธี cluster analysis ในโปรแกรม SPSS พบแสดงออกมาในรูป dendrogram (ภาพที่ 4.12) สามารถจำแนกความแตกต่างของเชื้อรา *P. parasitica* ได้ 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ (ตารางที่ 4.4)

กลุ่มที่ 1 มี 5 isolates ได้แก่ NO.1, NO.2, NO.4, NO.5 และ NO.6

กลุ่มที่ 2 มี 1 isolate ได้แก่ NO.3

โดยกลุ่มที่ 1 พบแถบโปรตีนในตำแหน่ง 1, 2, 3, 7, 8 และ 10 มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 81, 70, 62, 45, 32 และ 10 kDa ตามลำดับ กลุ่มที่ 2 พบแถบโปรตีนในตำแหน่ง 1, 4, 5, 6, 7, 9 และ 10 มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 81, 57, 50, 46, 45, 22, และ 10 kDa ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 แสดงการปรากฏและไม่ปรากฏแถบโปรตีนของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolates NO.1-NO.6 ซึ่งกำหนดค่าการปรากฏแถบโปรตีนเป็น 1 และไม่ปรากฏแถบโปรตีนเป็น 0

Isolate	ค่าแทนการปรากฏและไม่ปรากฏแถบโปรตีน									
	แถบ1	แถบ2	แถบ3	แถบ4	แถบ5	แถบ6	แถบ7	แถบ8	แถบ9	แถบ10
NO.1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
NO.2	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
NO.3	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
NO.4	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
NO.5	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
NO.6	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1



ภาพที่ 4.11 เปรียบเทียบ Standard marker (M) กับ protein bands ของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolates No.1- No.6

ตารางที่ 4.4 แสดงลักษณะและขนาด sporangium ของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolates No.1 - No.6

Group ^{1/}	Isolates	BXL ^{2/}	L:B ^{3/}
A	No.1	37.0X30.0	1:1.23
A	No.2	32.0X30.0	1:1.06
A	No.4	36.0X31.0	1:1.20
A	No.5	36.0X31.0	1:1.16
A	No.6	35.0X30.0	1:1.16
B	No.3	40.0X32.0	1:1.25

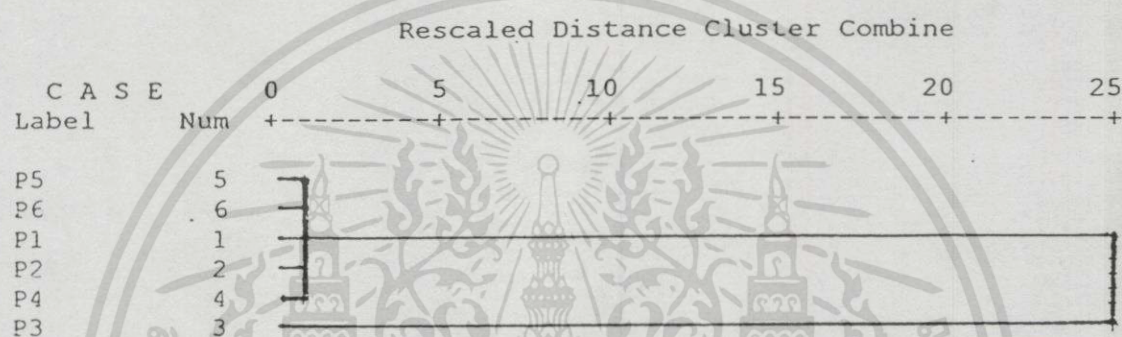
^{1/} แบ่งตาม protein bands จากเทคนิค SDS-PAGE

^{2/} B = ความกว้างเฉลี่ยของ sporangium L = ความยาวเฉลี่ยของ sporangium

^{3/} L = ความยาวเฉลี่ยของ sporangium หาค่าด้วย B = ความกว้างเฉลี่ยของ sporangium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



ภาพที่ 4.12 dendrogram แสดงความสัมพันธ์ของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolates No.1-No.6

4.2.3 การทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรค (Pathogenicity test) ของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur.

4.2.3.1 ทดสอบการเกิดโรคนบนต้นกล้าส้มโชกุน

จากการทดสอบความสามารถในการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าของต้นกล้าส้มโชกุน โดยการปลูกเชื้อรา *P. parasitica* isolates No.1, No.2, No.3, No.4, No.5 และ No.6 ลงบริเวณโคนต้นกล้าที่ทำแผลด้วยเข็มจำนวน 10 มิลลิเมตรต่อต้น โดยใช้ zoospore suspension ระดับต่างกันคือ 1×10^5 , 2×10^5 , 3×10^5 และ 4×10^5 zoospore ต่อมิลลิเมตร ในระยะเวลา 30 วัน ให้ดัชนีการเกิดโรค 5 ระดับดังนี้ 1 = ใบส้มปกติ, 2 = ต้นกล้าโทรมลงใบซีดเหลืองเนื้อใบมีอาการเน่า มีรากเน่า 1-25 เปอร์เซ็นต์, 3 = ต้นกล้าโทรมลงใบซีดเหลืองเนื้อใบมีอาการเน่า มีรากเน่า 26-50 เปอร์เซ็นต์, 4 = ต้นกล้าโทรมลงใบซีดเหลืองเนื้อใบมีอาการเน่า มีรากเน่า 51-75 เปอร์เซ็นต์, 5 = ต้นกล้าโทรมลงใบซีดเหลืองเนื้อใบมีอาการเน่า มีรากเน่า 76-100 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.13) พบว่าแต่ละปัจจัยมีผลทำให้ดัชนีการเกิดโรคมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมีอิทธิพลร่วมระหว่าง

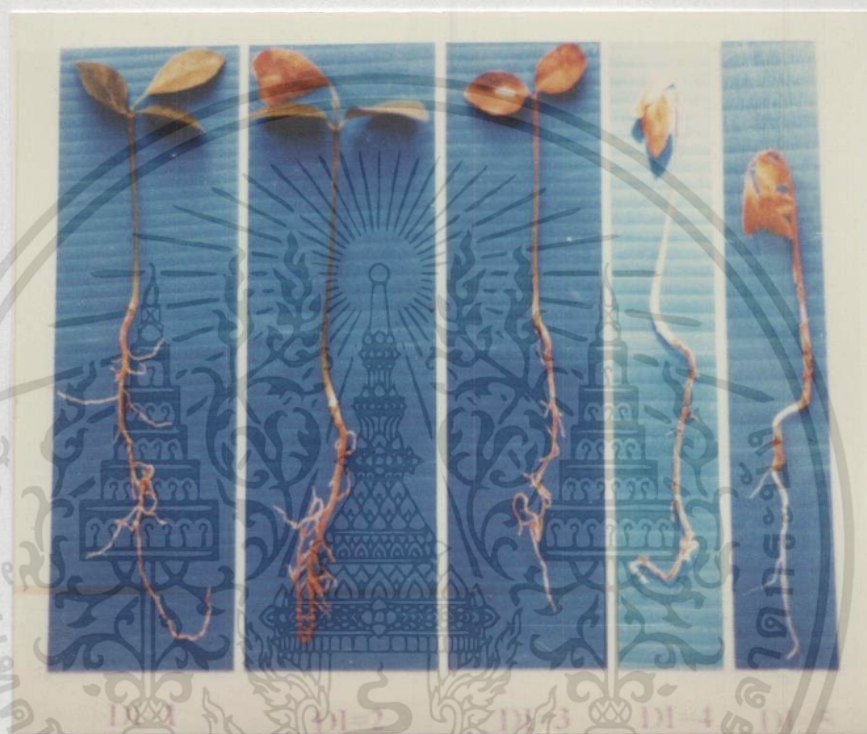
isolates กับ zoospore suspension พบว่า isolate No.3 ที่ระดับ zoospore suspension 3×10^5 มิลลิเมตร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ isolate No.5 ที่ระดับ zoospore suspension 4×10^7 มิลลิลิตร มีดัชนีการเกิดโรคสูงสุดเท่ากับ 4.8 และ 4.6 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ รองลงมา isolate No.3 ที่ระดับ zoospore suspension 4×10^7 มิลลิลิตร, isolate No.5 ที่ระดับ zoospore suspension 3×10^7 มิลลิลิตร และ isolate No.4 ที่ระดับ zoospore suspension 3×10^7 มิลลิลิตร มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 4.2, 4.2 และ 3.4 ตามลำดับ และพบว่าเชื้อรา *P. parasitica* ทุก isolates สามารถทำให้เกิดโรครากเน่าโคนเน่ากับต้นกล้าส้มโชกุนได้ทุก isolates ที่ระดับต่าง ๆ กัน ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ มีดัชนีการเกิดโรคเท่ากับ 1.0 (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.14)

ตารางที่ 4.5 แสดงดัชนีการเกิดโรค (Disease Index) โรครากเน่าโคนเน่าของต้นกล้าส้มโชกุน เชื้อสาเหตุ *Phytophthora parasitica* isolates NO.1-NO.6. ที่อายุ 30 วัน

Isolates	ปริมาณเชื้อก่อโรค ($\times 10^7$ zoospore/ml ⁻¹)				
	0	1	2	3	4
No.1	1.0 h ¹	1.4 fgh	1.4 fgh	3.0 bcd	3.2 bc
No.2	1.0 h	1.2 gh	1.4 fgh	1.8 efgh	2.2 def
No.3	1.0 h	2.0 efg	2.4 cdc	4.8 a	4.2 ab
No.4	1.0 h	1.8 efgh	2.4 cde	3.4 bc	3.2 bc
No.5	1.0 h	2.0 efg	2.6 bcde	4.2 ab	4.6 a
No.6	1.0 h	1.2 gh	1.8 efg	2.2 def	2.2 def

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 20 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปรียบเทียบ Treatment mean แบบ Duncan's Multiple Range Test ที่ P = 0.01, ดัชนีการเกิดโรค 1 = ใบส้มปกติ, 2 = ต้นกล้าโทรมลงใบซีดเหลืองเนื้อใบมีอาการเน่า มีรากเน่า 1-25 เปอร์เซ็นต์, 3 = ต้นกล้าโทรมลงใบซีดเหลืองเนื้อใบมีอาการเน่า มีรากเน่า 26-50 เปอร์เซ็นต์, 4 = ต้นกล้าโทรมลงใบซีดเหลืองเนื้อใบมีอาการเน่า มีรากเน่า 51-75 เปอร์เซ็นต์, 5 = ต้นกล้าโทรมลงใบซีดเหลืองเนื้อใบมีอาการเน่า มีรากเน่า 76-100 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.13 แสดงดัชนีการเกิดโรคของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur ต่อต้นกล้าส้มโงกุน ดัชนีการเกิดโรคมี 5 ระดับ คือ (DI=1) = ต้นสมบูรณ์ปกติ, (DI=2) = ต้นเริ่มโทรมลง ใบซีดเหลือง มีรากเน่า 1 - 25 เปอร์เซ็นต์, (DI=3) = ต้นโทรมลง มีรากเน่า 26 - 50 เปอร์เซ็นต์, (DI=4) = ต้นโทรม ใบซีดเหลือง มีรากเน่า 51-75 เปอร์เซ็นต์, (DI=5) = ต้นโทรมใบซีด มีรากเน่า 76 - 100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.14 แสดงระดับความรุนแรงของโรครากเน่าโคนเน่า เชื้อสาเหตุ *Phytophthora parasitica*

isolate No.1-No.6 ของต้นกล้าส้มโชกุนที่อายุ 30 วัน

A = อาการทางใบ B = อาการทางราก

a = No.1 b = No.2 c = No.3 d = No.4 e = No.5 f = No.6

1 = 1×10^5 zoospore/ml, 2 = 2×10^5 zoospore/ml,

3 = 3×10^5 zoospore/ml, 4 = 4×10^5 zoospore/ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 การทดสอบการเกิดโรคนใบส้มโซกุน

จากการทดสอบการเกิดโรคเชื้อรา *P. parasitica* isolates No.1, No.2, No.3, No.4, No.5 และ No.6 สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าส้มโซกุนบนใบส้มโซกุน เพื่อหาระดับความรุนแรงต่อการเกิดโรค โดยการทำให้ผลด้วยเข็มหมุดบริเวณกลางใบส้มโซกุน นำชิ้นส่วนของเชื้อราดังกล่าวปลูกเชื้อบนใบส้มโซกุนทุก isolates รวมทั้งหมด 6 isolates บ่มที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน แล้วให้ดัชนีการเกิดโรค 5 ระดับดังนี้ 1 = ใบส้มปกติ, 2 = ต้นกล้าโทรมลงใบซีดเหลืองเนื้อใบมีอาการเน่า มีรากเน่า 1-25 เปอร์เซ็นต์, 3 = ต้นกล้าโทรมลงใบซีดเหลืองเนื้อใบมีอาการเน่า มีรากเน่า 26-50 เปอร์เซ็นต์, 4 = ต้นกล้าโทรมลงใบซีดเหลืองเนื้อใบมีอาการเน่า มีรากเน่า 51-75 เปอร์เซ็นต์, 5 = ต้นกล้าโทรมลงใบซีดเหลืองเนื้อใบมีอาการเน่า มีรากเน่า 76-100 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.15) พบว่าใบส้มโซกุนมีอาการเน่าสีน้ำตาลบริเวณเนื้อใบซึ่งมีระดับที่แตกต่างกัน โดย isolate No.3 และ No.4 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแผลเน่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 5.16 และ 4.94 เซนติเมตร มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 และ 3.9 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กับการทดลองเปรียบเทียบ รองลงมา isolates No.5, No.1, No.6 และ No.2 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแผลเน่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.00, 2.30, 1.16 และ 0.87 เซนติเมตร มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 2.8, 2.5, 2.0 และ 1.9 ตามลำดับ โดยเชื้อราทำให้พืชแสดงการเกิดโรคครั้งนี้คือ isolate No.3, No.4 และ No.5 เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา isolate No.1, No.6 และ No.2 เท่ากับ 90, 70 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.16)

จากการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรค ที่ใบและต้นกล้าส้มโซกุน เพื่อคัดเลือกเชื้อรา *P. parasitica* สายพันธุ์ที่รุนแรงต่อการเกิด และมีศักยภาพของเชื้อก่อโรค (inoculum potential) ต่อการเกิดโรครากเน่าโคนเน่า มีแนวโน้มว่าเชื้อรา *P. parasitica* isolate No.3 ที่ระดับ zoospore suspension เท่ากับ 3×10^7 มิลลิเมตร มีศักยภาพสูงสุดต่อการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโซกุน และนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

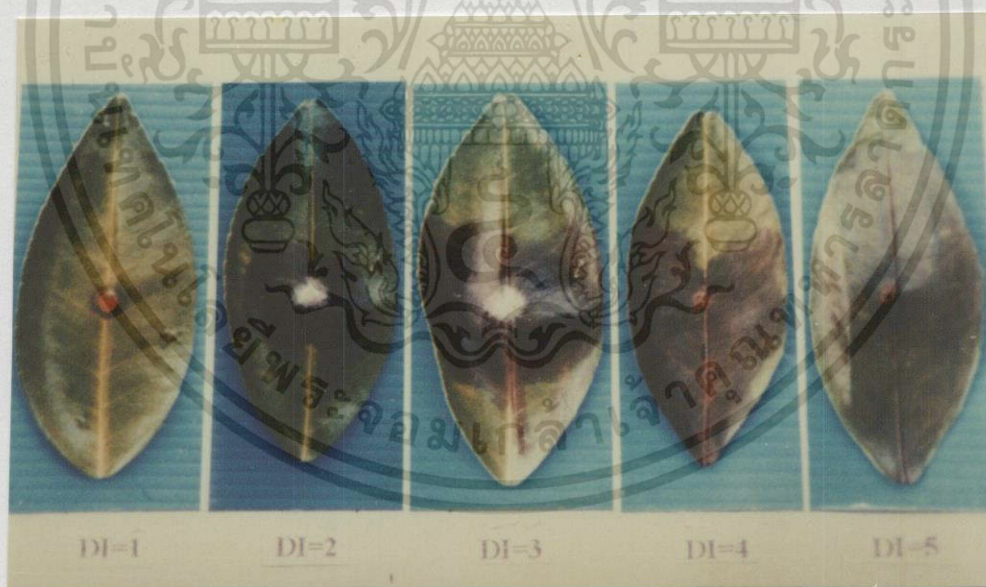
ตารางที่ 4.6 ความสามารถในการทำให้เกิดโรคบนใบส้มโชกุนของเชื้อรา *Phytophthora parasitic* isolate No.1-No. 6 ที่อายุ 10 วัน

Isolates	เส้นผ่านศูนย์กลางแผล (ซม.)	ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรค ^{1/}	การเกิดโรค (%) ^{2/}
No.1	2.30 bc ^{3/}	2.50 cd	90
No.2	0.87 d	1.9 d	50
No.3	5.16 a	4.6 a	100
No.4	4.94 a	3.9 a	100
No.5	3.00 b	2.8 c	100
No.6	1.16 cd	2.0 d	70

^{1/} ระดับความรุนแรง=ใบส้มปกติ 2=เนื้อใบมีอาการเน่า 1-25 เปอร์เซ็นต์ 3= เนื้อใบมีอาการเน่า 26-50 เปอร์เซ็นต์ 4= เนื้อใบมีอาการเน่า 51-75 เปอร์เซ็นต์ 5= เนื้อใบมีอาการเน่า 76-100 เปอร์เซ็นต์

^{2/} เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค = จำนวนใบที่ติดเชื้อ / จำนวนใบทั้งหมดที่ทดลอง X 100

^{3/} ค่าเฉลี่ยจาก 10 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ P = 0.01 โดยเปรียบเทียบ treatment mean แบบ Duncan's Multiple Range Test, CV = 43.33 %



ภาพที่ 4.15 แสดงดัชนีการเกิดโรคของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur ต่อใบส้มโชกุน (DI=1) = ใบสมบูรณ์ปกติ, (DI=2) = ใบเริ่มโทรมลง ใบซีดเหลืองมีอาการเน่า 1-25 เปอร์เซ็นต์, (DI=3) = ใบโทรมลง มีอาการเน่า 26-50 เปอร์เซ็นต์, (DI=4) = ใบซีดเหลือง มีอาการเน่า 51-75 เปอร์เซ็นต์, (DI=5) = ใบซีดเหลือง มีอาการเน่า 76-100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.16 แสดงระดับความรุนแรงของ เชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.1-No.6 หลังจากปลูกเชือบนใบส้มโงก อายุ 3 วัน

a = No.1 b = No.2 c = No.3 d = No.4 e = No.5 f = No.6

4.2.4 การทดสอบการเกิดโรกับพืชอาศัยต่างๆ (Host range) ของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.3

4.2.4.1 ทดสอบการเกิดโรบนใบพืชอาศัยตระกูลส้ม

จากการทดสอบเชื้อรา *P. parasitica* isolate No.3 ซึ่งเป็นสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโงกที่มีความรุนแรงต่อการเกิดโร โดยใช้ชิ้นส่วนของเชื้อปลูกเชื้อลงบนใบพืชอาศัยตระกูลส้มชนิดต่างๆ บ่มที่อุณหภูมิห้อง 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน พบว่า ใบส้มโงก ใบมะกรูด มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแผลเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 4.60 และ 4.60 เซนติเมตร โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองเปรียบเทียบ รองลงมาคือ ใบส้มโอ ใบมะนาวไข่ ใบส้มเขียวหวาน และใบส้มซ่า มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 3.99, 2.93, 2.86 และ 1.44 เซนติเมตร และพืชแสดงอาการเกิดโร 100, 100, 100 และ 65 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.7) โดยพืชแสดงอาการเน่าสีน้ำตาลขยายจากบริเวณปลูกเชื้อโดยมีระดับความรุนแรงดังนี้ ใบส้มโงก และใบมะกรูด มีระดับความรุนแรงโรมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และ 4.15 รองลงมาคือ ใบส้มโอ ใบมะนาวไข่ ใบส้มเขียวหวาน ใบส้มซ่า มีระดับความรุนแรงเฉลี่ยเท่ากับ 3.40, 2.55, 2.55 และ 2.1 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.17)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

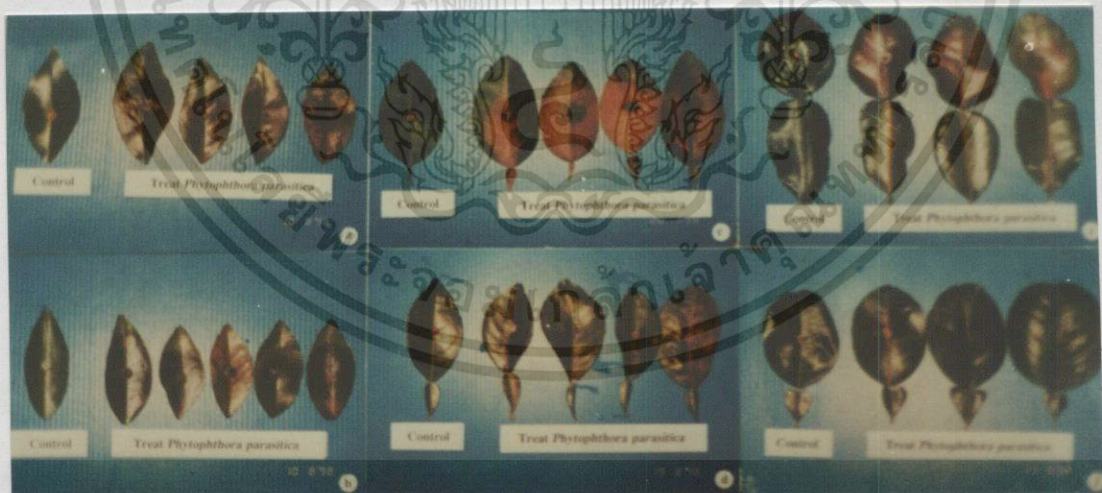
ตารางที่ 4.7 แสดงความสามารถทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.3 บนใบพืชอาศัย หลังการปลูกเชื้อที่อายุ 3 วัน

พืชอาศัย	เส้นผ่านศูนย์กลางแผล(ซม.)	ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรค ^{1/}	การเกิดโรค (%) ^{2/}
มะกรูด	4.60 a ^{3/}	4.15 a	100
ส้มโอ	3.99 a	3.40 b	100
มะนาวไข่	2.93 b	2.55 c	100
ส้มเขียวหวาน	2.86 b	2.55 c	100
ส้มโชกุน	4.60 a	4.40 a	100
ส้มซ่า	1.44 c	2.10 c	65

^{1/} ระดับความรุนแรง 1 = ใบส้มปกติ, 2 = เนื้อใบมีอาการเน่า 1-25 เปอร์เซ็นต์, 3 = เนื้อใบมีอาการเน่า 26-50 เปอร์เซ็นต์, 4 = เนื้อใบมีอาการเน่า 51-75 เปอร์เซ็นต์, 5 = เนื้อใบมีอาการเน่า 76-100 เปอร์เซ็นต์

^{2/} เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค = จำนวนใบที่ติดเชื้อ / จำนวนใบทั้งหมดที่ทดลอง X100

^{3/} ค่าเฉลี่ยจาก 20 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับ P = 0.01 โดยเปรียบเทียบ treatment mean แบบ Duncan's Multiple Range Test, CV=31.77 %



ภาพที่ 4.17 แสดงความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *Phytophthora parasitica*

isolate No.3 ของใบพืชอาศัยต่างๆ

a = ใบส้มเขียวหวาน

b = ใบส้มโชกุน

c = ใบมะนาวไข่

d = ใบส้มซ่า

e = ใบมะกรูด

f = ใบส้มโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.2 ทดสอบการเกิดโรคบนต้นกล้าพืชอาศัยตระกูลส้มในกระถางทดลอง

จากการทดสอบพืชอาศัยของเชื้อรา *P. parasitica* isolate No.3 สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุน สายพันธุ์ที่รุนแรงต่อการเกิดโรค โดยทำการปลูกเชื้อลงบริเวณโคนต้นกล้าที่ทำแผลด้วยเข็ม จำนวน 20 มิลลิลิตรต่อต้น มีปริมาณ zoospore suspension เท่ากับ 3×10^7 ต่อมิลลิลิตร ในต้นกล้าพืชอาศัยอายุ 3 เดือนในกระถางทดลองขนาด 9x11 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน พบว่าต้นกล้าแสดงอาการต้นสีน้ำตาล บริเวณรากเน่า ใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมีระดับความรุนแรงของโรคมากที่สุดในต้นกล้าส้มโชกุน โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงโรคเท่ากับ 3.90 รองลงมาคือ ต้นกล้าส้มเขียวหวาน ต้นกล้ามะกรูด ต้นกล้าส้มโอ ต้นกล้ามะนาวไข่ และต้นกล้าส้มซ่า มีระดับความรุนแรงโรคเฉลี่ยเท่ากับ 2.50, 2.40, 2.00, 1.70 และ 1.30 ตามลำดับ พืชอาศัยดังกล่าวแสดงอาการเกิดโรคเท่ากับ 100, 90, 100, 70, 65 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.18) และจากการทดลอง พบว่าเชื้อรา *P. parasitica* isolates No.3 นอกจากจะทำให้เกิดโรคกับส้มโชกุนแล้ว ยังสามารถเกิดโรคกับพืชตระกูลส้มได้อีกหลายชนิด ได้แก่ มะกรูด ส้มโอ มะนาวไข่ ส้มเขียวหวาน และส้มซ่า ตามลำดับ

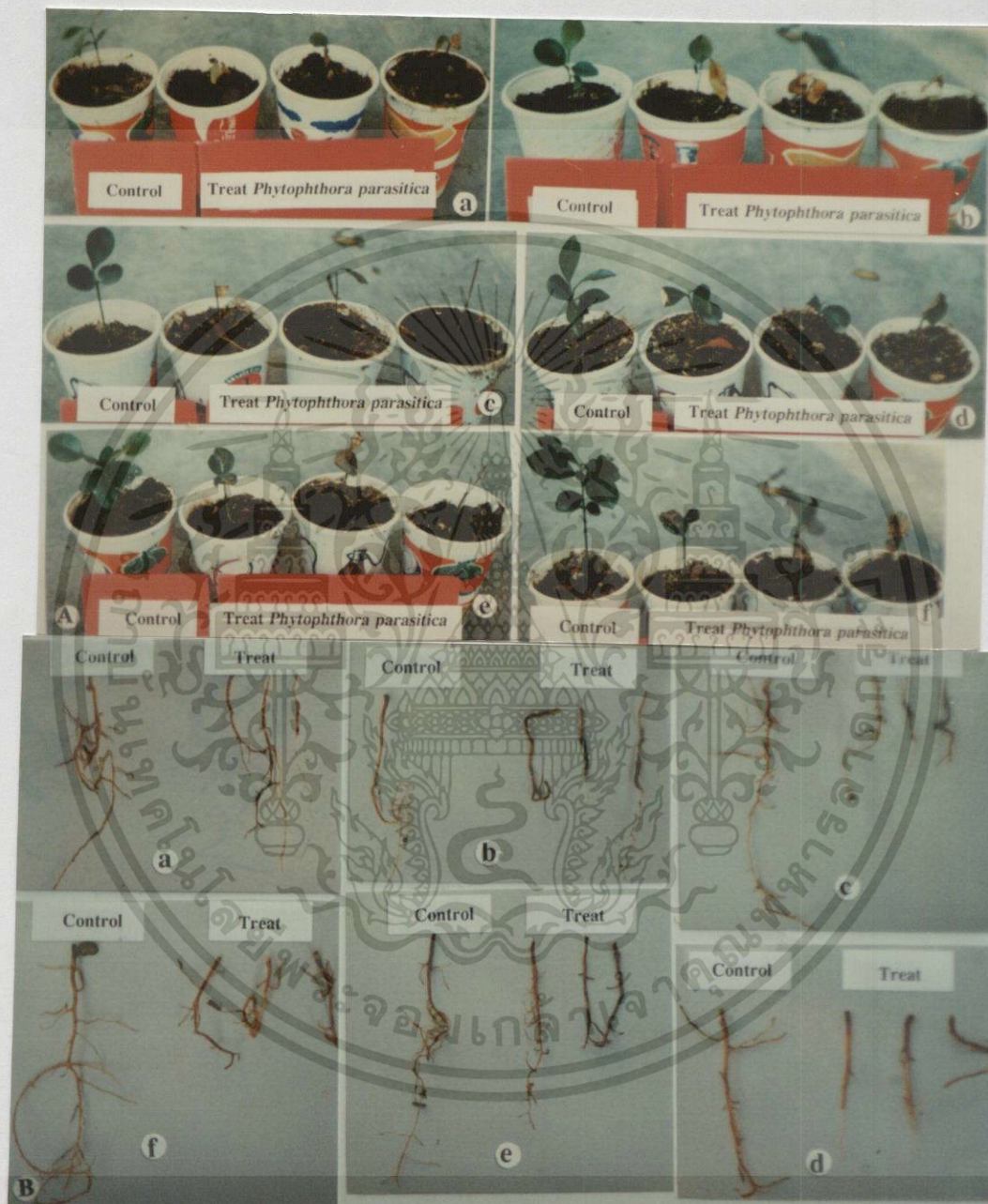
ตารางที่ 4.8 แสดงความสามารถทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.3 กับต้นกล้าพืชตระกูลส้ม ที่หลังการปลูกเชื้อ 30 วัน

พืชอาศัย	การเกิดโรค (%) ¹	ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรค
ต้นกล้ามะกรูด	100	2.40 b ²
ต้นกล้าส้มโอ	70	2.00 bc
ต้นกล้ามะนาวไข่	65	1.70 cd
ต้นกล้าส้มเขียวหวาน	90	2.50 b
ต้นกล้าส้มโชกุน	100	3.90 a
ต้นกล้าส้มซ่า	30	1.30 d

¹ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค = จำนวนใบที่ติดเชื้อ / จำนวนใบทั้งหมดที่ทดลอง X100

² ค่าเฉลี่ยจาก 20 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ที่ระดับ P = 0.01 โดยเปรียบเทียบ treatment mean แบบ Duncan's Multiple Range Test, CV = 31.77%



ภาพที่ 4.18 แสดงความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.3 ของต้นกล้าพืชอาศัยต่างๆ

A = แสดงอาการทางใบ

B = แสดงอาการทางราก

a = ต้นส้มเขียวหวาน

b = ต้นส้มโชกุน

c = ต้นมะนาวไข่

d = ต้นส้มซ่า

e = ต้นมะกรูด

f = ต้นส้มโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การศึกษากลไกของเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้าน (Microbial antagonists) ในการยับยั้ง

เชื้อรา *Phytophthora parasitica*

4.3.1 ศึกษากลไกของจุลินทรีย์ต่อต้านเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.3

บนอาหารเลี้ยงเชื้อร่วม

จากการศึกษากลไกของจุลินทรีย์ต่อต้านกับเชื้อรา *P. parasitica* isolate No.3 สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าส้ม โชกุนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ในห้องปฏิบัติการ พบว่า เชื้อรา *T. harzianum* PC01 สามารถเข้าทำลายเชื้อรา *P. parasitica* โดยเจริญขึ้นปกคลุม (competition) เชื้อรา *P. parasitica* (ภาพที่ 4.19 A) ในลักษณะที่เป็น parasite สร้างเส้นใยเข้าไปสัมผัสอยู่กับเส้นใยของเชื้อรา *P. parasitica* พันธะเป็นเกลิยว ล้อมรอบเส้นใยเชื้อรา *P. parasitica* และเจริญแทงเข้าไปในเส้นใยของเชื้อรา *P. parasitica* ต่งผลต่อของเหลวภายในเส้นใยเชื้อรา *P. parasitica* ไหลออกจากเส้นใย ทำให้เส้นใยฝิดปกติ และเมื่อการทำลายรุนแรงมากขึ้นเส้นใยจะสลายตัวไปในที่สุด (ภาพที่ 4.19 B)

เชื้อรา *T. hamatum* PC02 พบว่าสามารถเป็น parasite ยับยั้งการเจริญ และเข้าทำลายเส้นใยเชื้อรา *P. parasitica* โดยเจริญปกคลุม (competition) เชื้อรา *P. parasitica* (ภาพที่ 4.20 A) และพันธะเป็นเกลิยว เส้นใยเชื้อรา *P. parasitica* หลังจากที่เชื้อทั้งสองเจริญมาสัมผัสกันพบ lysis ของเส้นใยในเวลาต่อมา (ภาพที่ 4.20 B)

เชื้อรา *Ch. globosum* CG5 พบว่า สามารถเจริญเข้าปกคลุม (competition) (ภาพที่ 4.21 A) เชื้อรา *P. parasitica* เมื่อเจริญมาสัมผัสกันจะพันธะเป็นเกลิยวล้อมรอบเส้นใย *P. parasitica* ต่อมาเส้นใยของเชื้อรา *P. parasitica* เกิดการสลายตัวของเส้นใยผนังด้านในเซลล์ออกนอกเซลล์ (endolysis) (ภาพที่ 4.21 B)

สำหรับเชื้อรา *Ch. cupreum* CC10 พบว่าเชื้อราสามารถสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiotic) ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *P. parasitica* ทำให้เกิดบริเวณใส (clear zone) ขึ้นบนอาหาร PDA (ภาพที่ 4.22 A) และปลดปล่อยสารเข้าทำลายเส้นใย ทำให้เส้นใยเกิดการสลายตัว (lysis) จากผนังชั้นนอกเซลล์เข้าภายในเซลล์ (exolysis) มีผลต่อ sporangium ทำให้มีลักษณะบิดเบี้ยว และสลายตัวในเวลาต่อมา (ภาพที่ 4.22 B)



ภาพที่ 4.19 แสดงกลไกการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.3 โดย *Trichoderma harzianum* PC01

ภาพ A การเลี้ยงเชื้อพร้อมบนอาหาร PDA

a = เชื้อ *T. harzianum* (ขาว) และเชื้อ *P. parasitica* (เขียว) ที่อายุ 2 วัน

b = เชื้อ *T. harzianum* (ขาว) และเชื้อ *P. parasitica* (เขียว) ที่อายุ 3 วัน

c = เชื้อ *T. harzianum* (ขาว) และเชื้อ *P. parasitica* (เขียว) ที่อายุ 4 วัน

d = เชื้อ *T. harzianum* (ขาว) และ เชื้อ *P. parasitica* (เขียว) ที่อายุ 5 วัน

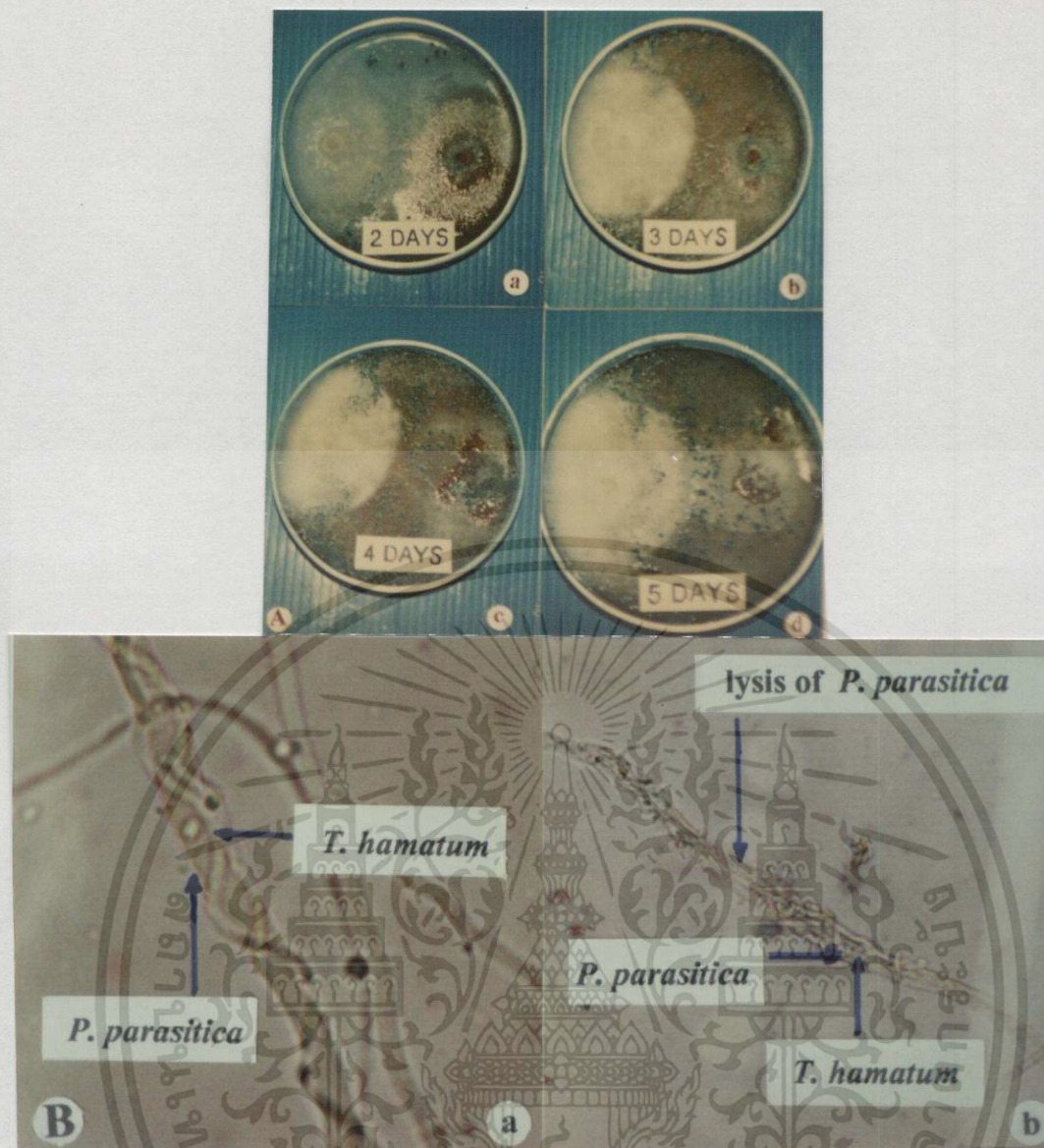
ภาพ B ลักษณะของ conidia และ chlamydospore ของเชื้อรา *T. harzianum* PC01

กำลังขยาย 400 เท่า

ภาพ C กลไกการควบคุมของเชื้อรา *T. harzianum* ที่เจริญพันรัดเส้นใยของเชื้อรา

P. parasitica กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.20 แสดงกลไกการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.3 โดย *Trichoderma hamatum* PCO2

ภาพ A การเลี้ยงเชื้อร่วมบนอาหาร PDA

a = เชื้อ *T. hamatum* (ขวา) และ เชื้อ *P. parasitica* (ซ้าย) ที่อายุ 2 วัน

b = เชื้อ *T. hamatum* (ขวา) และ เชื้อ *P. parasitica* (ซ้าย) ที่อายุ 3 วัน

c = เชื้อ *T. hamatum* (ขวา) และ เชื้อ *P. parasitica* (ซ้าย) ที่อายุ 4 วัน

d = เชื้อ *T. hamatum* (ขวา) และ เชื้อ *P. parasitica* (ซ้าย) ที่อายุ 5 วัน

ภาพ B กลไกการควบคุม

a = ลักษณะเส้นใยพันรัด (coiling) เส้นใย ต่อเชื้อรา *P. parasitica*

ที่กำลังขยาย 400 เท่า

b = ลักษณะเส้นใยเชื้อรา *P. parasitica* ถูกทำลายโดยเชื้อรา *T. hamatum*

ที่กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.21 แสดงกลไกการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.3 โดย *Chaetomium globosum* CG5

ภาพ A การเลี้ยงเชื้อร่วมบนอาหาร PDA

- a = เชื้อ *Ch. globosum* (ขวา) และ เชื้อ *P. parasitica* (ซ้าย) ที่อายุ 2 วัน
- b = เชื้อ *Ch. globosum* (ขวา) และ เชื้อ *P. parasitica* (ซ้าย) ที่อายุ 3 วัน
- c = เชื้อ *Ch. globosum* (ขวา) และ เชื้อ *P. parasitica* (ซ้าย) ที่อายุ 4 วัน
- d = เชื้อ *Ch. globosum* (ขวา) และ เชื้อ *P. parasitica* (ซ้าย) ที่อายุ 5 วัน

ภาพ B กลไกการควบคุม

- a = ลักษณะเส้นใยพันรัด (coiling) เส้นใย ต่อเชื้อรา *P. parasitica*
กำลังขยาย 400 เท่า
- b = ลักษณะเส้นใยพันรัด (coiling) เส้นใย ต่อเชื้อรา *P. parasitica*
กำลังขยาย 100 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.22 แสดงกลไกการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.3 โดย *Chaetomium cupreum* CC10

ภาพ A การเลี้ยงเชื้อร่วมบนอาหาร PDA

a = เชื้อ *Ch. cupreum* (ขวา) และ เชื้อ *P. parasitica* (ซ้าย) ที่อายุ 2 วัน

b = เชื้อ *Ch. cupreum* (ขวา) และ เชื้อ *P. parasitica* (ซ้าย) ที่อายุ 3 วัน

c = เชื้อ *Ch. cupreum* (ขวา) และ เชื้อ *P. parasitica* (ซ้าย) ที่อายุ 4 วัน

d = เชื้อ *Ch. cupreum* (ขวา) และ เชื้อ *P. parasitica* (ซ้าย) ที่อายุ 5 วัน

ภาพ B กลไกการควบคุม

a = ตั๊กขณะ sporangium เชื้อ *P. parasitica* บิดเบี้ยว กำลังขยาย 100 เท่า

b = ตั๊กขณะเส้นใย เชื้อ *P. parasitica* เสียสภาพและสลายตัว กำลังขยาย 100 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดสอบสารปฏิชีวนะ Rotiorinol, Chaetoglobosin-C และ Trichotoxin A50 ที่มีผลต่อการชักนำให้พืชเกิดภูมิคุ้มกันโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุน

จากการทดสอบพบว่าสารปฏิชีวนะ Rotiorinol ที่สกัดจาก *Ch. cupreum* CC10 สาร Chaetoglobosin-C ที่สกัดจาก *Ch. globosum* CG5 และ สาร Trichotoxin A50 ที่สกัดจาก *T. harzianum* PC01 สามารถชักนำให้พืชเกิดภูมิคุ้มกันโรคได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่ไม่ได้ใช้สารปฏิชีวนะ ซึ่งสารปฏิชีวนะ Rotiorinol ที่ระดับความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 500 ppm มีดัชนีการเกิดโรคเท่ากับ 3.40, 2.80, 2.40 และ 2.00 ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 68, 56, 48 และ 32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ (0 ppm) มีดัชนีการเกิดโรคเท่ากับ 4.4 และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 88 เปอร์เซ็นต์ สารปฏิชีวนะ Chaetoglobosin-C ที่ระดับความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 500 ppm มีดัชนีการเกิดโรคเท่ากับ 2.20, 2.40, 1.40 และ 1.00 ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 35, 38, 11 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับในการทดลองเปรียบเทียบ (0ppm) ดัชนีการเกิดโรคเท่ากับ 4.8 และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 96 เปอร์เซ็นต์ สารปฏิชีวนะ Trichotoxin-A50 ที่ระดับความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 500 ppm มีดัชนีการเกิดโรคเท่ากับ 3.00, 3.20, 2.80 และ 2.00 ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 60, 64, 56 และ 32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการทดลองเปรียบเทียบ (0 ppm) มีดัชนีการเกิดโรคเท่ากับ 4.2 และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 84 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.9, ภาพที่ 4.23) และการชักนำให้พืชเกิดภูมิคุ้มกันโรค พบว่า สารปฏิชีวนะ Rotiorinol ที่ระดับความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 500 ppm ชักนำให้พืชเกิดภูมิคุ้มกันโรคได้ 22.72, 36.36, 45.45 และ 54.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สารปฏิชีวนะ Chaetoglobosin-C ที่ระดับความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 500 ppm ชักนำให้พืชเกิดภูมิคุ้มกันโรคได้ 54.16, 50.00, 70.83 และ 79.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสารปฏิชีวนะ Trichotoxin-A50 ที่ระดับความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 500 ppm ชักนำให้พืชเกิดภูมิคุ้มกันโรคได้ 28.50, 23.50, 33.33 และ 52.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองเปรียบเทียบ (0 ppm) (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.23)

ตารางที่ 4.9 การใช้สารปฏิชีวนะ Rotiorinol , Chaetoglobosin-C และ สาร Trichotoxin A50 ในการชักนำให้ต้นกล้าส้มโชกุนเกิดภูมิคุ้มกัน โรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora parasitica* isolate No.3 ที่อายุ 30 วัน

สารปฏิชีวนะ	ดัชนีการเกิดโรค ^{1/}					การเกิดโรค(%) ^{2/}				
	ความเข้มข้นของสาร (ppm)									
	0	10	50	100	500	0	10	50	100	500
Rotiorinol	4.4a ^{3/}	3.4b	2.8bcde	2.4cde	2.0ef	88	68	56	48	32
Chaetoglobosin-C	4.8a	2.2def	2.4cde	1.4fg	1.0g	96	35	38	11	0
Trichotoxin-A50	4.2a	3.0bcd	3.2bc	2.8bcde	2.0ef	84	60	64	56	32

^{1/} ดัชนีการเกิดโรค 1 = ต้นปกติ 2 = ต้นเริ่มโทรมลง ใบซีดเหลืองยอดอ่อนเล็กลง ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด มีรากเน่า 1 - 25 เปอร์เซ็นต์ 3 = ต้นเริ่มโทรมลง ใบซีดเหลืองยอดอ่อนเล็กลง ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด มีรากเน่า 26 - 50 เปอร์เซ็นต์ 4 = ต้นเริ่มโทรมลง ใบซีดเหลืองยอดอ่อนเล็กลง ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด มีรากเน่า 51 - 75 เปอร์เซ็นต์ 5 = ต้นเริ่มโทรมลง ใบซีดเหลืองยอดอ่อนเล็กลง ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด มีรากเน่า 76-100 เปอร์เซ็นต์

^{2/} การเกิดโรคลดลง(%) = (จำนวนต้นที่เป็นโรค X ดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยในแต่ละวิธีการ) / (ดัชนีการเกิดโรคมาตรฐาน X จำนวนต้นที่ทดลองทั้งหมด) X 100

^{3/} ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan 's Multiple Range Test.

ตารางที่ 4.10 แสดงเปอร์เซ็นต์การชักนำให้เกิดภูมิคุ้มกัน โรครากเน่าโคนเน่าที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.3 โดยสารปฏิชีวนะ Rotiorinol, Chaetoglobosin-C และ Trichotoxin A50 ต่อต้นกล้าส้มโชกุนที่อายุ 30 วัน

วิธีการ	การชักนำให้เกิดภูมิคุ้มกันโรค (%) ^{1/}			
	ความเข้มข้นของสาร (ppm)			
	10	50	100	500
Rotiorinol	22.72	36.36	45.45	54.54
Chaetoglobosin-C	54.16	50.00	70.83	79.16
Trichotoxin-A50	28.50	23.80	33.33	52.38

^{1/} เปอร์เซ็นต์ภูมิคุ้มกันโรค = (ดัชนีการเกิดโรคของการทดลองเปรียบเทียบ (0ppm) - ดัชนีการเกิดโรคของแต่ละวิธีการ) / ดัชนีการเกิดโรคของการทดลองเปรียบเทียบ (0ppm) X 100



ภาพที่ 4.23 แสดงการทดสอบสารปฏิชีวนะ Rotiorinol Chaetoglobosin-C และ Trichotoxin A50 ต่อการชักนำให้เกิดภูมิคุ้มกันโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุน ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.3 ของต้นกล้าส้มโชกุน ที่อายุ 30 วัน

a = Rotiorinol b = Chaetoglobosin-C c = Trichotoxin A50

1 = ระดับความเข้มข้น 0 ppm 2 = ระดับความเข้มข้น 10 ppm 3 = ระดับความเข้มข้น 50 ppm

4 = ระดับความเข้มข้น 100 ppm 5 = ระดับความเข้มข้น 500 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดสอบชีวผลิตภัณฑ์ในการป้องกันกำจัดโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุนโดยชีววิธี แบบผสมผสาน (Bio-IPM)

4.4.1 การทดสอบศักยภาพจุลินทรีย์ต่อต้าน (Antagonists) ในการควบคุมโรครากเน่า

โคนเน่าส้ม โชกุนในสภาพเรือนทดลอง

จากการทดลองการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าส้มโชกุนสาเหตุเชื้อรา *P. parasitica* isolate No.3 ในสภาพเรือนทดลอง 5 วิธีการ คือ การควบคุมโรคโดยใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ชนิดเม็ด (*T. harzianum* PC01 และ *T. hamatum* PC02) ในอัตราส่วน 4 กรัมต่อต้น การใช้ CHAETOMIUM ชนิดเม็ด (*Ch. globosum* CG5 และ *Ch. cupreum* CC10) ในอัตราส่วน 2 กรัมต่อต้น การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA + CHAETOMIUM ในอัตราส่วน 2:1 กรัมต่อต้น การใช้สารเคมีป้องกันกำจัด metalaxyl 25% WP. อัตราส่วน 4 กรัมต่อต้น และการทดลองเปรียบเทียบ โดยทำการปลูกเชื้อ *P. parasitica* isolate No.3 ลงบนบริเวณโคนกิ่งตอนส้มโชกุนอายุ 3 เดือน ที่ทำแผลด้วยเข็มหมุดจำนวน 5 แผลต่อต้น จำนวน 20 มิลลิเมตรต่อต้น ซึ่งมีปริมาณ zoospore suspension เท่ากับ 3×10^7 ต่อมิลลิเมตร โดยทุกวิธีการมีการทำซ้ำทุก 4 เดือน ซึ่งจะมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปรับสภาพดินทุกครั้ง หลังจากการใส่ชีวผลิตภัณฑ์ 1 เดือน พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ชนิดเม็ด การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ชนิดเม็ด การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA + CHAETOMIUM การใช้สารเคมีป้องกันกำจัด metalaxyl และการทดลองเปรียบเทียบ มีดัชนีการเกิดโรคไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ มีดัชนีการเกิดโรคเท่ากับ 1.00, 1.12, 1.43, 1.06 และ 1.12 ตามลำดับ หลังจากการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ชนิดเม็ด 4 เดือน พบว่า การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA + CHAETOMIUM การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ชนิดเม็ด การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ชนิดเม็ดและการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 1.12, 1.25, 1.56 และ 1.62 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองเปรียบเทียบ ซึ่งมีดัชนีการเกิดโรคสูงสุดเฉลี่ย เท่ากับ 3.25 และหลังจากใส่ชีวผลิตภัณฑ์ 8 เดือน พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA + CHAETOMIUM การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ชนิดเม็ด และการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ชนิดเม็ด มีดัชนีการเกิดโรคไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 1.06, 1.12 และ 1.31 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการใช้สารเคมี metalaxyl ซึ่งมีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ย เท่ากับ 2.12 ขณะที่การทดลองเปรียบเทียบมีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 จากการทดลองพบว่า การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA + CHAETOMIUM สามารถลดการเกิดโรคได้ดีที่สุด 77.96 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ชนิดเม็ด การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ชนิดเม็ด สามารถลดการเกิดโรคได้ 76.71 และ 72.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ

สำหรับการตรวจวิเคราะห์ปริมาณประชากรเชื้อก่อโรค ของเชื้อรา *P. parasitica* ในแต่ละวิธีการหลังจากการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ชนิดเม็ด 1 เดือน พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ชนิดเม็ด การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ชนิดเม็ด การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA + CHAETOMIUM การใช้สารเคมี metalaxyl และการทดลองเปรียบเทียบ มีปริมาณเชื้อก่อโรค ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 2.34×10^2 , 2.20×10^2 , 2.03×10^2 , 2.09×10^2 และ 2.04×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาผ่านไป 4 เดือน พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA + CHAETOMIUM มีปริมาณเชื้อก่อโรค เท่ากับ 0.71×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ชนิดเม็ด การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ชนิดเม็ด การใช้สารเคมี metalaxyl และการทดลองเปรียบเทียบ มีปริมาณเชื้อก่อโรค เท่ากับ 1.17×10^2 , 2.22×10^2 , 2.43×10^2 และ 2.37×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม ตามลำดับ และเมื่อเวลาผ่านไป 8 เดือน การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA + CHAETOMIUM มีปริมาณเชื้อก่อโรค เท่ากับ 0.32×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม รองลงมา คือ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ชนิดเม็ด การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ชนิดเม็ด และการใช้สารเคมี metalaxyl มีปริมาณเชื้อก่อโรค เท่ากับ 0.58×10^2 , 1.18×10^2 และ 1.39×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทดลองเปรียบเทียบ ซึ่งมีปริมาณเชื้อก่อโรค เท่ากับ 2.71×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม

จากการทดลองเมื่อเวลาผ่านไป 8 เดือน พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA + CHAETOMIUM มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคลดลง เท่ากับ 77.96 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ปริมาณเชื้อก่อโรคลดลงมากที่สุดเท่ากับ 84.2 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ชนิดเม็ด มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคลดลงเท่ากับ 76.71 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณเชื้อก่อโรคลดลงเท่ากับ 75.20 เปอร์เซ็นต์ และ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ชนิดเม็ด มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคลดลงเท่ากับ 72.76 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณเชื้อก่อโรคลดลงเท่ากับ 46.30 เปอร์เซ็นต์ และวิธีการใช้สารเคมี metalaxyl มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคลดลงเท่ากับ 55.92 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณเชื้อก่อโรคลดลงเท่ากับ 33.49 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทดลองเปรียบเทียบ ซึ่งมีปริมาณเชื้อก่อโรคที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.11, 4.12 และภาพที่ 4.24)

ตารางที่ 4.11 การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ และสารเคมีป้องกันโรครากเน่าโคนเน่าส้มโชนที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica* isolate No.3 เป็นระยะเวลา 8 เดือน ในสภาพแปลงทดลอง

สิ่งทดลอง	ดัชนีการเกิดโรค ^{1/}			%การเกิดโรคลดลงโรค ^{2/}
	1 เดือน	4 เดือน	8 เดือน	
TRICHODERMA (T)	1.00 a ^{3/}	1.56 b	1.31 c	72.76
CHAETOMIUM (C)	1.12 a	1.25 bc	1.12 c	76.71
T XC	1.43 a	1.12 c	1.06 c	77.96
metalaxyl	1.06 a	1.62 b	2.12 b	55.92
Control	1.12 a	3.25 a	4.81 a	-
CV%	23.48	14.07	23.19	

^{1/} ดัชนีการเกิดโรค 1 = ต้นปกติ 2 = ต้นเริ่มโทรมลง ใบซีดเหลืองยอดอ่อนเล็กลง ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด มีรากเน่า 1 - 25 เปอร์เซ็นต์ 3 = ต้นเริ่มโทรมลง ใบซีดเหลืองยอดอ่อนเล็กลง ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด มีรากเน่า 26 - 50 เปอร์เซ็นต์ 4 = ต้นเริ่มโทรมลง ใบซีดเหลืองยอดอ่อนเล็กลง ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด มีรากเน่า 51 - 75 เปอร์เซ็นต์ 5 = ต้นเริ่มโทรมลง ใบซีดเหลืองยอดอ่อนเล็กลง ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด มีรากเน่า 76 - 100 เปอร์เซ็นต์

^{2/} การเกิดโรคลดลง(%) = (ดัชนีการเกิดโรคของการทดลองเปรียบเทียบ - ดัชนีการเกิดโรคในแต่ละวิธีการ) / ดัชนีการเกิดโรคของการทดลองเปรียบเทียบ X100

^{3/} ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test.

ตารางที่ 4.12 ปริมาณเชื้อก่อโรค *Phytophthora parasitica* isolate No.3 หลังจากใช้ชีวผลิตภัณฑ์ และสารเคมีป้องกันกำจัดโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุนในสภาพเรือนทดลอง ที่ระยะเวลา 8 เดือน

สิ่งทดลอง	ปริมาณเชื้อก่อโรค ($\times 10^2$ cfu/soil.g ⁻¹)			% ปริมาณเชื้อก่อโรคลดลง ^{2/}
	1 เดือน	4 เดือน	8 เดือน	
TRICHODERMA (T)	2.20 a ^{1/}	2.22 a	1.18 bc	46.30
CHAETOMIUM(C)	2.34 a	1.17 ab	0.58 cd	75.20
T XC	2.03 a	0.71 b	0.32 d	84.20
metalaxyl	2.09 a	2.43 a	1.39 b	33.49
Control	2.04 a	2.37 a	2.71 a	-
CV%	32.59	54.26	37.34	

^{1/} ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test.

^{2/} ปริมาณเชื้อก่อโรคลดลง(%) = (ปริมาณเชื้อก่อโรคก่อนการทดลอง - ปริมาณเชื้อก่อโรคหลังการทดลอง ในแต่ละวิธีการ) / ปริมาณเชื้อก่อโรคก่อนการทดลอง X 100



ภาพที่ 4.24 การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ของจุลินทรีย์ชนิดเม็ดในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าส้มโชกุน
เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ในสภาพเรือนทดลองระยะเวลา 8 เดือน

T1 = การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA

T2 = การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM

T3 = การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA + CHAETOMIUM

T4 = การใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา metalaxyl

T5 = การทดลองเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การทดสอบจุลินทรีย์ต่อต้าน (Microbial antagonist) ในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุนในสภาพแปลงทดลอง

จากการทดสอบศักยภาพของชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ชนิดเม็ด การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ชนิดเม็ด การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA + CHAETOMIUM ชนิดเม็ด และการใช้สารเคมี metalaxly 25% WP เปรียบเทียบกับการทดลองเปรียบเทียบ ในแปลงทดลองของเกษตรกร สวนคุณวีระศักดิ์ วิสาชะโท อำเภอบพพระ จังหวัด ตาก โดยสภาพต้นส้มโชกุนอายุ 1 ปี 2 เดือน พบการระบาดของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur. สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่ากระจายทั่วพื้นที่แปลงปลูก ทำการแบ่งพื้นที่ทดลอง แบบ RCBD จำนวน 8 ซ้ำ (25 ต้นต่อซ้ำ) มี 5 วิธีการ แต่ละวิธีการมีจำนวน 40 ต้น จากการสำรวจโรคก่อนการทดลอง พบว่าดัชนีการเกิดโรคไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในแปลงทดลองที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 2.27 ในแปลงทดลองที่จะใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 2.07 ในสภาพแปลงทดลองที่จะใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM มีดัชนีการเกิดโรคเท่ากับ 2.25 และแปลงทดลองที่จะใช้สารเคมี metalaxyl มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 2.02 ในขณะที่แปลงทดลองที่เป็นการทดลองเปรียบเทียบ มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 2.05 (ตารางที่ 4.13) หลังจากการทดลองที่ระยะเวลา 4 เดือน พบว่าในแปลงทดลองที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 1.65 สามารถลดการเกิดโรคได้ 27.31 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ รองลงมาแปลงทดลองที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 1.80 สามารถลดการเกิดโรคได้ 13.00 เปอร์เซ็นต์ แปลงทดลองที่จะใช้สารเคมี metalaxyl มีระดับการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 1.87 สามารถลดการเกิดโรคได้ 10.89 เปอร์เซ็นต์ และแปลงทดลองที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM มีดัชนีการเกิดโรคเท่ากับ 2.05 สามารถลดการเกิดโรคได้ 8.88 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลงการทดลองเปรียบเทียบ มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.10 หลังจากการทดลองที่ระยะเวลา 8 เดือน พบว่าแปลงทดลองที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 1.47 สามารถลดการเกิดโรคได้ 34.60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ รองลงมาแปลงทดลองที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 1.75 สามารถลดการเกิดโรคได้ 22.90 เปอร์เซ็นต์ แปลงทดลองที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 1.85 สามารถลดการเกิดโรคได้ 10.62 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลงทดลองที่ใช้สารเคมี metalaxyl และแปลงการทดลองเปรียบเทียบ มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.02 และ 2.10 ตามลำดับ หลังจากการทดลองที่ระยะเวลา 12 เดือน พบว่าแปลงทดลองที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 1.00 สามารถลดการเกิดโรคได้ 55.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ รองลงมา คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลงทดลองที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 1.22 สามารถลดการเกิดโรคได้ 46.25 เปอร์เซ็นต์ แปลงทดลองที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 1.30 สามารถลดการเกิดโรคได้ 37.19 เปอร์เซ็นต์ แปลงทดลองที่ใช้สารเคมี metalaxyl มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 1.77 สามารถลดการเกิดโรคได้ 12.37 เปอร์เซ็นต์ และแปลงการทดลองเปรียบเทียบ มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1.81 และเมื่อระยะเวลาผ่านไป 16 เดือน พบว่าในแปลงทดลองที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยลดลงต่ำสุด เท่ากับ 1.05 และสามารถลดการเกิดโรคได้ 53.30 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 1.22 สามารถลดการเกิดโรคได้ 41.06 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 1.30 สามารถลดการเกิดโรคได้ 42.72 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา metalaxly และการทดลองเปรียบเทียบ ซึ่งมีดัชนีการเกิดโรคเพิ่มขึ้นตามลำดับ (ตารางที่ 4.14, ภาพที่ 4.25, 4.26, 4.27)

จากการตรวจนับปริมาณส่วนขยายพันธุ์ (Propagules) ของเชื้อรา *P. parasitica* ในแปลงทดลองที่ระดับความลึกของดิน 6 นิ้ว ซึ่งปริมาณเชื้อก่อโรคในดินในแปลงทดลองก่อนการทดลอง และหลังการทดลองที่ระยะเวลา 4 เดือน พบว่าทุกวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น 8 เดือน พบว่าในการทดลองเปรียบเทียบ มีปริมาณเชื้อก่อโรคในดินสูงที่สุดเท่ากับ 1.87×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมา คือ การใช้สารเคมี metalaxyl การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM และการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA มีปริมาณเชื้อก่อโรคในดินเท่ากับ 1.68×10^2 , 1.32×10^2 , 0.75×10^2 และ 0.39×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม ตามลำดับที่ระยะเวลา 12 เดือน พบว่าในการทดลองเปรียบเทียบ มีปริมาณเชื้อก่อโรคในดินเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.65×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาการใช้สารเคมี metalaxly การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA และการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM มีปริมาณเชื้อก่อโรคในดินเฉลี่ยเท่ากับ 2.87×10^2 , 2.87×10^2 , 1.98×10^2 และ 1.82×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาผ่านไป 16 เดือน พบว่า การใช้สารเคมี metalaxly และการทดลองเปรียบเทียบ มีปริมาณเชื้อก่อโรคในดินเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.48×10^2 และ 4.33×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมา คือ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA และการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM มีปริมาณเชื้อก่อโรคในดินเฉลี่ยเท่ากับ 0.33×10^2 , 0.25×10^2 และ 0.23×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณการลดลงของเชื้อก่อโรคในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM มีปริมาณเชื้อก่อโรคในดินลดลงเท่ากับ 45.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM และการใช้สารเคมี metalaxyl มีปริมาณเชื้อก่อโรคในดินลดลงเท่ากับ 45.0, 39.1 และ 17.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.14)

สำหรับการตรวจปริมาณเชื้อก่อโรคในดินบริเวณรอบราก ที่ระดับความลึก 12 นิ้ว พบว่าปริมาณเชื้อก่อโรคในดินแปลงทดลองก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 4 เดือน พบว่าทุกวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น 8 เดือน พบว่าการใช้สารเคมี metalaxyl และการทดลองเปรียบเทียบ มีปริมาณเชื้อก่อโรคในดินเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1.17×10^2 และ 1.12×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมา คือ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM และการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA มีปริมาณเชื้อก่อโรคในดินเฉลี่ยเท่ากับ 0.47×10^2 , 0.47×10^2 และ 0.23×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม ตามลำดับ และที่ระยะเวลา 12 เดือน พบว่าการทดลองเปรียบเทียบ และการใช้สารเคมี metalaxyl มีปริมาณเชื้อก่อโรคในดินเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.39×10^2 และ 2.37×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM และการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM มีปริมาณเชื้อก่อโรคในดินเฉลี่ยเท่ากับ 1.27×10^2 , 0.96×10^2 และ 0.72×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาผ่านไปที่ระยะเวลา 16 เดือน พบว่าการทดลองเปรียบเทียบ มีปริมาณเชื้อก่อโรคในดินเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.75×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมา คือ การใช้สารเคมี metalaxyl การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA และการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM มีปริมาณเชื้อก่อโรคในดินเฉลี่ยเท่ากับ 2.49×10^2 , 0.15×10^2 , 0.13×10^2 และ 0.02×10^2 cfu ต่อดิน 1 กรัม ตามลำดับ โดยมีปริมาณเชื้อก่อโรคในดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งพบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM และการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA มีปริมาณเชื้อก่อโรคลดลงเท่ากับ 63.38 และ 63.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมา คือ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM และการใช้สารเคมี metalaxyl มีปริมาณเชื้อก่อโรคลดลงเท่ากับ 55.19 และ 2.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.15)

สำหรับผลต่อการเจริญเติบโตของต้นส้มโชกุนทั้งทางด้านความสูง และความกว้างทรงพุ่ม โดยในสภาพแปลงก่อนการทดลองในเวลา 16 เดือน พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM มีอัตราการเติบโตทางด้านความสูงเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 226.3 เซนติเมตร คิดเป็นความสูงเพิ่มขึ้น 42.20 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA การใช้สารเคมี metalaxyl และการทดลองเปรียบเทียบ มีอัตราการเติบโตทางด้านความสูงเฉลี่ย เท่ากับ 213.1, 211.2, 191.9 และ 189.6 เซนติเมตร ตามลำดับ คิดเป็นความสูงเพิ่มขึ้น 30.74, 46.59, 38.61 และ 42.72 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.16; ภาพที่ 4.25, 4.26, 4.27)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และด้านการเจริญความกว้างทรงพุ่ม พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA และการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM มีอัตราการเติบโตความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยเท่ากับ 142.2, 138.5 และ 137.0 เซนติเมตร คิดเป็นความกว้างทรงพุ่มเพิ่มขึ้น 41.13, 45.84 และ 45.40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองเปรียบเทียบ และการใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา metalaxyl ซึ่งมีอัตราการเติบโตทางด้านความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย เท่ากับ 118.2 และ 116.4 เซนติเมตร คิดเป็นความกว้างทรงพุ่มเพิ่มขึ้น 33.92 และ 31.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.17; ภาพที่ 4.25, 4.26, 4.27)

ตารางที่ 4.13 ดัชนีการเกิดโรค ในแปลงทดลองหลังจากการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA และ CHAETOMIUM ในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของส้ม โชกุนที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ในสภาพแปลงทดลอง ที่ระยะเวลา 16 เดือน

สิ่งทดลอง	ดัชนีการเกิดโรค ^{1/}					การเกิดโรคลดลง (%) ^{2/}			
	ก่อนทดลอง	4 เดือน	8 เดือน	12 เดือน	16 เดือน	4 เดือน	8 เดือน	12 เดือน	16 เดือน
TRICHODERMA (T)	2.27a ^{3/}	1.65 b	1.75bc	1.22bc	1.30 b	27.31	22.90	46.25	42.72
CHAETOMIUM (C)	2.07 a	1.80ab	1.85ab	1.30 b	1.22 b	13.00	10.62	37.19	41.06
T X C	2.25 a	2.05 a	1.47 c	1.00 c	1.05 b	8.88	34.60	55.50	53.30
metalaxyl	2.02 a	1.87ab	2.02ab	1.77 a	2.32 a	10.95	0.00	12.37	-
Control	2.05 a	2.10 a	2.10 a	1.81 a	2.57 a	-	-	-	-
CV%	16.07	12.69	12.18	13.97	23.11				

^{1/} ดัชนีการเกิดโรค 1 = ต้นปกติ 2 = ต้นเริ่มโทรมลง ใบซีดเหลืองยอดอ่อนเล็กน้อย ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด มีรากเน่า 1-25 เปอร์เซ็นต์ 3 = ต้นเริ่มโทรมลง ใบซีดเหลืองยอดอ่อนเล็กน้อย ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด มีรากเน่า 26-50 เปอร์เซ็นต์ 4 = ต้นเริ่มโทรมลง ใบซีดเหลือง ยอดอ่อนเล็กน้อย ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด มีรากเน่า 51-75 เปอร์เซ็นต์ 5 = ต้นเริ่มโทรมลง ใบซีดเหลืองยอดอ่อนเล็กน้อย ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด มีรากเน่า 76-100 เปอร์เซ็นต์

^{2/} เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคลดลง = (ดัชนีการเกิดโรคก่อนการทดลอง - ดัชนีการเกิดโรคหลังการทดลองในแต่ละวิธีการ) / ดัชนีการเกิดโรคก่อนการทดลอง x 100

^{3/} ค่าเฉลี่ยจาก 8 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น P = 0.01 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงประชากรของเชื้อก่อโรคในดินที่ระดับความลึก 6 นิ้ว หลังจากการ
ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA และ CHAETOMIUM ในการควบคุมโรครากเน่า
โคนเน่าของส้ม โชนุนที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ในสภาพแปลงทดลอง
ระยะเวลา 16 เดือน

สิ่งทดลอง	ปริมาณเชื้อก่อโรค ($\times 10^2$ cfu/soil.g ⁻¹)					เชื้อก่อโรค ^{1/} ลดลง%
	ก่อนทดลอง	4 เดือน	8 เดือน	12 เดือน	16 เดือน	
TRICHODERMA (T)	2.22 a ^{2/}	3.17 a	0.39 c	1.98 bc	0.25 b	45.00
CHAETOMIUM (C)	2.35 a	2.57 a	0.75 bc	2.87 ab	0.33 b	39.10
T X C	2.33 a	2.22 a	1.32 abc	1.82 bc	0.23 b	45.70
metalaxyl	2.35 a	2.08 a	1.68 ab	2.87 ab	3.48 a	17.86
Control	2.42 a	2.31 a	1.87 a	3.65 a	4.33 a	-
CV%	20.63	39.56	52.46	30.80	39.17	-

^{1/} เชื้อก่อโรคลดลง(%) = (ปริมาณเชื้อก่อโรคก่อนการทดลอง - ปริมาณเชื้อก่อโรคลังการทดลองในแต่ละ
วิธีการ) / ปริมาณเชื้อก่อโรคก่อนการทดลอง X 100

^{2/} ค่าเฉลี่ยจาก 8 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
ที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.01 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test.

ตารางที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงประชากรของเชื้อก่อโรคในดินที่ระดับความลึก 12 นิ้ว หลังจากการใช้
ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA และ CHAETOMIUM ในการควบคุมโรครากเน่า
โคนเน่าของส้ม โชกุนที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ในสภาพแปลงทดลอง
ระยะเวลา 16 เดือน

สิ่งทดลอง	ปริมาณเชื้อก่อโรค ($\times 10^2$ cfu/soil.g ⁻¹)					เชื้อก่อโรค ^{1/}
	ก่อนทดลอง	4 เดือน	8 เดือน	12 เดือน	16 เดือน	ลดลง %
TRICHODERMA (T)	1.18 a ^{2/}	0.50 a	0.23 c	1.27 bc	0.13 b	63.93
CHAETOMIUM (C)	1.63 a	0.93 a	0.47 bc	0.96 ab	0.15 b	55.19
T X C	1.56 a	0.60 a	0.47 abc	0.72 bc	0.02 b	63.38
metalaxyl	1.31 a	1.58 a	1.17 ab	2.37 ab	2.49 a	2.73
Control	1.43 a	1.46 a	1.12 a	32.39 a	3.75 a	-
CV%	26.11	66.89	66.22	37.46	62.09	-

^{1/} เชื้อก่อโรคลดลง (%) = (ปริมาณเชื้อก่อโรคก่อนการทดลอง - ปริมาณเชื้อก่อโรคหลังการทดลองในแต่ละวิธีการ) / ปริมาณเชื้อก่อโรคก่อนการทดลอง X 100

^{2/} ค่าเฉลี่ยจาก 8 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.01 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test.

ตารางที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นส้มโชกุน หลังจากการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ชนิดเม็ด ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ในสภาพแปลงทดลอง ระยะเวลา 16 เดือน

สิ่งทดลอง	ความสูงต้นส้ม (ซม.)					เฉลี่ย
	ก่อนทดลอง	4 เดือน	8 เดือน	12 เดือน	16 เดือน	
TRICHODERMA (T)	112.8 a ^{1/}	136.1 a	158.1 a	171.6 a	211.2 a	157.96
CHAETOMIUM (C)	117.8 a	143.1 a	160.6 a	174.3 a	213.1 a	161.78
T X C	124.0 a	142.3 a	159.6 a	177.1 a	226.3 a	165.86
metalaxyl	117.8 a	140.3 a	159.0 a	169.4 a	191.9 b	155.68
Control	108.6 a	136.2 a	152.5 a	167.5 a	189.6 b	151.69
CV%	10.25	15.84	5.97	7.89	6.92	

^{1/} ค่าเฉลี่ยจาก 8 ซ้ำค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.01 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test.

ตารางที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงความกว้างทรงพุ่มของต้นส้มโชกุนหลังจากการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ในสภาพแปลงทดลอง ระยะเวลา 16 เดือน

สิ่งทดลอง	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.)					เฉลี่ย
	ก่อนทดลอง	4 เดือน	8 เดือน	12 เดือน	16 เดือน	
TRICHODERMA (T)	75.0 a ^{1/}	93.1 a	103.2 a	112.5 a	138.5 a	119.46
CHAETOMIUM (C)	74.8 a	92.7 a	98.6 a	112.6 a	137.0 a	103.14
T X C	83.7 a	92.7 a	102.1 a	116.3 a	142.2 a	107.40
metalaxyl	79.8 a	95.6 a	100.5 a	108.1 a	116.4 ab	100.08
Control	78.1 a	90.5 a	99.0 a	112.5 a	118.2 b	99.66
CV%	10.14	6.16	7.79	7.11	8.51	

^{1/} ค่าเฉลี่ยจาก 8 ซ้ำค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.01 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test.



ภาพที่ 4.25 ต้นส้มโชกุนที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA และชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM เป็นเวลา 10 เดือน

A = ก่อนการทดลองใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA

B = หลังการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA เป็นเวลา 10 เดือน

C = ก่อนการทดลองใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM

D = หลังการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA เป็นเวลา 10 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.26 ต้นส้มโชกุนที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA+CHAETOMIUM และการใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา metalaxyl เป็นเวลา 10 เดือน

A = ก่อนการทดลองใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA +CHAETOMIUM

B = หลังการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA+CHAETOMIUM เป็นเวลา 10 เดือน

C = ก่อนการทดลองใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา metalaxyl

D = หลังการใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา metalaxyl เป็นเวลา 10 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.27 ต้นส้มโอรุ่นที่ไม่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ เป็นเวลา 10 เดือน

A = ก่อนการทดลอง

B = หลังการทดลองเป็นเวลา 10 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การจัดการโปรแกรมการควบคุมโรคและแมลงศัตรูส้มโชกุนโดยวิธีแบบผสมผสาน

จากการศึกษาโรคและแมลงศัตรูส้มโชกุน ซึ่งปัญหาดังกล่าวสามารถวินิจฉัยเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. โรคที่เกิดจากเชื้อรา *P. parasitica* สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าส้มโชกุน โดยเป็นปัญหาหลักในสภาพพื้นที่ทำการทดลอง โดยมีการระบาดมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และมีโอกาสที่จะเพิ่มขึ้น
2. แมลงศัตรูส้มโชกุน พบว่า หนอนขนอบ (Phyllocnistis citrella) มีการระบาดตลอดเวลา พบผีเสื้อหนอนแก้วส้ม (Papilio demolius), แมลงค่อมทอง (Hypameces squamosus), มวนเขียวส้ม (Rhynchocoris humeralis) และเพลี้ยอ่อน (Aphis iraecola) ระบาดสลับกัน เป็นช่วงซึ่งจากปัญหาดังกล่าวสามารถวินิจฉัยและวางโปรแกรมในการจัดการดังนี้

4.5.1 การใช้วิธีการเกษตรกรรม (Cultural Control)

4.5.1.1 จัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะแก่ส้ม ส่งผลต่อศักยภาพในการต้านทานโรค

- ปรับสภาพ pH ดินจากเดิม 5.49 ให้อยู่ในระดับ 6.5-6.8 โดยใช้ปูนขาวร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทุก 4 เดือน
- ตัดแต่งกิ่งที่อ่อนแอทิ้ง เช่น กิ่งกระโดง กิ่งน้ำค้าง และกิ่งแขนงบริเวณโคนต้น
- มีการจัดสมดุลย์ของธาตุอาหาร โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ควบคู่กับปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7
- ในช่วงส้มอายุก่อน 1 ปี และสูตร 15-15-15 ช่วงเร่งต้น และ สูตร 13-13-21 ช่วงติดผลและขยายผล ทุก 4 เดือน รวมทั้งเสริมการรดปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ทุก 1 เดือน

4.5.1.2 ทำลายและตัดวงจรชีวิตของโรคและแมลง

- ตัดหญ้าบริเวณ โคนต้นออก เพื่อลดแหล่งขยายพันธุ์ และเพิ่มจำนวนแมลงศัตรูพืช
- ตัดแต่งกิ่งที่เป็น โรคออก และต้นส้มที่ยืนต้นตายให้ขุด และเผาทิ้ง
- การให้น้ำ และระบบระบายน้ำ เป็นแบบสปริงเกอร์ ประกอบด้วยดินเป็นดินร่วน หน้าดินลึก ต้องมีการให้น้ำทุก 3 วัน จึงจะเพียงพอ ฉะนั้นในฤดูฝนควรทำร่องระบายน้ำ ป้องกันน้ำท่วมแปลง ทำให้ดินแน่นรากขาดอากาศ ระบบรากเสียได้

4.5.2 การใช้วิธีกล (Mechanical Control) เพื่อตรวจสอบประชากรแมลงศัตรูพืช และการระบาดโรค

- ใช้กับดักกาวเหนียว (Sticky trap) เช็คประชากรแมลงศัตรูพืชทุกเดือน
- ใช้กับดักแสงไฟ หรือแบตติกไลน (Light trap) เวลากลางคืนในช่วงฤดูฝน

4.5.3 การใช้สมุนไพร (Botanical Control)

- ฉีดสารสกัดสะเดา อัตรา 50 มิลลิิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 1 เดือน เพื่อฉีดไล่การเข้าทำลายเพลี้ยไฟ และหนอนขนอบ และฆ่าหนอนผีเสื้อทุกชนิด

4.5.4 การใช้ชีววิธี (Biological Control)

- ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM และชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ใต้ดิน โดยใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM 5 กรัมต่อต้น และใช้ชีวผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRICHODERMA 10 กรัมต่อต้น ในสภาวะป้องกัน ตรงกันข้าม ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM 10 กรัมต่อต้น และใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA 20 กรัมต่อต้น ในสภาวะที่รักษา โดยการฝังชีวผลิตภัณฑ์ ที่ความลึก 15 เซนติเมตร เป็นจุกครอบทรงพุ่ม ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทุก 4 เดือน

- ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ฆ่าแมลง LEPIDOPCID[®] และ AVERTROPH[®] ฉีดพ่นอัตรา 50 และ 20 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร ในช่วงสัปดาห์อบอุ่น และติดดอก เพื่อควบคุมหนอนชอนใบ และตัวอ่อนหนอนผีเสื้อทุกชนิด
- สร้างระบบนิเวศน์โดยให้เกิดแมลงศัตรูธรรมชาติ และจุลินทรีย์ต่อต้านในดิน และงดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Pesticides) ทุกชนิด

จากการจัดโปรแกรม (Bio-IPM) โดยเริ่มโปรแกรมตั้งแต่ กรกฎาคม 2541 - ธันวาคม 2542 พบว่าระยะแรกที่ปฏิบัติตามโปรแกรม พบปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืช ดังนั้นต้องใช้วิธีการป้องกันและกำจัดต่างๆผสมผสานกันไป โดยหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี และเมื่อปฏิบัติตามโปรแกรมสักระยะหนึ่งดินดีขึ้น การเจริญเติบโตของส้มไซกุนก็ดีขึ้น ทำให้ต้นแข็งแรงต้านทานโรคและแมลง และยังพบศัตรูธรรมชาติในระบบนิเวศน์ตามช่วงเวลาต่างๆ (ตารางที่ 4.18) แมงมุมกระโดด (*Sgalticid spiders*) แมงมุมเขียวยาว (*Tetragnatha spp*) ตั๊กแตนหนวดยาว (*Conocephalus longipennis*) แมงมุมตาหกเหลี่ยม (*Oxyopes javanus*) แมลงวันก้นขน (*Starmlopsis sp.*) ค้างคาวลายหยัก (*Menochilus sexmaculatus*) (ภาพที่ 4.28) มวนเพชรฆาต (*Stacannus collaris*) มวนพิฆาตสีส้ม (*Amyotia malaburiea*) และต่อหมาร่า (*Sphecium sp.*) (ภาพที่ 4.29)

ตารางที่ 4.18 แสดงชนิดแมลงศัตรูธรรมชาติและช่วงเวลาที่สำรวจพบ

ชนิดแมลง	ช่วงเวลาที่พบแมลงศัตรูธรรมชาติ											
	มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.
มวนเพชรฆาต							+	+		+	+	+
มวนพิฆาตสีส้ม							+			+	+	
ค้างคาวลายหยัก	+	+	+	+	+	+						
ต่อหมาร่า					+	+	+	+				
แมงมุมกระโดด	+	+	+	+								
แมงมุมเขียวยาว		+	+	+	+							+
ตั๊กแตนหนวดยาว	+	+	+									+
แมลงวันก้นขน				+	+	+						



ภาพที่ 4.28 แสดงชนิดแมลงศัตรูธรรมชาติของส้ม โชกุน

a = ตั๊กแตนหนวดยาว (*Conocephalus longipennis*)

b = แมงมุมเขียวยาว (*Tetragnatha* spp.)

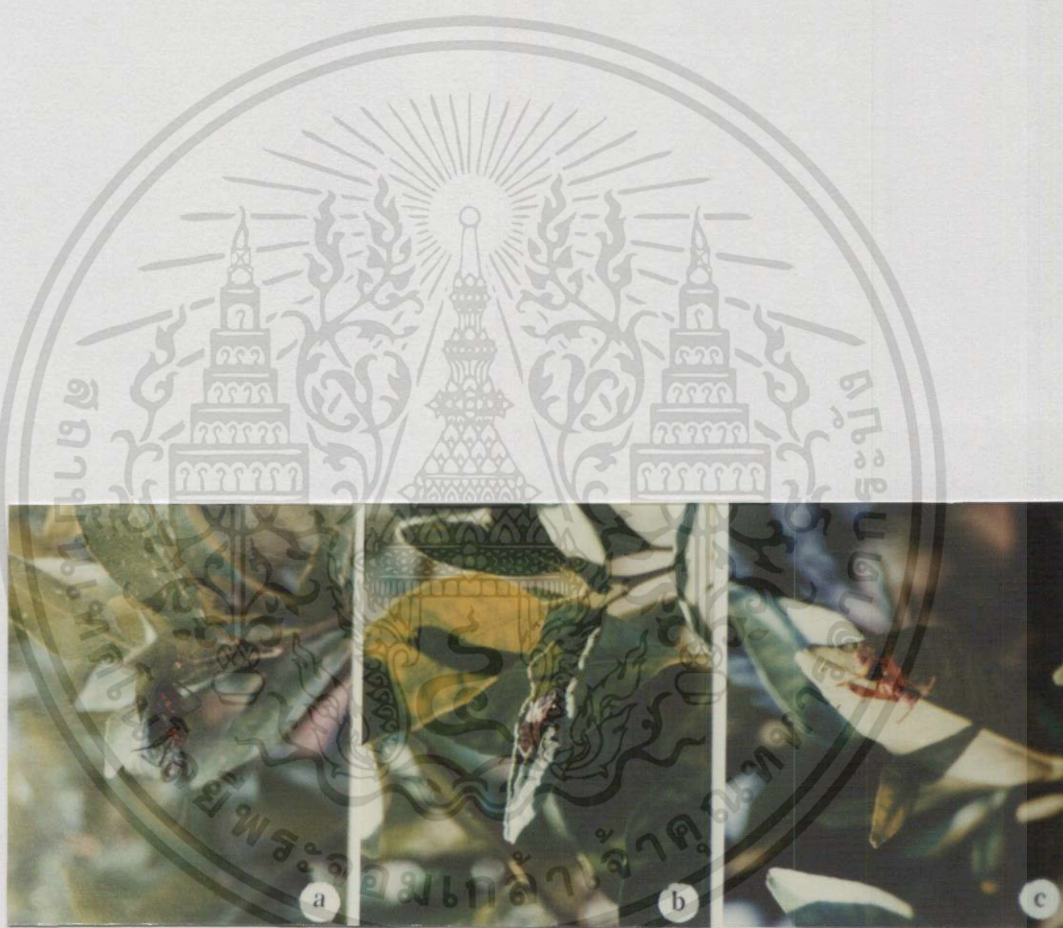
c = แมงมุมกระโดด (*Sgalticid spiders*)

d = แมงมุมตาหกเหลี่ยม (*Oxyopes javanus*)

e = แมลงวันก้นขน (*Starmlopsis* sp.)

f = ค้างค่อมลายหก (*Menochilus sexmaculatus*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.29 แสดงชนิดแมลงศัตรูธรรมชาติของส้ม โขน

a = มวนเพชรฆาต (*Stacannus collaris*)

b = มวนพิฆาตสีส้ม (*Amyotia malaburiea*)

c = ต่อหมาล่า (*Sphecium* sp.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาและสำรวจลักษณะอาการโรครากเน่าโคนเน่าสวนส้มโชกุน ที่อำเภอ พบพระ จังหวัดตาก พบว่าระดับการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าเฉลี่ย 2.13 คือลักษณะต้นส้มโทรม ใบชืด ยอดอ่อนใบเล็กลงและลาย ที่ทรงพุ่มมีกิ่งแห้งตายจากยอด หรือมีรากเน่า 1-25 เปอร์เซ็นต์ซึ่งอยู่ในระดับที่มีความเสียหายทางเศรษฐกิจ จากการแยกเชื้อราสาเหตุโรคจากดินต้นที่เป็นโรค พบว่าเชื้อราสาเหตุโรคที่สำคัญ คือเชื้อรา *P. parasitica* สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุน สามารถแยกเชื้อรา *P. parasitica* ได้ 6 isolates โดยศึกษาลักษณะการเจริญเติบโต รูปร่างขนาด chlamydospore, oospore และ sporangia โดยลักษณะ sporangia มีอัตราส่วนความยาวและความกว้าง เฉลี่ย 1:1.3 ซึ่งตรงกับรายงานของ อุบล และคณะ (2528) พบว่าเชื้อรา *P. parasitica* สามารถทำให้เกิดโรครากเน่าโคนเน่า ในพริกไทย และมะเขือเทศ จะมี sporangia เฉลี่ย 38-45x32-38 ไมครอน โดยมีอัตราความยาวและความกว้าง เท่ากับ 1.1:1.3 และ Waterhouse (1963) รายงานว่า เชื้อรา *P. parasitica* มีอัตราส่วนระหว่างความยาว และความกว้างของ sporangia เท่ากับ 1.00:1.27 ซึ่งสอดคล้องกับ Klotz (1943) เชื้อรา *P. parasitica* เป็นเชื้อราสาเหตุที่ทำให้ความเสียหายให้แก่ส้มในทั่วโลก Vock (1976) โดยจะเข้าทำลายทางราก โคนดิน ใบ ยอด และผลของส้ม ซึ่งลักษณะการเข้าทำลายจะมีอุณหภูมิเป็นตัวกำหนด โดยเชื้อรา *P. parasitica* เพร่ระบาดได้ดีที่อุณหภูมิ 28-33 องศาเซลเซียส พบทำลายรุนแรงที่ชายฝั่งประเทศควีนแลนด์ และอินโดนีเซีย (Nurhadi and Wittle, 1988) นอกจากนี้ สุพัตรา (2529) รายงานว่าเชื้อราสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุนที่ปลูกในจังหวัดยะลา เชียงใหม่ และตาก เกิดจากเชื้อราสาเหตุ *P. parasitica* และจากการทดลองปรากฏว่าการใช้เทคนิคทางเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส ในการจัดจำแนกเชื้อรา *P. parasitica* จำนวน 6 isolates โดยอาศัยการเคลื่อนที่ของโปรตีนในสนามไฟฟ้าจากขั้วลบไปสู่ขั้วบวกผ่านตัวกลาง คือ polyacrylamide gel ซึ่งพบว่าโปรตีนขนาดใหญ่ น้ำหนักโมเลกุลมากจะเคลื่อนที่ผ่านรูพรุนของเจลได้ช้ากว่าโปรตีนขนาดเล็กที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อย จึงปรากฏอยู่ส่วนบนของแผ่นเจล ส่วนโปรตีนขนาดเล็กจะปรากฏอยู่ส่วนกลางของเจล แต่ถ้าโปรตีนมีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากัน จะปรากฏแถบโปรตีนในตำแหน่งเดียวกัน (อาภัสรา 2537; วาสนา 2539) จากการทดลองปรากฏว่า เชื้อรา *P. parasitica* จำนวน 6 isolates พบการสร้างแถบโปรตีน 8 แถบ มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 10-81 kDa ซึ่งสอดคล้องกับ Sejalon *et al.* (1997) รายงานว่าการแยกเชื้อรา *P. parasitica* สาเหตุโรคต้นเน่ายาสูบโดยวิธี SDS-PAGE พบการสร้างแถบโปรตีนมากที่สุดซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลในช่วง 34 kDa และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเชื้อรา *P. parasitica* ด้วยวิธี cluster analysis สามารถจัดกลุ่มเชื้อราออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือกลุ่มที่ 1 มี 5 isolates ได้แก่ NO.1, NO.2, NO.4, NO.5 และ NO.6 กลุ่มที่ 2 มี 1 isolates ได้แก่ NO.3

จากการทดสอบความสามารถในการเกิดโรค พบว่าเชื้อรา *P. parasitica* isolate No.3 ที่ระดับ 3×10^5 zoospore ต่อมิลลิลิตร มีศักยภาพในการก่อโรคสูงสุด และนอกจากนั้นยังสามารถเข้าทำลายพืชตระกูลส้มชนิดต่างๆ เช่น ส้มโอ ส้มเขียวหวาน มะกรูด มะนาวไข่ และส้มซ่า ซึ่งสอดคล้องกับ Kueprakone *et al.* (1990) รายงานว่าเชื้อรา *P. parasitica* สามารถเข้าทำลายพืชตระกูลส้มได้หลายชนิด เช่น ส้มเขียวหวาน ส้มจุก ส้มตรา มะกรูด และมะนาว สุพัศตรา (2529) รายงานว่าเชื้อรา *P. parasitica* สามารถทำลาย ส้มเขียวหวาน ส้มจุก ส้มตรา ส้มซ่า ส้มซีแกน ส้มแก้ว มะนาวไข่ มะกรูด มะนาวตาฮิติ และส้มโชกุน

จากการศึกษากลไกของจุลินทรีย์ต่อต้าน เชื้อรา *T. harzianum* PC01 เชื้อรา *T. hamatum* PC02 เชื้อรา *Ch. globosum* CC5 และเชื้อรา *Ch. cupreum* CC10 ต่อเชื้อรา *P. parasitica* สาเหตุโรคราเนาโคนเน่าของส้มโชกุน พบว่าเชื้อรา *T. harzianum* PC01 และ เชื้อรา *T. hamatum* PC02 สร้างเส้นใยเจริญปกคลุม พันธุ์ และแทงเข้าไปในเส้นใยของเชื้อรา *P. parasitica* ทำให้เส้นใยแตกหักและสลายตัว ซึ่งสอดคล้องกับการทดลอง แสงมณี และคณะ (2540) รายงานว่าจากการศึกษากลไกในการเป็นปฏิปักษ์ของเชื้อรา *T. harzianum* ต่อเชื้อรา *P. parasitica* สาเหตุโรคราเนาโคนเน่าของพริกไทย พบว่าเชื้อรา *T. harzianum* สร้างเส้นใยพันธุ์ แทงเจาะเข้าไปแย่งอาหารภายใน ทำให้เส้นใยถูกย่อยสลาย และสามารถยับยั้งการสร้าง sporangium และ chlamydo-spore ของเชื้อรา *P. parasitica* และสนชัย (2540) พบว่าเชื้อรา *T. harzianum* และ *T. hamatum* สามารถสร้างเส้นใยพันธุ์เส้นใยเชื้อรา *P. palmivora* MF3 ทำให้เส้นใยแตกหักเป็นท่อน นอกจากนี้ Dennis และ Webster (1971) พบว่าเชื้อรา *T. harzianum* สร้างสาร β (1-3 glucanase) และ Chitinase ออกมาย่อยสลายผนังเซลล์ และ Erwin *et al.* (1983) รายงานว่าเชื้อรา *Trichoderma viride* สามารถผลิตสารประกอบมีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. parasitica* โดยมีผลต่อปฏิกริยา vocation ของสารประกอบในเซลล์ และจะเกิดการสลายตัวที่บริเวณปลายเส้นใยของเชื้อรา ทำให้เชื้อราเสื่อมสภาพลง จากการทดลองพบว่าเชื้อรา *Ch. globosum* CG5 สามารถสร้างเส้นใยปกคลุมและพันธุ์เชื้อราสาเหตุ และเชื้อรา *Ch. cupreum* CC10 สามารถสร้างสารปฏิชีวนะย่อยสลายเส้นใยของเชื้อรา *P. parasitica* ทำให้เส้นใยเกิดการสลายตัว ซึ่งสมเดช และ เกษม (2538) พบว่า *Ch. globosum* สามารถสร้างสารปฏิชีวนะ Chaetoglobosin-C และ *Ch. cupreum* สามารถสร้างสารปฏิชีวนะ Rotiorinol (ข้อมูลวิจัยส่วนตัว) และสอดคล้องกับการทดลอง Heller และ Theiler (1994) พบว่าเชื้อรา *Ch. globosum* มีลักษณะการเป็น antagonist และ mycoparasite ต่อเชื้อรา *P. cinnamoni*, *P. fragariae*, *P. fragariae*, *P. cactorum* และ *P. parasitica* โดยสามารถเจริญปกคลุมและทำลายเซลล์เชื้อให้แตก และทำให้เส้นใยเสื่อม นอกจากนี้ Amemiya *et al.* (1994) รายงานว่าเชื้อรา *Ch. globosum* สามารถสร้างสารปฏิชีวนะ Chaetoglobosin-A สามารถยับยั้งสปอร์ของเชื้อรา *Verticillium dahliae* สมเดช และคณะ (2538) พบว่าเชื้อรา *Ch. cupreum* สามารถสร้างสารปฏิชีวนะ Chaetocuprin โดยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตเชื้อราสาเหตุได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบสารปฏิชีวนะ Chaetoglobosin-C สกัดจากเชื้อรา *Ch. globosum* CG5, Rotiorinol สกัดจากเชื้อรา *Ch. cupreum* CC10 และ Trichotoxin A50 สกัดจากเชื้อรา *T. harzianum* PC01 ต่อการชักนำให้เกิดภูมิคุ้มกันโรครากเน่าโคนเน่า พบว่า Chaetoglobosin-C ที่ความเข้มข้น 500 ppm สามารถชักนำให้ส้ม โชคนุ่นต้านทานต่อเชื้อรา *P. parasitica* isolate NO.3 ได้สูงสุดโดยไม่แสดงอาการโรค ซึ่งสอดคล้องกับ Vidhyasekaran (1988) รายงานว่าเมื่อพืชถูกรบกวนจากเชื้อโรคเข้าทำลาย พืชจะกระตุ้นตัวเองให้สร้าง phytoalexin เพื่อป้องกันตัวเองและมีผลต่อเชื้อโรคโดยตรง เช่น polyphenol oxidase จะ oxidise สารประกอบฟีนอลเชิงซ้อนให้อยู่ในรูปของ ควิโนน และ Yano *et al.* (1999) รายงานว่า Xylanase จากเชื้อรา *T. viride* สามารถชักนำให้เกิด oxidative burst และเกิด hypersensitive กับใบยาสูบซึ่งทำให้ต้นยาสูบผลิตสาร Diphenylene iodonium และ N-acetyl-L-cysteine มีผลต่อการเกิดภูมิคุ้มกันโรคใบไหม้ของยาสูบ และพบว่า Bjorkman *et al.* (1998) เมื่อแช่เมล็ดข้าวโพดหวานใน NaOCl 0.05 เปอร์เซ็นต์ จะเกิด oxidative burst และเชื้อรา *T. harzianum* strain 1295-22 ช่วยเพิ่มศักยภาพให้รากไม่เป็นโรครากเน่าของข้าวโพดหวาน สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Sclerotium* sp. และสามารถเสริมการเจริญเติบโตได้ดี และมีรายงาน Calderon *et al.* (1994) จากการกระตุ้นให้อองุ่นสร้างภูมิคุ้มกันโดยใช้ elicitor จากเชื้อรา *T. viride* มีผลต่อการเชื้อรา *Botrytis cineria* ในรูปของ 3,5,4-trihydroxy-stilbene ชักนำให้เกิด oxidative burst และสร้าง polyphenol oxidase L-minose และ Vinokorova (1991) รายงานว่า สาร Trichodermin ได้จากเชื้อรา *Trichoderma viride*. สามารถควบคุมโรครากเน่าของมะเขือเทศ และสตอเบอรี่ เชื้อสาเหตุ *F. oxysporum* และ *F. culmorum* จากการทดสอบการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชคนุ่น ในสภาพเรือนทดลอง ภายในระยะเวลา 8 เดือน พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA+CHAETOMIUM ลดการเกิดโรค 77.96 เปอร์เซ็นต์ ลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ 84.20 เปอร์เซ็นต์ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ชนิดเม็ด ลดการเกิดโรค 76.71 เปอร์เซ็นต์ ลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ 75.20 เปอร์เซ็นต์ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ชนิดเม็ด ลดการเกิดโรค 72.76 เปอร์เซ็นต์ ลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ 46.30 เปอร์เซ็นต์ การใช้สารเคมี metalaxyl ชนิดเม็ด ลดการเกิดโรค 55.92 เปอร์เซ็นต์ ลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ 33.40 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การทดลองเปรียบเทียบมีดัชนีการเกิดโรค และปริมาณเชื้อก่อโรคเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ สนชัย (2540) รายงานว่า การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ ในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียนพันธุ์ชะนี เชื้อสาเหตุ *P. plamivora* ในสภาพเรือนทดลอง พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA สามารถลดการเกิดโรค 85.79 เปอร์เซ็นต์ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ลดการเกิดโรคได้ 85.00 เปอร์เซ็นต์ และพินิต (2541) รายงานว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ ในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของพริกไทยพันธุ์มาเลเซีย สาเหตุเชื้อ *P. plamivora* ในสภาพเรือนทดลอง พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ชนิดเม็ด ลดการเกิดโรคได้ 64.58 เปอร์เซ็นต์ ลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ 54.40 เปอร์เซ็นต์ ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ชนิดเม็ด ลดการเกิดโรคได้ 58.33 เปอร์เซ็นต์ ลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ 52.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะมิใช่โดยทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA+ CHAETOMIUM ชนิดเม็ด ลดการเกิดโรคได้ 56.25 เปอร์เซ็นต์ และลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ 48.80 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อรา *Ch. globosum* สายพันธุ์ที่มีการสร้างสาร BHT และ Chaetomin สามารถยับยั้งการเจริญเชื้อรา *Pythium ultimum* สาเหตุโรค damping-off ของ sugar beet (Di Pietro *et al.* 1992) และ Kohl *et al.* (1995) รายงานว่า เชื้อรา *Ch. globosum* สามารถจำกัดการเจริญเติบโต และยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *B. cinerae* สาเหตุโรคเน่าของ lily ได้

จากการทดสอบการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าส้มโชกุน ในสภาพแปลงทดลองภายในระยะเวลา 16 เดือน พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA+ CHAETOMIUM ในอัตรา 5:2.5 กรัมต่อดิน ลดการเกิดโรคได้ 53.30 เปอร์เซ็นต์ ลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ที่ระดับ 6 และ 12 นิ้ว เท่ากับ 45.70 และ 63.38 เปอร์เซ็นต์ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ในอัตรา 10 กรัมต่อดิน ลดการเกิดโรคได้ 42.72 เปอร์เซ็นต์ ลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ที่ระดับ 6 และ 12 นิ้ว เท่ากับ 45.00 และ 63.93 เปอร์เซ็นต์ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ในอัตรา 5 กรัมต่อดิน ลดการเกิดโรคได้ 41.00 เปอร์เซ็นต์ ลดปริมาณเชื้อก่อโรคได้ที่ระดับ 6 และ 12 นิ้ว เท่ากับ 39.01 และ 55.19 เปอร์เซ็นต์ โดยการใช้สารเคมี metalaxyl และการทดลองเปรียบเทียบ มีระดับการเกิดโรคเพิ่มขึ้น และปริมาณเชื้อก่อโรคเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Usuwon *et al.* (1999) รายงานว่า การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของส้มเขียวหวาน เชื้อสาเหตุ *P. parasitica* พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ลดการเกิดโรคได้ 47.25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA+CHAETOMIUM และการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA สามารถลดการเกิดโรคได้ 44.66 และ 45.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณเชื้อก่อโรคเชื้อรา *P. parasitica* ที่ระดับความลึก 6 และ 12 นิ้ว มีปริมาณลดลง แต่ในการทดลองเปรียบเทียบ มีปริมาณเชื้อดังกกล่าวเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Soyong and Soyong (1997) พบว่า การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ชนิดเม็ด อัตรา 40 กรัมต่อดิน สามารถควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าทุเรียน เชื้อสาเหตุ *P. plamivora* โดยลดการเกิดโรคได้ 88.2 เปอร์เซ็นต์ Sodsa-art and Soyong (1999) พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA+ CHAETOMIUM ในอัตรา 20 กรัมต่อดิน ลดการเกิดโรคได้ 87.99 เปอร์เซ็นต์ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ในอัตรา 20 กรัมต่อดินลดการเกิดโรคได้ 84.77 เปอร์เซ็นต์ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ในอัตรา 20 กรัมต่อดิน ลดการเกิดโรคได้ 68.36 เปอร์เซ็นต์ และการใช้สารเคมี metalaxyl ลดการเกิดโรค 69.54 เปอร์เซ็นต์

จากการทดลองปรากฏว่าวิธีที่ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA และ CHAETOMIUM มีผลต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโต ด้านความสูง และความกว้างทรงพุ่ม ดังนั้นการใช้ชีวผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 16 เดือน โดยเฉพาะการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA+ CHAETOMIUM มีผลให้ความสูงและความกว้างทรงพุ่มสูงสุด เท่ากับ 226.3 และ 142.0 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM เท่ากับ 213.1 และ 137.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนติเมตร ตามลำดับ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA เท่ากับ 211.2 และ 138.5 เซนติเมตร ตามลำดับ การใช้สารเคมี metalaxyl เท่ากับ 191.9 และ 118.2 เซนติเมตร ตามลำดับ และการทดลองเปรียบเทียบ เท่ากับ 189.0 และ 116.4 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งเคยมีรายงานในทำนองเดียวกันกับ Bourbos *et al.* (1997) การใช้เชื้อรา *T. harzianum* และ *T. konigii* สามารถส่งเสริมการเจริญของมะเขือเทศ ด้านความสูง ความยาวราก และปริมาณผลผลิต. นอกจากนี้ Sodsa-art และ Soyong (1999) การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ภายในระยะเวลา 12 เดือน พบว่าพริกไทยมีอัตราการเจริญสูงสุด เท่ากับ 208 เซนติเมตร รองลงมาวิธีการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA สารเคมี metalaxyl และการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ ร่วม TRICHODERMA+ CHAETOMIUM มีความสูงเท่ากับ 200, 177 และ 172 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ มีความสูงเท่ากับ 81 เซนติเมตร

จากการสำรวจแมลงศัตรูส้มโชกุน พบศัตรูมี 5 ชนิด คือ ผีเสื้อหนอนขนอบ (Phyllocnistis citrella) ผีเสื้อหนอนแก้วส้ม (Papilio demolius) แมลงค่อมทอง (Hypameces squamosus) และเพลี้ยอ่อน (Aphis iraeicola) สอดคล้องกับ เปรมปรี (2538) พบว่าแมลงศัตรูสำคัญส้มโชกุน คือ หนอนขนอบ หนอนแก้วส้ม หนอนม้วนใบ หนอนแปะใบ เพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง เพลี้ยจักจั่น และแมลงค่อมทอง โดยแมลงจะเข้าทำลายพืชทุกระยะการเจริญเติบโต โดยระบาดมากในช่วงที่ระบบนิเวศน์เสีย หลังจากการทดลองเป็นเวลา 16 เดือนพบแมลงศัตรูธรรมชาติ ได้แก่ ตั๊กแตนหนวดยาว (Conocephalus longipennis) มวนเพชรฆาต (Stacannus collaris) มวนพิฆาตสีส้ม (Amyotia malaburica) แมลงวันก้นขน (Starmlopsis sp.) แมงมุมกระโดด (Sgalticid spiders) แมงมุมเขียวยาว (Tetragnatha spp.) ตัวง่าลายหยัก (Menochilus sexmaculatus) และต่อหมาล่า (Sphecium sp.) โดยสภาพธรรมชาติเริ่มมีบทบาทในการจัดการตัวเอง ซึ่งพบมวนพิฆาต และมวนเพชรฆาต สามารถเป็นตัวทำลายผีเสื้อหนอนแก้วส้มระยะตัวหนอน ต่อหมาล่าเป็นตัวทำลายผีเสื้อหนอนแก้วส้มระยะตัวหนอน และพบดวงเต่าลายหยักเป็นตัวทำลายเพลี้ยอ่อน ซึ่งสอดคล้องกับ บรรพต (2525) รายงานว่า ตัวง่าลายหยักสามารถควบคุมเพลี้ยแป้ง และเพลี้ยอ่อนส้ม นอกจากนี้ อำไพวรรณ และคณะ (2527) พบว่ามวนพิฆาตสามารถควบคุมหนอนผีเสื้อชนิดต่างๆ และแมลงวันขายาว เป็นตัวทำลายกินไรแดง และไรสนิมส้ม

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

โรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุนเกิดจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur จากการศึกษาความแตกต่างระหว่าง isolates โดยศึกษาทางสัณฐานวิทยา และเทคนิคทางชีววิทยาระดับโมเลกุล SDS-PAGE (Polyacrylamide gel electrophoresis) เปรียบเทียบความแตกต่างระดับ isolates พบว่ามีความแตกต่างกัน เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม A ได้แก่ Isolate No.1, No.2, No.4, No.5 และ No.6 กลุ่ม B ได้แก่ Isolate NO.3 และเมื่อนำมาทดสอบความสามารถในการเกิดโรค (Pathogenicity) และศักยภาพของเชื้อก่อโรค พบว่า Isolate No.3 ที่ระดับ zoospore suspension 3×10^7 มิลลิกรัม มีความรุนแรงต่อการเกิดโรคกับส้มโชกุนสูงสุด นอกจากนี้ยัง พบว่าเชื้อรา *P. parasitica* isolate NO.3 สามารถทำให้พืชต่างๆ เกิดโรค เช่น ส้มเขียวหวาน ส้มซ่า มะนาว ไข่ มะกรูด และ ส้มโอ

การศึกษากลไกการควบคุมโรคโดยชีววิธีของจุลินทรีย์ต่อต้าน *T. harzianum* PC01, *T. hamatum* PC02, *Ch. globosum* CG5 และ *Ch. cupreum* CC10 มีผลต่อเชื้อรา *P. parasitica* isolate No.3 พบว่า *T. harzianum* PC01, *T. hamatum* PC02 สร้างเส้นใยเข้าเจริญปกคลุม (Competition) พันรัด (Coiling) และแทงเข้าไปในเส้นใยของเชื้อ *P. parasitica* ทำให้โปรโตพลาสไหลออกจากเส้นใย เกิดเป็นช่องว่างภายในเส้นใยและมีลักษณะเส้นใยแตกหัก ถ้ามีอาหารรุนแรงมากเส้นใยจะสลาย (lysis) และสำหรับ *Ch. globosum* CG5 สร้างเส้นใยเจริญปกคลุม (Competition) พันรัด (Coiling) และ *Ch. cupreum* CC10 สร้างสารปฏิชีวนะย่อยสลายเส้นใยของเชื้อ *P. parasitica* ทำให้เส้นใยเกิดการสลายตัว (lysis)

การทดสอบสารปฏิชีวนะ Rotiorinol สกัดจากเชื้อรา *Ch. globosum* CG5, Chaetoglobosin-C สกัดจากเชื้อรา *Ch. cupreum* CC10 และ Trichotoxin A50 สกัดจากเชื้อรา *T. harzianum* PC01 มีต่อการชักนำให้เกิดภูมิคุ้มกันโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุนที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *P. parasitica* isolate NO.3 พบว่า Rotiorinol ที่ระดับความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 500 ppm สามารถชักนำให้พืชเกิดภูมิคุ้มกันโรคได้ 22.72, 36.36, 45.45 และ 54.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Chaetoglobosin-C ที่ระดับความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 500 ppm สามารถชักนำให้พืชเกิดภูมิคุ้มกันโรคได้ 54.16, 50.00, 70.83 และ 79.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Trichotoxin-A50 ที่ระดับความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 500 ppm สามารถชักนำให้พืชเกิดภูมิคุ้มกันโรคได้ 28.50, 23.80, 33.30 และ 52.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การทดสอบในสภาพเรือนทดลองโดยใช้ชีวผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดเชื้อรา ได้แก่ ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA, ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM การใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา metalaxyl 25% WP และการทดลองเปรียบเทียบการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุนที่เกิดจากเชื้อราสาเหตุ *P. parasitica*

isolate No.3 พบว่าชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA + CHAETOMIUM ในอัตรา 2:1 กรัมต่อต้น สามารถลดการเกิดโรคได้ 77.96 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM อัตรา 2 กรัมต่อต้น และชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA อัตรา 4 กรัมต่อต้น และสารเคมี metalaxyl อัตรา 4 กรัมต่อต้น สามารถลดการเกิดโรคได้ 76.71, 72.61 และ 55.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองเปรียบเทียบ และการเกิดโรคทดลองมีผลให้ปริมาณเชื้อก่อโรค วิธีการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA + CHAETOMIUM มีเปอร์เซ็นต์ปริมาณเชื้อก่อโรคลดลงเท่ากับ 75.20 เปอร์เซ็นต์ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM และการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA มีปริมาณเชื้อก่อโรคลดลงเท่ากับ 75.20 และ 46.30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้สารเคมีปริมาณเชื้อก่อโรคลดลงเท่ากับ 22.61 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ มีปริมาณเชื้อก่อโรคสูงขึ้น

การป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูส้มโชกุน โดยชีววิธีผสมผสาน (Bio-IPM) การควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อราสาเหตุ *P. parasitica* และแมลงศัตรูพืชสำคัญ ได้แก่ ผีเสื้อหนอนชอนใบ ผีเสื้อหนอนแก้วส้ม และเพลี้ยอ่อน โดยการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM และชีวผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดแมลง LEPIDOCIDE[®] และ AVERTROPH[®] และสารสกัดจากสะเดา เปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl 25% WP และการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ชีวผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคและแมลงดังกล่าวร่วมกับการปรับสภาพ pH ดินที่เหมาะสม 6.2 โดยปุ๋ยขาว การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ การตัดแต่งส่วนที่เป็นโรคเผาทิ้ง และการใช้วัสดุคลุมดินบริเวณโคนต้น การตัดแต่งกิ่งให้โปร่ง และการขุดร่องระบายน้ำไม่ให้มีน้ำขัง ตลอดจนงดการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืช ทุกชนิด ระยะเวลา 16 เดือน พบว่า การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA + CHAETOMIUM สามารถป้องกันกำจัดโรครากเน่าโคนเน่าได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของโรคเท่ากับ 38.07 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM และสารเคมีกำจัดเชื้อรา metalaxyl มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของโรคเท่ากับ 34.79, 25.45 และ 5.83 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองเปรียบเทียบ และพบว่าปริมาณเชื้อก่อโรคของเชื้อรา *P. parasitica* มีปริมาณลดลง ในวิธีการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM ที่ความลึก 6 นิ้ว มีปริมาณเชื้อก่อโรคลดลง 45.70 เปอร์เซ็นต์ ที่ความลึก 12 นิ้ว มีปริมาณเชื้อก่อโรคลดลง 63.38 เปอร์เซ็นต์ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA ที่ความลึก 6 นิ้ว มีปริมาณเชื้อก่อโรคลดลง 45.00 เปอร์เซ็นต์ ที่ความลึก 12 นิ้ว มีปริมาณเชื้อก่อโรคลดลง 63.93 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM ที่ความลึก 6 นิ้ว มีปริมาณเชื้อก่อโรคลดลง 39.10 เปอร์เซ็นต์ ที่ความลึก 12 นิ้ว มีปริมาณเชื้อก่อโรคลดลง 55.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบการใช้สารเคมี metalaxyl ที่ความลึก 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิ้ว มีปริมาณเชื้อก่อโรคลดลง 17.86 เปอร์เซ็นต์ ที่ความลึก 12 นิ้ว มีปริมาณเชื้อก่อโรคลดลง 2.73 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ มีปริมาณเชื้อก่อโรคเพิ่มขึ้น

การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA + CHAETOMIUM เป็นเวลา 16 เดือน พบว่าส้มโชกุน มีอัตราการเจริญด้านความสูงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เท่ากับ 165.86 เซนติเมตร รองลงมา คือ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM และ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA การใช้สารเคมี metalaxyl เท่ากับ 161.78, 157.96 และ 155.68 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองเปรียบเทียบ มีอัตราการเจริญด้านความสูง เท่ากับ 150.68 เซนติเมตร และสำหรับการเจริญด้านความกว้างทรงพุ่ม พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ร่วม TRICHODERMA + CHAETOMIUM มีอัตราการเจริญด้านความกว้างทรงพุ่มสูงสุด โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เท่ากับ 107.40 เซนติเมตร รองลงมา คือ การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ CHAETOMIUM และ การใช้สารเคมี metalaxyl เท่ากับ 119.46, 103.14 และ 100.08 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองเปรียบเทียบ มีอัตราการเจริญด้านความกว้างทรงพุ่ม เท่ากับ 99.66 เซนติเมตร

อย่างไรก็ตาม โรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุนที่เกิดจากเชื้อราสาเหตุ *P. parasitica* ซึ่งมีการระบาดทุกท้องที่ที่มีการปลูกส้มทั่วประเทศไทย โดยจะมีระยะเวลาที่พบรุนแรงที่ทำลาย อยู่ระหว่าง เดือน พฤษภาคม-พฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนตกชุก โดยลักษณะความรุนแรงของโรคและแมลง ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน และการกระจายตัวของฝนที่ตก ซึ่งปริมาณน้ำฝนมีผลต่อความชื้นอากาศ และสภาพดิน จึงส่งผลต่อการแพร่ขยายพันธุ์ของโรคและแมลง ซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ยในประเทศไทย เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อและแมลง ได้ตลอดทั้งปี ดังนั้นการจัดการศัตรูส้มจึงมีวิธีการจัดการหลายวิธีการร่วมกันคือ

- ใช้กับดักกาวเหนียวบนวัสดุสีเหลืองเพื่อลดปริมาณประชากรของผีเสื้อหนอนชอนใบและเพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อนในแปลงส้ม
- ใช้กับดักแสงไฟล่อทำลายตัวเต็มวัยของด้วงหนวดยาว และผีเสื้อกลางคืน
- การพัฒนาสารสกัดจากเมล็ดสะเดา เพื่อฉีดพ่นไล่การเข้าทำลายของเพลี้ยไฟ
- ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ฆ่าแมลง LEPIDOCIDE[®] และ AVERTROPH[®] ฉีดพ่นควบคุมผีเสื้อหนอนชอนใบ ตัวอ่อนหนอนผีเสื้อทุกชนิด และแมลงค่อมทอง
- ใช้ชีวผลิตภัณฑ์ TRICHODERMA และ CHAETOMIUM เพื่อป้องกันและรักษาโรครากเน่าโคนเน่าส้มโชกุน

การจัดการศัตรูในสภาพสวนส้มต้องคำนึงถึงสภาพสมดุระบบนิเวศน์วิทยา โดยพิจารณาถึงความปลอดภัยของศัตรูธรรมชาติ ทำให้โอกาสการเกิดการระบาดของรุนแรงของ โรคและแมลงศัตรูส้มโชกุนเป็นไปได้ยากมากขึ้น ศัตรูธรรมชาติที่ต้องคำนึง เช่น ด้วงเต่าลายหยัก เป็นตัวห้ำของ

เพ็ญอ่อน แผลงวันกั้นชน เป็นตัวทำกินตัวอ่อนนอนผีเสื้อแก้วส้ม มวนพิฆาตและมวนเพชรฆาต
เป็นตัวทำกินนอนผีเสื้อในแปลงส้ม ต่อหมาล่า เป็นตัวทำกินนอนผีเสื้อทุกชนิด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- เกษม สร้อยทอง. 2532ก. “การควบคุมโดยชีววิธีของโรคเน่าข้าวโพดหวานที่เกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii*” . ในสภาพไร้. วารสารโรคพืช. 9(2-4) : 47-53.
- เกษม สร้อยทอง. 2532ข. “การควบคุมโรคเหี่ยวมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อ *Pseudomonas solanacearum* โดยชีววิธีในสภาพไร้” . วารสารโรคพืช. 11(3-4):73-78.
- เกษม สร้อยทอง 2532ค. “การใช้เชื้อรา *Chaetomium cupreum* ในการควบคุมโรคไหม้ของข้าวโดยชีววิธี” . วารสารโรคพืช. 9(1):28-33.
- เกษม สร้อยทอง 2533. “ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Chaetomium cochliodes* และ *Ch. cunicolorum* ใช้ในการป้องกันโรคใบไหม้ของข้าว (Rice Blast) สาเหตุเชื้อรา *Pyricularia oryzae*” . วารสารแก่นเกษตร. 18(2):15-17.
- เกษม สร้อยทอง. 2534 ก. “การควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของมะเขือเทศ เกิดจากเชื้อราสาเหตุ *Sclerotium rolfsii* ในสภาพไร้โดยชีววิธี” . วารสารศูนย์บางพระ. 28(2) : 17-19.
- เกษม สร้อยทอง. 2534ข. “การใช้เชื้อรา *Chaetomium globosum* ในการควบคุมโรคใบจุดข้าวโพดหวาน”. รายงานผลการวิจัยในการประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 9 วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2534 ณ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. หน้า 269-275.
- เกษม สร้อยทอง. 2534ค. “การใช้ *Chaetomium glaucum* ในการควบคุมโรคเหี่ยวของมะเขือเทศ เชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. โดยชีววิธีในสภาพไร้”. วารสารวิจัยและส่งเสริมการเกษตร. 8(12) : 1-7.
- เกษม สร้อยทอง 2535. “การใช้เชื้อรา *Chaetomium cupreum* ในการควบคุมโรคเหี่ยวมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. ในสภาพดินที่มีคุณสมบัติในการป้องกันกำจัดโรคพืช”. วารสารศูนย์บางพระ. 19(2) : 13-16.
- เกษม สร้อยทอง. และชลภา สถิตวัฒน์ โนนัย. 2536. “การควบคุมโรคเน่าระดับดินของมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อรา *Pythium ultimum* Trow. โดยชีววิธี”. รายงานการประชุมวิชาการวิทยาการอารักขาพืชแห่งชาติ. ครั้งที่1 วันที่ 20-22 ตุลาคม ณ. โรงแรมรามาคาเด้นส์ กรุงเทพฯ.
- เกษม สร้อยทอง. 2536. “การพัฒนา *Chaetomium cupreum* เป็นยาเชื้อป้องกันเชื้อราในดินเพื่อควบคุมโรคเหี่ยวมะเขือเทศโดยชีววิธี”. หน้า 375-387. รายงานการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ. ครั้งที่1 วันที่ 20-22 ตุลาคม ณ. โรงแรมรามาคาเด้นส์. กรุงเทพฯ.
- ชลิดา อุณหภูมิจ. 2538. แมลงศัตรูส้ม. ในหนังสือแมลงศัตรูไม้ผล. หน้า 21-40. เจริญรัฐการพิมพ์. กรุงเทพฯ.
- ไชยา อัยสูงเนิน. 2531. หลักการปลูกส้ม. เรื่องแสงการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 72 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2526. ความน่ารู้กับการปลูกส้มโอ. ชุมชนเกษตร, ฉบับข่าวเกษตร และเทคโนโลยี. 140-150.
- ตีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2527. เรื่องน่ารู้กับส้มโอ. ชมรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 174 หน้า.
- บรรพต ณ ป้อมเพชร. 2525. การควบคุมแมลงศัตรูแมลงศัตรูพืชและวัชพืชโดยชีววิธี. ศูนย์วิจัยศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักงานคณะวิจัยแห่งชาติ. 202 หน้า.
- เปรมปรี ณ สงขลา. 2538. การทำสวนส้มอย่างมืออาชีพ. เจริญรัฐการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 180 หน้า.
- พนมกร วีระวุฒิ สุพัตรา อินทวิมลศรี และ ชาญชัย บุญยงค์. 2529. การสำรวจเพลี้ยอ่อน เพลี้ยกระโดดส้ม และหนอนขนอบใบส้ม, รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2529. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูพืชสวนอื่นๆ กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 25-40.
- พนมกร วีระวุฒิ. 2532. แมลงศัตรูส้ม ในแมลงศัตรูไม้ผล. เอกสารวิชาการประกอบการอบรม หลักสูตรแมลง-สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด. ครั้งที่ 5 วันที่ 5-16 มิถุนายน 2532 ณ. กองกัญและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร. หน้า 76-102.
- พินิต สดสะอาด. 2542. “การควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของพริกไทยที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* Bult โดยชีววิธีแบบผสมผสาน”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะบัณฑิตวิทยาลัย. สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช. พระจอมเกล้าลาดกระบัง. 151 หน้า
- วาสนา ศิริรังษี. 2539. Gel electrophoresis ในวิทยาการพันธุกรรมในการตรวจวินิจฉัยโครโมโซมและยีน. ภาควิชาจุลชีววิทยาด้านคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วิเชียร กำจายภัย. 2527. โรคส้มที่เกิดจากเชื้อรา และแบคทีเรีย. หน้า 20-42. ในข่าวสารศัตรูพืช ฉบับโรคและแมลงศัตรูส้มในประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร.
- วิจิตร วังใน, วิเชียร กำจายภัย, สุพัฒน์ อรรถธรรม, มังกร บุญยะรัตน์ และพนมกร เพิ่มพูล. มปป. โรคและแมลงศัตรูส้มในประเทศไทย. สมาคมโรคพืชแห่งประเทศไทย. 79 หน้า.
- วิเศษ อัครวิทยากุล. 2538. การปลูกส้ม. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 112 หน้า.
- สมเดช กนกเมธากุล, ขวัญใจ กนกเมธากุล และ เกษม สร้อยทอง 2538. การศึกษาสารเคมีของเชื้อรา *Chaetomium cupreum*. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่นประจำปี 2538. ขอนแก่น. หน้า 28.
- สิริวิภา โพธิ์หน่อทอง. 2526. “เชื้อราในดินบริเวณรากส้มเขียวหวานที่เป็นโรครากเน่า และวิธีการคัดเลือกต้นต่อส้มที่ต้านทานต่อเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ศิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2537. แมลงศัตรูพืชทางการเกษตรของไทย. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. โอเดียนสโตร์การพิมพ์. 424 หน้า.
- สุพัตรา อินทวิมลศรี. 2529. โรครากเน่าโคนเน่าของส้มเขียวหวานและการควบคุมด้วยสารเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุภาพร อวรรุญ, จิรเดช แจ่มสว่าง, อำไพวรรณ ภราคร์นุวัฒน์ และวี เสธฐภักดี. 2537. การใช้ ส่วนผสมของเชื้อรา *Trichoderma* ร่วมกับสารเคมีควบคุมเชื้อรา ในการควบคุมเชื้อราโรครากเน่าและโคนเน่าของกล้าทุเรียนซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivola*. ในรายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 32 สาขาพืช วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2537. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 162-179.
- สุมิตรา น้อยเอี่ยม. 2540. “การควบคุมโรคแอนแทรคโนสมะม่วงพันธุ์โชคนันต์ โดยชีววิธีแบบผสมผสาน”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 120 หน้า.
- แสงมณี ชิงควง, ประเสริฐ เกร่งเปี่ยม และสุชาติ วิจิตรานนท์. 2540. “ผลของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* ที่มีผลต่อเชื้อรา *Phytophthora parasitica* และ *P. palmivola* สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของพริกไทยและโรครากเน่าดำของวนิลา”. วารสารโรคพืช. 12:13-25.
- สัญญาลักษณ์ เทียมถนอม. 2530. โชกุน-เพชรระลา. เกษตรวันนี้. วันที่ 6 ต.ค. 2530. 7(7):28-36.
- สนชัย เพ็ชรพรหม. 2540. “การควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivola* (Butler) Butler. โดยชีววิธีแบบผสมผสาน”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 133 หน้า.
- อภัสรา ชมิกข์. 2537. เทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิส. ภาควิชาสรีระวิทยา. คณะสัตวแพทยศาสตร์.
- องอาจ เดิมเกียรติไพศาล, จิรเดช แจ่มสว่าง, อำไพวรรณ ภราคร์นุวัฒน์ และวี เสธฐภักดี. 2534. “การคัดเลือก เชื้อจุลินทรีย์ดินเพื่อควบคุมโรครากเน่าโคนเน่า *Phytophthora* ของส้มเขียวหวาน โดยชีววิธี”. ในรายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 29 วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2534. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. หน้า 319-329.
- อนุสรณ์ วิเชียรเจริญ. 2533. “ระบาดวิทยาและการใช้สารเคมีควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของ ส้มเขียวหวานที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ในเขตชลประทานรังสิต”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อุบล คีนประ โคน, สมศักดิ์ เสียงก้อง และสัญญา ตันตยาภรณ์. 2528. เชื้อรา *Phytophthora* ชนิดต่างๆในประเทศไทย. หน้า 409-420. รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 23 สาขาพืช วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ ณ มหาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อำเภอพรรณานิคม, วิทย ก่อประดิษฐ์สกุล, วิเชียร กำจายภัย, สุวัฒน์ อรรถธรรม และนิพนธ์ ทวีชัย. 2527. โรคส้มในประเทศไทย. ห้างหุ้นส่วนจำกัดฟีนีพิบลิชวิ่ง. กรุงเทพฯ. 26 หน้า.

- Albertini, L., Moletti, Sarr, A. and Sy, A.A. 1990. Biological control of *Pyricularia oryzae* : parameters of stability of antagonistic activity. Phytopathologia Mediterranea. 29(3) : 175-183.
- Amemiya, Y., Kondo, A., Hiano, K., Hirukawa, T. and Kato, T. 1994. Antifungal substances produced by *Chaetomium globosum*. Technical Bulletin of Faculty of Horticulture Chiba University. 48 : 13-18.
- Bjorkman, M.J., Blanchard, L.M. and Harman, G.E. 1998. "Growth enhancement of shunken-2 (sh-2) sweet corn by *Trichoderma harzianum* 1295-22 : effect of environmental stress". Journal of the American Society for Horticultural Science. 123(1):35-40.
- Boudreau, M.A. and Andrawa, J.H. 1987. Factors Influencing antagonism of *Chaetomium globosum* to *Venturia inaequalis*. A case study in failed Biocontrol. Phytopathology. 77 : 1470-1475.
- Bourbos, V.A., Michlopoulos, G., Skaoudridakis, M.T., Albajes, R. and Carnero, A. 1997. "Biological control against *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. on tomato in anon-beated greenhouse". Integrated control in protected crops Mediteranean climate. Proceeding of meeting at tenerite, Canary Islands. 20(4):58-62.
- Chamber, S.M. and Scot, E.S. 1995. In vitro antagonism of *Phytophthora cinnamomi* and *P. citricola* by isolates of *Trichoderma* spp. and *Gliocladium* spp.. Phytopathology. 143(8) : 471-477.
- Claderson, A. A., Zapata, J.M. and Barcelo, A.R. 1994. "Peroxidene mediated formation of reveratrol oxidation products during the hypersensitive like reaction of grapevine cells to an elicitor from *Trichoderma viride* Physiological and Molecular. Plant Pathology. 44(4):289-299.
- Cullen, D and Andrews, H. 1986. "Evidence for the role of antibiosis in the antagonism of *Chaetomium globosum* of the apple scab pathogen *Venturia inaequali*". Ann. Rev. Pathol. 64(1):63.
- Dennis., C. and Webster, J. 1971. "Antogonistic properties of species-groups of *Trichoderma* Production of non volatile antibiotics". Trans. Br. Mycology. Soc. 57(1) : 25-39.
- Duvenhage, J.A. and Kotze, J.M. 1993. Biocontrol of root rot of avocado seedlings. Year book South African Avocado Growers. 16 : 70-72.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Di Pietro, A.D., Gut, R.M., Pachlatko, J.P., Schwinn, F.J. and Di, P.A. 1992. "Role of antibiotics produced by *Chaetomium globosum* in biocontrol of *Pythium ultimum*, a causal agent of damping-off". *Phytopathology*. 82(2) : 131-135.
- Elad, Y., I. Chet and Henis, Y. 1971. "Biological control of *Rhizoctonia solani* in strawberry field by *Trichoderma harzianum*". *Plant Soil*. 60 : 245-254.
- Elad, Y., I. Chet and Katan, J. 1980. "*Trichoderma harzianum* : A biocontrol agent effective against *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani*". *Phytopathology*. 70 : 119-121.
- Erwin, D.C., S, Bartnicki-Garcia and Tsao, P.H. 1983. *Phytophthora* : Its Biology, Taxonomy Ecology, and Pathology. *Amer. Phytopathology Soc., St. Paul, Minnesota*, 392 p.
- Fang, J.G. and Tsao, P.H. 1995a. "Evaluation of *Pythium nunn* as a potential biocontrol agentst *Phytophthora* root rots of Azalea and Sweet orange". *Phytopathology*. 85:29-36.
- Fang, J.G. and Tsao, P.H. 1995b. "Efficacy of *Penicillium funiculosum* as Biological Control Agent Against *Phytophthora* Root rots of Azalea and Citrus". *Phytopathology*. 85:871-878.
- Fawcett, H.S. 1963. *Citrus Diseases and Their Control*. Mc Graw-Hill Book Company, New York, 656 p.
- Gordon, L.G., Walther, D. and Gindrat, D. 1987. "Use of antagonists for seed dressing : effectiveness and mode of action against pathogens of damping-off". *Bulletin- OEPP*. 17(4):631-637.
- Heller, W.E. and Theiler, H.R. 1994. "Antagonism of *Chaetomium globosum*, *Gliocladium virens* and *Trichoderma viride* to four soil-borne *Phytophthora* species". *Phytopathology*. 141:390-394.
- Heye, C.C., and Andrews, J.H. 1983. "Antagonism of *Athelia bombacina* and *Chaetomium globosum* to the apple scab pathogen, *Venturia inaequalis*". *Phytopathology*. 73:650-654.
- Holmes, K.A. and Benson, D.M. 1994. "Evaluation of *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* for Biocontrol of *Phytophthora parasitica* on *Catharanthus roseus*". *Plant Disease*. 78(2) : 193-199.
- Hubbard, J.P., Harman, G.E. and Eckenrode, C.J. 1982. "Intrraction of a biological control agent, *Chaetomium globosum* with seed coat microflora". *Ann. Rev. Plant Pathology*. 61:464.
- Hwang, B.K. and Kim, B.S. 1995. "In vivo efficacy and in vitro activity of turbercidin, an antibiotic nucleoside, for control of *Phytophthora capsici* blight in *Capsicum annum*". *Pesticide Sci*. 44:255-260.

- Johnston, A and Booth, D.M. 1983. Plant Pathologist Pocketbook. Commonwealth Mycological Institute. 439 p.
- Klotz, L.J. 1943. Phytophthora infections of Citrus Calif. Citrograph. 28(8):200-201.
- Knudsen, G.R. and Eschen, D.J. 1991. "Potential for Biocontrol of *Sclerotinia sclerotium* through colonization to sclerotia by *Trichoderma harzianum*". Plant Disease. 75:466 - 470.
- Knorn, L.C. 1973. Citrus Disease and Disorders. The University Press of Florida, Gainesville. 163 p.
- Kohl, J., Molhoek, W.M.L., Plas, C.V.D., Fokkema, N.J. and Van, D.P.C. 1995. "Effect of *Ulocladium atrum* and other antagonists on sporulation of *Botrytis cinerea* on dead lily leaves exposed to field conditions". Phytopathology. 85(4):393-401.
- Kommedahl, T. and Chang I.P. 1968. "Coating corn kermets with microorganism to control seeding cause by *Fusarium oxysporum*". Phytopathology. 56:855-856.
- Kommedahl, T. and Mew, I.C. 1975. "Biocontrol of corn root infection in the field by seed treatment with antagonist". Phytopathology. 65:296-300.
- Kueprakone, U., Tontyaporn, S., Pongam, P. 1990. *Phytophthora* disease of Citrus in Thailand. pp. 258-262. In: Aubert, B., Tontyaporn, S., Buangsuwon, A (ed.) Proceeding of the 4th International Asia Pacific Conference on Citrus Rehabilitation, 4-10th Feb. 1990 Chiang Mai, Thailand.
- Laemmli, U.K. 1970. Cleavage of structures of proteins during assembly by head of bacteriophage-T4. Nature (London). 227:680-688.
- Lakin, R.P. and Fravel, D.P. 1998. "Effication of various fungal and Bacterial biocontrol organisms for *Fusarium* wilt of tomato". Plant Disease. 82(9):1022-1025.
- Lo, C.T. Nelson, E.B. and Harman, G.E. 1997. "Improved biocontrol efficacy of *Trichoderma harzianum* 1295-22 for foliar phases of turf diseases by use of spray applications". Plant Disease. 81:1132-1138.
- Manandhar, J.B., Thapliyal, P.N., Cavanaugh, K.J. and Sinclair, J.B. 1987. "Interaction between pathogenic and saprobic fungi isolated from soybean roots and seeds". Mycopathologia. 98(2):69-75.
- Michereff, S.J., Menezes, M. and Mariano, R.L.R. 1993. "Antagonism of *Trichoderma* species againts *Colletrichum graminicola*, an agent of sorghum anthrachose, under laboratory condition". Phytopathological. 19:14-17.
- Mukergi, K.G. and Garg, K.L. 1988. Biological of Plant Disease vol II. CRC Press, Inc. 198 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Newhook, F.J., Waterhouse, G.H. and Stamps, D.J. 1978. Tubular Key to the species of *Phytophthora* de Bary. Mycological. Paper No. 143. 1-20 pp.
- Nurhadi, D and Whittle, A.M. 1988. Pengenalan dan Pengendalian Hama dan Penyakit Jeruk. Sub Balai Penelitian Hortikultura, Malang, Indonesia.
- Sandler, H.A., Timmer, L.W., Graham, J.H. and Zitko, S.E. 1989. "Effect of fungicide application of *Phytophthora parasitica* and on feeder root densities and fruit yields of citrus trees". Plant Disease. 73:902-906.
- Savage, E.J., Clayton, C.w., Hunter, J.H., Brenneman, J.A., Laviola, C and Gallegly, M.E. 1968. "Homothallism, Heterothallism and interspecific hybrid isolation in the genus *Phytophthora*". Phytopathology. 58:1004-1021.
- Sejalon, D.N., Villalba, M.F., Bottin., A. Rickaver, M., Dargent, R. and Esquerre-T.M.T. 1997. "Purification Elicitor activity and cell wall localization of a glycoprotein from *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* a fungal pathogen of tobacco". Phytopathology. 87:899-909.
- Smith., V.L., Wilcox, W.F. and Harman, G.E. 1990. "Potential for biological control of *Phytophthora* root and crown rots of apple by *Trichoderma* spp. and *Gliocladium* spp.". Phytopathology. 80:880-885.
- Sodsart, P and Soyong, K. 1999. "Biological control of black pepper root rot and basal stem rot in the field". 5th International conference on Plant Protection in the Tropics 15-18 March 1999. Kuala Lumpur, Malasia 145-147.
- Sohi, H.S., Aulakh, K.S. and Randhawa, H.S. 1988. "Control of seed-borne fungi of cotton by *Chaetomium globosum* and *Epicoccum purpurascens*". Indian J. of Ecology. 15(1):111-113.
- Soyong, K. 1992. "Biological control of rice blast disease by seed coating with antagonistic Fungi". Songklanakarin J. Sci. Technol. (14):60-65.
- Soyong, K. 1995. *Chaetomium* as a biocontrol agent plant pathogens. The XII international plant protection congress. The Hague - The Netherland (2-7 July).
- Soyong, K and Soyong, K. 1996. "Chaetomium as anew broad - spectrum mycofungicide". Biopesticides : toxicity, safety, development and proper use proceeding first international symposium on biopesticides. Narasuan University, Phitsanulok, Thailand. October 27-31, 1996. 124-132.
- Soyong, K., Jindawong, N. and Yang, Q. 1999. "Evaluation of *Chaetomium* for biological control of *Fusarium* wilt of tomato in P.R. China". 5th International conference on Plant Protection in the Tropics 15-18 March 1999. Kuala Lumpur, Malasia 484-487.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Suzui, T., Kueprakone, U. and Komhangridthirong, T. 1976. Phytophthora disease on some economic plants in Thailand. Tech. Bull. Plant Pathology Div. Dept. Agric., Thailand and TARC, Min, Agric and Forestry, Japan. 113p.
- Tsao, P.H., Sxtejnoerg, A., Zhou, R. and Fang, J.G. 1988. Biological control of *Phytophthora* root rot with antagonistic fungi. In Abstracts of paper International Congress of Plant Pathology. Kyoto, Japan. 183 p.
- Tu., J.C. 1978. "Protection of Soybean from severe *Phytophthora* root rot by *Rhizobium* Physiol". Plant Pathology. 12 : 233-240.
- Tveit, M. and Moore, M.B. 1954. "Isolates of *Chartomium* that protect oats from *Helminthosporium victoriae*". Phytopathology. 44 : 686-689.
- Usuwan, P., Soyong, K., Kanukmedhakul, S., Kanukmedhakul, K., Kukongviriyapan, V and Isobe, M. 1999. "Intergrated biological control of *Phytophthora* root of sweet orange using mycofungicide in Thailand". 5th International conference on Plant Protection in the Tropics 15-16 March kuala Lumpur, Malasia 329-331.
- Vidhyasekaran, P. 1988. "Physiology of Disease Resistance in Plants". CRC Press, Inc., Boca Roton, Florida. 149 p.
- Vinokorova., T.P. 1991. "Trichodermin against disease in protected soil". Zashchita Rastenii Moskva. 1:16.
- Vock, N.T. 1976. "A Handbook of Plant disease Queensland. Dept. of Primary Industries. S.R. Hampson, Gov. Printer, Brisbane, Australia. Vyas, S.C. 1994. Intergrated biological and chemical control of dry root rot on soybean". Indian Journal of Mycology and Plant Pathology. 24(2) : 132-134.
- Waterhouse, G.M. 1963. Key to the species of *Phytophthora* de Bary, C.M.I. Mycol. Paper, No 92. 12p.
- Waterhouse, G.M. 1970. "The genus *Phytophthora* de Bary". Mycological Paper No.122. 21p.
- Xu, T., Zhong, J.P. and Li, D.B. 1993. Antagonism of *Trichoderma harzianum* T82 and *Trichoderma* sp. NF9. against soil borne fungus pathogens. Phytopathologica. 23(1):63-67.
- Yano, A., Suzuki, K. and Shinshi, H. 1999. "A signalling pathway, independent of the oxidative burst, that leads to hypersensitive cell death in culteral tobacco cells includes a serine protase". Plant Journal. 18(1):105-109.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ (Media) ที่ใช้ในการทดลอง

1. Water agar ส่วนประกอบ

วุ้น	17	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	ลบ. ซม.

2. Potato dextrose agar ส่วนประกอบ

มันฝรั่ง	200	กรัม
กลูโคส	20	กรัม
วุ้น	17	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	ลบ. ซม.

3. GANA ส่วนประกอบ

Glucose	10	กรัม
Difco Bacto yeast extract	1	กรัม
K_2HPO_4	0.5	กรัม
Rose bengal	0.06	กรัม
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.05	กรัม
Streptomycin	0.03	กรัม

4. Selective Media *Phytophthora* spp. BNPRAH ส่วนประกอบ

Benomyl	10	มิลลิกรัม/ลิตร
Nastatin	50	มิลลิกรัม/ลิตร
Pentachloronitrobenzene	25	มิลลิกรัม/ลิตร
Rifampin	10	มิลลิกรัม/ลิตร
Ampicilin	500	มิลลิกรัม/ลิตร
Hymexazol	50	มิลลิกรัม/ลิตร

ภาคผนวก ข.

Stock solution electrophoresis

Extraction buffer

Tris pH 7.5	4.482	กรัม
EDTA	0.0372	กรัม
Sodium dodecyl sulfate	2	กรัม
2- Merczptoethanol	1	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

Separation gel

สารละลาย A: 30% Acrylamide	3	มิลลิลิตร
สารละลาย B: 1.5 M Tris- Hcl / 0.4% SDS	1.88	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	2.63	มิลลิลิตร
10% Ammonium persulfate	25	ไมโครลิตร
TEMED	5	ไมโครลิตร

Stacking gel

สารละลาย A: 30% Acrylamide	0.65	มิลลิลิตร
สารละลาย C: 0.5 M Tris- Hcl / 0.4% SDS	1.25	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	3.05	มิลลิลิตร
10% Ammonium persulfate	25	ไมโครลิตร
TEMED	5	ไมโครลิตร

Runing buffer

Tris	30.2	กรัม
Glycine	144	กรัม
Sodium dodecyl sulfate	2	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

Sample buffer

Tris	1.52	กรัม
Glycine	20	มิลลิลิตร
Sodium dodecyl sulfate	10	กรัม
Bromphenol Blue	1	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร
ปรับ pH 6.8 ด้วย HCl เติมน้ำให้ครบ	100	มิลลิลิตร

สารละลาย Coomassie blue

Methyl alcohol	100	มิลลิลิตร
Coomassie Blue R	0.1	กรัม
Acetic acid	20	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	80	มิลลิลิตร

สารละลาย Destaining

Methyl alcohol	25	มิลลิลิตร
Acetic acid	35	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	440	มิลลิลิตร

สารละลาย Fixing

Methyl alcohol	100	มิลลิลิตร
Acetic acid	20	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	80	มิลลิลิตร



ผลงานที่ลงพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISBN 974-553-883-3



ABSTRACTS

The International Conference
Tropical Agriculture Technology for
Better Health and Environment
November 29 - December 2, 2000



Central Laboratory & Greenhouse Complex,
Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus,
Nakhon Pathom, Thailand



ABSTRACTS

The International Conference
Tropical Agriculture Technology for
Better Health and Environment
November 29 - December 2, 2000

Central Laboratory & Greenhouse Complex,
Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus,
Nakhon Pathom, Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Integrated Biological Control of Root and Stem Rot of *Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun

Wichean Treetong¹, Kasem Soyong¹, Somdech Kanokmedhakul² and
Apichart Suksamrarn³

¹ Department of Plant Pest Management Technology, Faculty of Agricultural Technology,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520 Thailand

² Department of Chemistry, Faculty of Science, Khon Khaen University, Khon Khaen 40002 Thailand

³ Department of Chemistry, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkok 10240 Thailand

The antibiotic substances produced from antagonistic fungi against *Phytophthora parasitica* causing root and stem rot of mandarin (*Citrus reticulata*) var. Shogun were studied and chemical structures elucidated as follows: Chaetoglobosin-C from *Chaetomium globosum* CG, Rotiorinol from *Chaetomium cupreum* CC and Trichotoxin A50 from *Trichoderma harzianum* PC01. These antibiotic substances proved to be induced resistance to *Phytophthora* rot of seedlings after treated for 30 days in pot experiments.

Field evaluation of mycofungicides produced from *Chaetomium* spp. and *Trichoderma* spp. was conducted in the infested fieldsoil for 16 months. Results showed that the mixture of biological products from *Chaetomium* and *Trichoderma* gave the best control *Phytophthora* rot of mandarin var Shogun after applying the biological products at the rate of 2.5:5 g/plants at every 4 months which could reduce the disease of 26.41 per cent. The biological product of *Trichoderma* applied into the soil at the rate of 10 g/plant at every 4 months could reduce the disease of 23.11 per cent and the biological product of *Chaetomium* which applied at the rate of 5 g/plant at every 4 months could also reduce the *Phytophthora* rot of 22.64 per cent. However, the biological treatments gave significantly better in disease reduction than the chemical fungicide treatment (Metalaxyl) which applied at the rate of 10 g/plant at every 4 months, the disease reduction was only 5.66 per cent.

Keywords : *Citrus reticulata*, Shogun, *Trichoderma*, *Chaetomium*, Mycofungicide



วิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร

วารสารทางการของ

สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ISSN 0125-8850

ปีที่ 17 ฉบับที่ 2 กุมภาพันธ์ 2543 - พฤษภาคม 2543

สารบัญ	หน้า
บทบรรณาธิการ	(1)
การชักนำมะนาวพันธุ์แป้นให้ออกดอกนอกฤดูโดยการให้พาโคลบิวทราไซด์ เกียรติ เชี่ยวศิลป์	1
ผลการใช้ถั่วเหลืองทั้งเมล็ดต้มและมันเส้นเป็นอาหารสุกรขุน-ขุน (20-29 กก.) รัชฎา ศีตะโกเสศ	19
การควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุน (<i>Citrus reticulata</i> Blanco cv. Shogun) โดยชีววิธีแบบผสมผสาน วิเชียร ดีทอง เกษม สร้อยทอง และสมเดช กนกเมธากุล	31
ผลของการจำกัดพลังงานในอาหารสุกรขุน สุทัศน์ ศิริ สุกิจ ดิเดชัย และจรรย์ มณีวรรณ	43
ผลของซีผึ้งเคลือบผิว น้ำร้อน และยาฆ่าเชื้อราที่มีผลต่อการเก็บรักษามะละกอ สมชาย กล้าหาญ	58
คำแนะนำสำหรับผู้แต่งในการเตรียมต้นฉบับ	(2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุน

(Citrus reticulata Blanco cv. Shogun) โดยชีววิธีแบบผสมผสาน

Integrated Biological Control of Shogun Orange (*Citrus reticulata*

Blanco cv. Shogun) Root and Stem Rot

วิเชียร ตีทอง¹ เกษม สร้อยทอง¹ และสมเดช กนกเมธากุล²Wichean Treetong¹, Kasam Soyong¹, and Somdech Kanokmedhakul²

Abstract

A study on the induction of immunizing agents by various concentrations of antibiotic substances, Chaetoglobosin-C from *Chaetomium globosum* CG, Trichotoxin A50 from *Trichoderma harzianum* PC01 and Rotiorinal from *Ch. cupreum* CC against *Phytophthora* root and stem rot of Shogun orange seedlings (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun) was conducted in the laboratory; whereas another study on the application of mycofungicides of *Trichoderma* (*T. harzianum* PC 01+*T. hamatum* PC 02) and *Chaetomium*(*Ch. cupreum* CC 1-10 + *Ch. globosum* CG 1-12) on the control of root and stem rot of this fruit caused by *Phytophthora parasitica* Dastur was done in the field. During the 16 months trial, treatments at the rate of either 5 or 10 g/plant was applied, lime and organic matter were given so as to control diseases while all the observations in the field were monitored and recorded at every 4 month interval.

The results showed that Chaetoglobosin-C at the concentration of 500 ppm had the highest significant immunizing induction followed by Trichotoxin A50 and Rotiorinal with the average disease incidence of 32 percent. In comparison with metalaxyl and the control, mycofungicides were able to significantly ($P<0.01$) reduce the pathogen inoculum and incidence of root and stem rot. Moreover, mycofungicides were able to

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

² Dept. of Plant Pest Management, Faculty of Agricultural Technology, Chaokuntaharn Ladkrabang, Bangkok 10520 THAILAND

³ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

⁴ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

² Dept. of Chemistry, Faculty of Science, Khon Khaen University, Khon Khaen 40002, THAILAND

ไม่วารณใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

significantly bring about higher growth parameters than those treated with metalaxyl or the control.

บทคัดย่อ

จากการทดสอบสารปฏิชีวนะที่ชักนำให้เกิดภูมิคุ้มกันโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ สารปฏิชีวนะ Chaetoglobosin-C จากเชื้อรา *Chaetomium globosum* CG ให้ผลในการชักนำการเกิดภูมิคุ้มกันดีกว่า Trichotoxin-A50 จากเชื้อรา *Trichoderma harzianum* PC 01 และ Rotiorinol จากเชื้อรา *Ch. cupreum* CC ซึ่ง Chaetoglobosin-C ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm ให้ผลการชักนำสูงที่สุด โดยต้นกล้าไม่แสดงอาการโรครากเน่าโคนเน่า รองลงมา Rotiorinol และ Trichotoxin-A50 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 32 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่า เชื้อจุลินทรีย์ต่อต้าน (Mycofungicide) ในรูปชีวผลิตภัณฑ์ชนิดเม็ด *Trichoderma* (*T. harzianum* PC01+*T. hamatum* PC02) และ *Chaetomium* (*Ch. cupreum* CC1-10+*Ch. globosum* CG1-12) สามารถควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุนที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur. ได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา Metalaxyl 25% WP และการทดลองเปรียบเทียบ (Control) โดยมีผลต่อการลดระดับการเกิดโรค และลดปริมาณเชื้อก่อโรค

ในดินในสภาพแปลงทดลอง นอกจากนี้การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ยังมีแนวโน้มที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของส้มโชกุนทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ได้ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารเคมี Metalaxyl และการทดลองเปรียบเทียบ (Control)

คำนำ

ส้มโชกุนหรือส้มเพชรยะลา (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun) อยู่ในตระกูล Rutaceae จัดเป็นส้มเขียวหวานชนิดหนึ่งที่เกิดพันธุ์จากการปลูกด้วยเมล็ด มีถิ่นกำเนิดทางภาคใต้ของประเทศไทย ที่จังหวัดยะลา และปัจจุบันมีการปลูกกระจายทั่วประเทศที่ภาคเหนือ ได้แก่ น่าน แพร่ สุโขทัย ลำพูน และเชียงใหม่ ที่ภาคกลาง ได้แก่ ปทุมธานี กรุงเทพ สระบุรี ภาคตะวันออก ได้แก่ ตราด จันทบุรี นครนายก ภาคตะวันตก ได้แก่ สมุทรสาคร นครปฐม ราชบุรี ภาคใต้ ได้แก่ นครศรีธรรมราช สงขลา สุราษฎร์ธานี (วิเชียร, 2527; ไชยา, 2531)

ลักษณะเฉพาะตัวของส้มโชกุน มีคุณภาพผลใหญ่ เนื้อนุ่มสีส้ม มีกลิ่นหอม มีเปอร์เซ็นต์น้ำสูง (มงคล, 2535) ส้มโชกุนที่ปลูกในแต่ละภาคจะมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกันทั้งปริมาณ คุณภาพ ตลอดจน

การเพาะปลูก แต่สิ่งที่เป็นปัญหาหลักในการปลูกส้มคือ โรคและแมลงที่ทำความเสียหายต่อต้นส้ม โดยเฉพาะปัญหาเรื่องโรคที่เกิดจากเชื้อรา เช่น โรครากเน่าโคนเน่าสาเหตุจากเชื้อรา *P. parasitica* ซึ่งจัดเป็นราชั้นต่ำอาศัยในดินและน้ำ แพร่กระจายโดยติดไปกับดินปลูก หรือน้ำที่ให้กับพืช ลักษณะอาการของใบส่วนเหนือดินใบเหลืองเหี่ยวร่วง ต้นทรุดโทรม ยืนต้นตาย อาการที่ผลจะปรากฏผลร่วงหรือเหี่ยวคาคับ และลักษณะอาการระบบราก เชื้อเข้าทำลายระบบการลำเลียงน้ำและอาหารทางรากฝอย รากแขนง ทำให้รากเน่าเปื่อยยุ่ย ทำให้ต้นทรุดโทรม และตายในที่สุด (อำไพวรรณ และคณะ, 2526) มีการนำวิธีการต่างๆ มาใช้ป้องกันเชื้อราดังกล่าว เช่น การใช้พันธุ์ต้านทาน เช่น พันธุ์ Grapfruit (*Citrus paradisi*) พันธุ์ Sour orange (*C. aurantium*) (Fawcett, 1963) (*C. sinensis* Osbeck) และ (*C. mediaca* var. *limetta*) (สิริวิภา, 2526) การทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อหาวิธีการลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา โดยใช้สารสกัดจากเชื้อจุลินทรีย์ และใช้การเชื้อป้องกันกำจัดโรคพืชในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุนที่เกิดจากเชื้อรา *P. parasitica* ในสภาพแปลงทดลอง

อุปกรณ์และวิธีการ

นำสารปฏิชีวนะ Rotiorinol, Chaetoglobosin-C และ Trichotoxin A50

มาทดสอบการชักนำให้เกิดภูมิคุ้มกันโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโชกุนในห้องปฏิบัติการ ทำการทดลองแบบแฟคตอร์เรียลโดยมีการวางแผนแบบสุ่มทดลอง (Factorial Experiment in Completely Randomized Design) จำนวน 5 ซ้ำ

Factor A (สารปฏิชีวนะ)

A1 = Rotiorinol สกัดจากเชื้อรา *Chaetomium cupreum* CC10

A2 = Chaetoglobosin-C สกัดจากเชื้อรา *Ch. globosum* CG5 และ Trichotoxin A50 สกัดจากเชื้อรา *Trichoderma harzianum* PC01

Factor B (ความเข้มข้น)

B1 = 0 ppm

B2 = 10 ppm

B3 = 50 ppm

B4 = 100 ppm และ

B5 = 500 ppm

นำสารปฏิชีวนะมาทำละลายด้วย Tris - Hcl จากนั้นทำผลด้วยเข็มหมุดที่บริเวณโคนต้นจำนวน 3 แผลต่อต้น และนำสารละลายปฏิชีวนะสเปรย์ลงบนต้นกล้าส้มโชกุน อายุ 3 เดือน ที่ปลูกในกระถางขนาด 9 x 10 เซนติเมตร จำนวน 20 มิลลิลิตรต่อกระถาง โดยใช้วัสดุปลูก ดิน : ทรายน : ปุ๋ย ในอัตราส่วน (10 : 2 : 1) โดยปริมาตร บ่มที่อุณหภูมิ 27-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน ทำการปลูกเชื้อรา *P. parasitica* โดยราด zoospore suspension (1×10^5) จำนวน 20 มิลลิลิตรต่อกระถาง และใช้น้ำกลั่นฆ่าเชื้อแทนการ

ใช้สารปฏิชีวนะเป็นการทดลองเปรียบเทียบ (Control) ทำการตรวจระดับการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าหลังจากการทดลอง 30 วัน การทดลองเชื้อป้องกันกำจัดโรคพืช (Mycofungicide) ในสภาพแปลงทดลองของ คุณวีระศักดิ์ วิสาวะโท สวนเพชรแม่สอด ตำบลพบพระ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ทำการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (RCBD) ประกอบด้วย 5 วิธีการ ๆ ละ 8 ซ้ำ ๆ ละ 5 ต้น กระทำกับต้นส้มโชกุนอายุ 2 ปี ดังนี้

วิธีการที่ 1: เชื้อ *Trichoderma* (*T. harzianum* PC01 + *T. hamatum* PC02) อัตรา 10 กรัมต่อต้น

วิธีการที่ 2: เชื้อ *Chaetomium* (*Ch. cupreum* CC1-10 + *Ch. globosum* CG1-12) อัตรา 5 กรัมต่อต้น

วิธีการที่ 3: เชื้อ *Trichoderma* + *Chaetomium* อัตรา 2.5 : 5 กรัมต่อต้น

วิธีการที่ 4: สารเคมีกำจัดเชื้อรา metalaxyl 25 % WP อัตรา 10 กรัมต่อต้น

วิธีการที่ 5: การทดลองเปรียบเทียบ (Control)

ทำการใส่ชีวผลิตภัณฑ์หรือสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชในแต่ละวิธีการ ร่วมกับการปรับสภาพดิน โดยการไถปูนขาว และปุ๋ยอินทรีย์ ทุก ๆ 4 เดือน พร้อมทั้งทำการเขตกรรม กำหนดระบบชลประทาน การใช้วัสดุคลุมดิน ตัดแต่งกิ่ง กำจัดส่วนขยายพันธุ์โรค และทำการบันทึกข้อมูล ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม สภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน และระดับการเกิดโรครากเน่า

โคนเน่าโดยให้คะแนนระดับการเกิดโรค (Disease Index) ตามที่ระบุไว้ใน Sandler et al., 1989 นอกจากนี้ทำการตรวจปริมาณส่วนขยายพันธุ์ (propagule) ของเชื้อราสาเหตุดังกล่าว ทุก 4 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2541-ตุลาคม 2542 เป็นระยะเวลา 16 เดือน

ผลการทดลอง

จากการทดสอบสารปฏิชีวนะต่อการชักนำให้เกิดภูมิคุ้มกันโรครากเน่าโคนเน่าของต้นกล้าส้มโชกุน บนวัสดุปลูก ดิน : ทราย : ปุ๋ย ในอัตรา 10 : 2 : 1 โดยปริมาตร ที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 30 วัน พบว่า *Chaetoglobosin* - C ความเข้มข้น 500 ppm และ 100 ppm ชักนำให้เกิดภูมิคุ้มกันสูงสุด โดยมีระดับการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 1.0 และ 1.4 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 0 และ 11 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) โดยทุกความเข้มข้นให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

จากการทดลองเชื้อป้องกันกำจัดโรคพืช (Mycofungicide) จาก *Trichoderma* และ *Chaetomium* ในรูปของชีวผลิตภัณฑ์ชนิดเม็ด ในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าส้มโชกุนที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *P. parasitica* เปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา metalaxyl 25% WP และการทดลองเปรียบเทียบ (Control) ในสภาพแปลงทดลองระยะเวลา 16 เดือน พบว่าการใช้เชื้อร่วม

สองชนิด *Trichoderma* + *Chaetomium* อัตรา 5 : 2.5 กรัมต่อดัน สามารถลดการเกิดโรคสูงสุดเท่ากับ 53.30 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) และลดปริมาณเชื้อก่อโรคที่ระดับความลึกของดิน 15 และ 30 เซนติเมตร ได้เท่ากับ 45.70 และ 42.72 เปอร์เซ็นต์ (Table 3) การใช้เชื้อ *Trichoderma* อัตรา 10 กรัมต่อดัน ลดการเกิดโรครองลงมาเท่ากับ 42.72 เปอร์เซ็นต์ ลดปริมาณเชื้อก่อโรคที่ระดับดิน 15 และ 30 เซนติเมตร เท่ากับ 45.00 และ 63.93 เปอร์เซ็นต์ และการใช้เชื้อ *Chaetomium* อัตรา 5 กรัมต่อดัน ลดการเกิดโรค 41.00 เปอร์เซ็นต์ ลดปริมาณเชื้อก่อโรคที่ระดับดิน 15 และ 30 เซนติเมตร เท่ากับ 39.01 และ 53.19 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับการใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา Metalaxyl และการทดลองเปรียบเทียบ (Control) ซึ่งมีการเกิดโรคและปริมาณเชื้อก่อโรคเพิ่มขึ้น

จากการใช้เชื้อป้องกันโรคพืช (Mycofungicide) ในระยะเวลายาวนานยังสามารถควบคุมระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ

จุลินทรีย์ต่อต้าน สัมโซกัน ที่มีการใช้เชื้อร่วม *Trichoderma* + *Chaetomium* เชื้อ *Chaetomium* และเชื้อ *Trichoderma* มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดินเฉลี่ยเท่ากับ 6.1, 6.1 และ 6.1 ตามลำดับ (Table 4) ในขณะที่การใช้สารเคมี Metalaxyl ที่ระยะยาวนานจะทำให้ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินต่ำ และส่งผลต่อการเจริญเติบโตของสัมที่ลดลง นอกจากนี้การใช้เชื้อยังสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตด้านความสูง และความกว้างทรงพุ่ม โดยการใช้เชื้อร่วม *Trichoderma* + *Chaetomium* ทำให้ความสูงและความกว้างเฉลี่ยสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 226.3 และ 142.0 เซนติเมตร การใช้เชื้อ *Chaetomium* เท่ากับ 213.0 และ 137.0 เซนติเมตร และการใช้เชื้อ *Trichoderma* เท่ากับ 211.2 และ 138.5 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) การใช้สารเคมี Metalaxyl เท่ากับ 191.9 และ 118.2 เซนติเมตร และการทดลองเปรียบเทียบ (Control) เท่ากับ 189.0 และ 116.4 เซนติเมตร (Table 5)

Table 1. Disease index and incidence of *Phytophthora* rot seedling of *Citrus reticulata* Blanco. var Shogun in the laboratory after the application of antibiotic substance.

Antibiotic Substance	Disease Index ^{1/}					Disease incidence (%) ^{2/}				
	0	10	50	100	500	0	10	50	100	500
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Ro	4.4a ^{3/}	3.4b	2.8bcde	2.2def	2.0ef	88	68	56	44	32
Ch	4.8a	2.2def	2.4cde	1.4fg	1.0g	96	44	38	11	0
Tri	3.2a	3.0bcd	3.2bc	2.8bcde	2.0ef	64	60	64	56	32

1/ Disease Index: 1 = no symptom and 5 = severe symptom

2/ Disease incidence (%) = (number of infected plants x average disease index)/(disease level x total number of tested plants (healthy and infected)) x 100.

3/ Average of five replications.

Means followed by a common letter in each column are not significantly different by DMRT at P=0.01.

Ro = Rotiorinal, Ch = Chaetoglobosin-C, Tri = Trichotoxin A50.

Table 2. Disease index and reduction of *Phytophthora* root rot of Shogun Citrus in the field after the application of Mycofungicides.

Treatment	Disease Index ^{1/}					Disease reduction ^{2/}			
	1month	4month	8month	12month	16month	4month	8month	12month	16month
T	2.20a ^{3/}	1.65b	1.75c	1.22bc	1.30b	27.31	22.90	46.25	42.74
C	2.07a	1.80ab	1.85bc	1.30b	1.22b	13.00	10.62	37.19	41.00
T x C	2.25a	2.05a	1.47d	1.00c	1.05b	8.88	34.60	55.50	53.30
Metalaxyl	2.02a	1.87ab	2.02ab	1.77a	2.32a	10.90	0.00	12.37	-
Control	2.05a	2.10a	2.10a	1.81a	2.57a	-	-	-	-

1/ Disease Index: 1 = no symptom and 5 = severe symptom

2/ Disease reduction = disease index before the commencement of the experiment - disease index after treatments were given / disease index before the commencement of the experiment x 100.

3/ Average of five replications.

Means followed by a common letter in each column are not significantly different by DMRT at P = 0.01.

T = *Trichoderma* pellets, C = *Chaetomium* pellets.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3. Propagules of *Phytophthora parasitica* in the field after the application of mycofungicides.

Treatment	Propagules ($\times 10^2$ cfu/soil.g ⁻¹)											
	Soil depth (15 cm.)						Soil depth (30cm.)					
	1	4	8	12	16	Mean	1	4	8	12	16	Mean
T	2.27a ^{1/}	3.17a	0.39c	1.89bc	0.25b	1.60	1.18a	0.50a	0.23c	1.27bc	0.13b	0.66
C	2.35a	2.57a	0.75bc	2.87ab	0.33b	1.77	1.63a	0.93a	0.47bc	0.96ab	0.15b	0.82
T x C	2.33a	2.22a	1.32abc	1.82bc	0.23b	1.58	1.56a	0.60a	0.47bc	0.72bc	0.02b	10.67
Metalaxyl	2.35a	2.08a	1.68ab	2.87ab	3.48b	2.49	1.31a	1.58a	1.17ab	2.37ab	2.49a	1.78
Control	2.42a	2.31a	1.87a	3.65a	4.33a	2.91	1.43a	1.46a	1.12a	3.39a	3.75a	2.23

1/ Average of five replications.

Means followed by a common letter in each column are not significantly different by DMRT at P = 0.01.

T = *Trichoderma* pellets, C = *Chaetomium* pellets.

Table 4. Soil pH level after the application of mycofungicides and metalaxyl in the field for 16 months.

Treatment	Soil pH					
	1 month	4 month	8 month	12 month	16 month	Mean
T	5.6 a ^{1/}	5.5 a	5.5 a	6.1 a	6.1 a	5.76
C	5.5 a	5.6 a	5.5 a	5.9 a	6.1 a	5.72
T x C	5.4 a	5.6 a	5.5 a	6.0 a	6.1 a	5.72
Metalaxyl	5.3 a	5.6 a	5.2 b	5.4 b	5.4 c	5.38
Control	5.3 a	5.5 a	5.4 a	5.6 b	5.7 b	5.52

1/ Average of five replicates.

Means followed by a common letter in each column are not significantly different by DMRT at P = 0.01.

T = *Trichoderma* pellets, C = *Chaetomium* pellets.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 5. Plant stands of *Citrus reticulata* Blanco var. Shogun in the field after the application of mycofungicides and metalaxyl.

Treatment	Plant stands (cm.)						Plant width (cm.)					
	1	4	8	12	16	Mean	1	4	8	12	16	Mean
T	112.8a ^{1/}	136.1a	158.1a	171.6a	211.2a	158.1	75.0a	93.1a	103.2a	112.5a	138.5a	104.5
C	117.8a	143.1a	160.6a	174.3a	213.1a	161.8	74.8a	92.7a	112.6a	112.6a	137.0a	105.9
T x C	124.0a	142.3a	159.6a	177.1a	226.3a	165.9	83.7a	92.7a	116.3a	116.3a	142.2a	110.2
Metalaxyl	117.8a	140.3a	159.0a	169.4a	191.9b	155.7	79.8a	95.6a	108.1a	108.1a	116.4b	101.6
Control	108.6a	136.2a	152.5a	167.5a	189.6b	150.9	78.1a	90.5a	112.5a	112.5a	118.2b	102.4

i/ Average of five replications.

Means followed by a common letter in each column are not significantly different by DMRT at P = 0.01.

T = *Trichoderma* pellets, C = *Chaetomium* pellets.

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการทดสอบสารปฏิชีวนะต่อการชักนำให้เกิดภูมิคุ้มกันโรครากเน่าโคนเน่าของต้นกล้าส้มโชกุน บนวัสดุปลูก ดิน : ทราย : ปุ๋ย ในอัตรา 10 : 2 : 1 โดยปริมาตร ที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 30 วัน พบว่า Chaetoglobosin - C ความเข้มข้น 500 ppm และ 100 ppm ชักนำให้เกิดภูมิคุ้มกันสูงสุด โดยมีระดับการเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 1.0 และ 1.4 โดยทุกความเข้มข้นให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P < 0.01) รายงานของ Amemiya et al., (1994) พบว่าเชื้อรา *Ch. globosum* สามารถสร้างสารปฏิชีวนะ Chaetoglobosin - A ซึ่งยับยั้งสปอร์ของเชื้อรา *Verticillium dahliae* นอกจากนี้ สมเดช และคณะ (2538) พบว่าเชื้อรา *Ch.*

cupreum สามารถสร้างสารปฏิชีวนะ Chaetocuprin ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตเชื้อราสาเหตุโรคได้ นอกจากนี้ Erwin et al., (1983) พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. สามารถผลิตสาร acetaldehyde ยับยั้งการเจริญเติบโตเชื้อรา *P. parasitica* โดยมีผลต่อปฏิกริยา vocation สารประกอบในเซลล์ และสลายตัวบริเวณปลายเส้นใยทำให้เสื่อมสภาพลงจากการทดลองพบว่าสารสกัดจากเชื้อรา *Ch. globosum* CG และ *Ch. cupreum* CC และ *T. harzianum* PC01 สามารถชักนำให้ต้นกล้าส้มเกิดภูมิคุ้มกันโรคได้ซึ่ง Bjorkman et al., (1998) พบว่า xylanase จากเชื้อรา *T. viride* สามารถชักนำให้เกิด oxidative burst เกิด hypersensitive reaction กับใบยาสูบ โดยมีสาร diphenylene iodonium และ N - acetyl -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L - cysteine เป็นตัวกระตุ้นและสร้างภูมิคุ้มกัน

จากการทดลองเชื้อป้องกันกำจัดโรคพืช (Mycofungicide) จาก *Trichoderma* และ *Chaetomium* ในรูปของชีวผลิตภัณฑ์ชนิดเม็ด ในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าส้มโชกุนที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *P. parasitica* เปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา metalaxyl 25% WP และการทดลองเปรียบเทียบ (Control) ในสภาพแปลงทดลองระยะเวลา 16 เดือน พบว่าการใช้เชื้อร่วมสองชนิด *Trichoderma* + *Chaetomium* อัตรา 5 : 2.5 กรัมต่อต้นสามารถลดการเกิดโรคสูงสุดเท่ากับ 53.30 เปอร์เซ็นต์ และลดปริมาณเชื้อก่อโรคที่ระดับความลึกของดิน 15 และ 30 เซนติเมตร ได้เท่ากับ 45.70 และ 42.72 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่การใช้เชื้อ *Trichoderma* อัตรา 10 กรัมต่อต้น และการใช้เชื้อ *Chaetomium* อัตรา 5 กรัมต่อต้น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับการใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา metalaxyl และกลุ่มเปรียบเทียบ (Control) ซึ่งทำให้การเกิดโรคและปริมาณเชื้อก่อโรคเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Usuan *et al.*, (1999) ซึ่งพบว่าการใช้เชื้อป้องกันกำจัดโรคพืช (Mycofungicide) จาก *Chaetomium* และ *Trichoderma* สามารถควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าส้มเขียวหวานสาเหตุจากเชื้อรา *P. parasitica* อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มเปรียบเทียบ (Control) โดยการใช้เชื้อ

Chaetomium ลดการเกิดโรคได้ 47.25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่การใช้เชื้อร่วม *Trichoderma* + *Chaetomium* และเชื้อ *Trichoderma* ลดการเกิดโรค 44.99 และ 44.66 เปอร์เซ็นต์ และมีผลทำให้ปริมาณเชื้อก่อโรคที่ระดับดิน 15 และ 30 เซนติเมตร ลดลง ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ (Control) ทำให้ปริมาณเชื้อก่อโรคเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Sodsa-art และ Soyong (1999) พบว่าเชื้อ *Chaetomium* และ *Trichoderma* ลดการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าของพริกไทยสาเหตุเชื้อรา *P. palmivora* ใกล้เคียงกับสารเคมีกำจัดเชื้อรา metalaxyl ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (Control) โดยการใช้เชื้อร่วม *Trichoderma* + *Chaetomium* ทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำสุดเท่ากับ 8.6 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่การใช้เชื้อ *Trichoderma* การใช้เชื้อ *Chaetomium* และการใช้สารเคมี Metalaxyl มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 10.92, 22.66 และ 21.88 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ (Control) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงสุดเท่ากับ 71.63 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การใช้เชื้อป้องกันโรคพืช (Mycofungicide) เป็นเวลานานยังสามารถควบคุมระดับความเป็นกรด - ด่างของดิน ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่อต้านและของต้นส้มโชกุน ในขณะที่การใช้สารเคมี metalaxyl เป็นเวลานานจะทำให้ระดับความเป็นกรด - ด่างของดินต่ำ และมีผลทำให้การเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะมิใช่โดยทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสัมลตลง นอกจากนี้การใช้เชื้อยังสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตด้านความสูง และความกว้างทรงพุ่ม นอกจากนี้ Bourbos *et al.*, (1997) พบว่าการใช้เชื้อรา *T. harzianum* สามารถส่งเสริมการเจริญของมะเขือเทศ ด้านความสูง ความยาวราก และปริมาณผลผลิต Sodsa-art และ Soyong (1999) พบว่าการใช้เชื้อ *Chaetomium* ในระยะเวลา 12 เดือน มีผลต่ออัตราการเจริญของต้นกล้าพริกไทยสูงเฉลี่ย 208 เซนติเมตร การใช้เชื้อ *Trichoderma* และการใช้เชื้อร่วม *Trichoderma + Chaetomium* มีผลต่อความสูงเฉลี่ยรองลงมา เท่ากับ 200 และ 172 เซนติเมตร โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (Control) ซึ่งมีความสูงเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 81 เซนติเมตร

เอกสารอ้างอิง

- ไชยา อัยสุนเนิน. 2531. หลักการปลูกส้ม. เรื่องแสงการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 72 หน้า.
- มงคล แซ่หลิม. 2535. การผลิตส้ม. ภาควิชาพืชศาสตร์. คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- วิเชียร กำจายภัย. 2527. โรคส้มที่เกิดจากเชื้อราและแบคทีเรีย, หน้า 20-24. ใน ข่าวสารศัตรูพืชฉบับโรคและ
- แมลงศัตรูส้มในประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร.
- สิริวิภา โพธิ์หน่อทอง. 2526. เชื้อราในดินบริเวณรากส้มเขียวหวานที่เป็นโรครากเน่าโคนเน่าและวิธีการคัดเลือกต้น ต่อ ที่ ต่ า น ต่ า น เชื้อ รา *Phytophthora parasitica* Dastur. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมเดช กนกเมธากุล, ขวัญใจ กนกเมธากุล และเกษม สร้อยทอง. 2538. การศึกษาสารเคมีของเชื้อรา *Chaetomium cupreum*. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี 2538. ขอนแก่น. 28 หน้า.
- อำไพวรรณ ภราดรนิววัฒน์, วิชัย ก่อประดิษฐ์สกุล, สุวัฒน์ อรรถธรรม และนิพนธ์ ทวีชัย. 2536. โรคส้มในประเทศไทย. ภาควิชาโรคพืช, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Amemiya, Y., A. Kondo, K. Hirano, T. Hirukawa and T. Kato. 1994. Antifungal substances produced by *Chaetomium globosum*. Technical Bulletin, Faculty of Horticulture, Chiba University. 48: 13-18.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Bjorkman, M. J., L. M. Blanchard and G. E. Harman. 1998. Growth enhancement of shunken-2 (sh-2) sweet corn by *Trichoderma harzianum* 1295-22: Effect of environmental stress. Journal of the American Society for Horticultural Science. 123(1): 35-40.
- Bourbos, V., R. K. Saxena and S. Gogl. 1997. Biological control against *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* on tomato in a non-beated greenhouse: Integrated control in protected crops in the Mediterranean climate. Proceedings of the meeting at Tenerite, Canary Islands. 20(4): 58-62.
- Davis, R. W. 1982. Control of *Phytophthora* root and foot rot of citrus with systemic fungicide metalaxyl and fosethly aluminum. Plant Disease. 60: 218-20.
- Erwin, D. C., G. S. Bartnicki and P. H. Tsao. 1983. *Phytophthora*: Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology. Amer. Phytopathology. Soc. St. Pual. Minnesota, 392 p.
- Fawcett, H. S. 1963. Citrus Disease and Their Control. Mc Graw-Hill Book Company. New York. 656 p.
- Sandler, H. A., L. W. Timmer, J. H. Graham and S. E. Zitko. 1989. Effect of fungicide application of *Phytophthora parasitica* on feeder root densities and fruit yields of citrus trees. Plant Disease. 73: 902-906.
- Sodsart, P and K. Soyong. 1999. Biological control of black pepper root rot and basal stem rot in the field. The 5th International Conference on Plant Protection in the Tropics. 15-18 March 1999. Kuala Lumpur, Malaysia. 145-147.
- Usuan, P., K. Soyong, S. Kanukmedhakul, K. Kanukmedhakul, V. Kukongviriyapan, and M. Isobe. 1999. Integrated biological control of *Phytophthora* root of sweet orange using mycofungicide in Thailand. The 5th International Conference on Plant Protection in the Tropics. 15-16 March 1999. Kuala Lumpur, Malaysia 329-331.

Yano, A., K. Suzuki and H. Shinshi.
1999. A signaling pathway,
independent of the oxidative
burst that leads to

hypersensitive cell death in
cultural tobacco cells includes a
serine protease. *Plant Journal*.
18(1): 105–109.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ | นายวิเชียร ศีทอง

การศึกษา

พ.ศ. 2539 จบปริญญาตรี วทบ. (เกษตรศาสตร์)
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การฝึกอบรมต่างประเทศ

พค. 2543 - พย. 2543 ฝึกอบรมหลักสูตร Biological Control of Plant Pathogen in
Guangxi Green Harvest Compound Fertilizer Factory : Guilin Guangxi
province, P.R. China.

การทำงาน

พศ. 2539 เข้าทำงานเคมีเกษตร ตำแหน่งนักวิชาการ บริษัท อีคลิปส์ จำกัด
พศ. 2543 ทำงานเคมีเกษตร ตำแหน่งพนักงานขาย บริษัท แอ็กโกร (ประเทศไทย)
จำกัด
ปัจจุบัน ดำรงตำแหน่ง ฝ่ายวิชาการและส่งเสริมการขาย บริษัท ไทยเซ็นทรัลเคมี
จำกัด (มหาชน)