รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ตรวจสอบการดื้อของเชื้อราสาเหตุโรคพืชบางชนิดต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI

Detection of resistance in some phytopathogenic fungi to QoI fungicides

นางสาวพรประพา คงตระกูล

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ตรวจสอบการดื้อของเชื้อราสาเหตุโรคพืชบางชนิดต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI

Detection of resistance in some phytopathogenic fungi to QoI fungicides

นางสาวพรประพา คงตระกูล

b00264321
RC00024

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ ตรวจสอบการดื้อของเชื้อราสาเหตุโรคพืชบางชนิดต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI

Detection of resistance in some phytopathogenic fungi to QoI fungicides

แหล่งเงิน จากเงินงบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2560 **จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน** 399,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2559 ถึง 30 กันยายน 2560

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร. พรประพา คงตระกูล

หน่วยงานต้นสังกัด ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์

บทคัดย่อ

ทดสอบความต้านทานของเชื้อราสาเหตุโรคพืชบางชนิดต่อสารกำจัดเชื้อรา azoxystrobin , pyraclostrobin และ trifloxystrobin โดยประเมินจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อผสมสารเคมีแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้น 1, 10 และ 100 mg/l รวมกับ SHAM ที่ระดับความเข้มข้น 100 mg/l เพื่อคำนวณหาค่า EC_{50} โดยประเมินระดับความต้านทานดังนี้ คือ ระดับอ่อนแอ (S) แสดงค่า $EC_{50} < 10$ µl/ml, ระดับต้านทานปานกลาง (IR) แสดงค่าที่ $10 \geq EC_{50} \leq 100$ µl/ml และ ระดับต้านทาน (R) แสดงค่า $EC_{50} > 100$ µl/ml พบเชื้อรา *Colletotrichum* spp. สาเหตุโรคพริก ต้านทานระดับปานกลาง (IR) ต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา azoxystrobin อย่างไรก็ตามเชื้อราสาเหตุโรคพืชส่วนใหญ่อ่อนแอ (S) ต่อสารสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา quinone outside inhibitor

คำสำคัญ: ความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา, เชื้อราสาเหตุโรคพืช, สารเคมี quinone outside inhibitor

ABSTRACT

The sensitivity of phytopathogenic fungi to azoxystrobin (AZ), pyraclostrobin (PR) and trifloxystrobin (TF) was evaluated from the colony diameter on media amended with each fungicide at 0, 1, 10, and 100 mg/l of the active ingredient combined with SHAM at 100 mg/l, measured by EC_{50}. The level of sensitivity to fungicide was evaluated and grouped into three representative phenotype reactions which sensitive (S) at $EC_{50} \leq 10$ µl/ml, intermediately resistant (IR) at $10 > EC_{50} \leq 100$ µl/ml and resistant (R) at $EC_{50} > 100$ µl/ml. Only one isolates of *Colletotrichum* spp. causing chili were classified as the IR. However, almost tested phytopathogenic fungi were classified as the S to quinone outside inhibitor.

Keywords: fungicide resistance, phytopathogenic fungi, quinone outside inhibitor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ เกษตรกร ที่ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวก และสนับสนุน งานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ ที่อำนวยความสะดวก เครื่องมือและอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณนักศึกษาหลักสูตรพืชสวนทุกท่าน ที่เป็นส่วนสำคัญในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณคณะกรรมการวิจัย ที่ให้โอกาสการทำวิจัยครั้งนี้ ที่อำนวยความสะดวกแก่การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

"การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สัญญาเลขที่ A118-0260-076 จากเงินงบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560"

พรประพา คงตระกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	I
กิตติกรรมประกาศ	II
สารบัญ	III
สารบัญตาราง	V
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 แนวคิด ทฤษฎีหลักตามประเด็นให้ครอบคลุมเรื่องที่วิจัย	3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	7
3.1 เก็บรวบรวม และแยกเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจบางชนิด	7
3.2 ตรวจสอบการดื้อต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI ต่อการเจริญเติบโตทางเส้นใย	7
3.3 ตรวจสอบการดื้อต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI ต่อการงอกของสปอร์	9
3.4 การจัดระดับความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา	9
3.5 ตรวจสอบเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่ดื้อต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI ด้วยเทคนิคชีวโมเลกุล	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	
4.1 เก็บรวบรวม และแยกเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจบางชนิด	11
4.2 ตรวจสอบการดื้อต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI ต่อการเจริญเติบโตทางเส้นใย	14
4.3 ตรวจสอบการดื้อต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI ต่อการงอกของสปอร์	86
4.4 การจัดระดับความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา	104
4.5 ตรวจสอบเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่ดื้อต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI ด้วยเทคนิคชีวโมเลกุล	121
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	122
5.1 สรุปผลการวิจัย	122
5.2 ข้อเสนอแนะ	122
บทที่ 6 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย	123
เอกสารอ้างอิง	124
ภาคผนวก	125
ก. เอกสารหลักฐานอ้างอิงของผลผลิต จากบทที่ 6	126
ข. สรุปการใช้จ่ายเงิน	132
ประวัติผู้เขียน	133

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	Details of fungicide in this study.	8
3.2	Phenotype resistant levels of fungi to QoI fungicides.	9
4.1	Fungicide resistant assay of *Colletotrichum* spp. isolates causing chilli and mango anthracnose disease on PDA with quinone outside inhibitors.	15
4.2	Fungicide resistant assay of *Cercospora* spp. isolates causing leaf spot on lettuce from hydroponics on PDA with quinone outside inhibitors.	34
4.3	Fungicide resistant assay of *Alternaria* spp. isolates causing leaf spot on lettuce from hydroponics on PDA with quinone outside inhibitors.	48
4.4	Fungicide resistant assay of *Aspergillus* spp. isolates causing garlic on PDA with quinone outside inhibitors.	60
4.5	Fungicide resistant assay of *Phytophthora* spp. isolates causing durian disease on V8 agar with quinone outside inhibitors.	74
4.6	Spore germination of Colletotrichum spp. causing chilli and mango anthracnose disease on patato dextose agar with quinone outside inhibitors.	87
4.7	Spore germination of Cercospora spp. causing leave spot disease on patato dextose agar with quinone outside inhibitors.	92
4.8	Spore germination of *Alternaria* spp. causing leave spot disease on patato dextose agar with quinone outside inhibitors.	95
4.9	Spore germination of Aspergillus spp. isolates causing garlic disease on PDA with quinone outside inhibitors.	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.10	Spore germination of Phytophthora spp. causing durian disease on V8 agar with quinone outside inhibitors.	101
4.11	Fungicide regression equation, coefficient of determination (R2), sensitivity and 50% effective concentration of mycelium growth (EC50) of Colletotrichum spp.	105
4.12	Fungicide resistant assay of Cercospora spp causing leaf spot on lettuce from hydroponics on patato dextose agar with fungicide.	109
4.13	Fungicide resistant assay of Alternaria spp. causing leaf spot on lettuce from hydroponics on patato dextose agar with fungicide.	112
4.14	Fungicide resistant assay of Aspergillus spp. isolates causing garlic disease on PDA with quinone outside inhibitors.	115
4.15	Fungicide regression equation, coefficient of determination (R2), sensitivity and 50% effective concentration of mycelium growth (EC50) of Phytophthora spp.	118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	Symptoms on host and colony and spores of pathogen in this study.	13
4.2	Fungicide resistant assay of *Colletotrichum* spp. isolates causing chilli and mango anthracnose disease on PDA with quinone outside inhibitors.	18
4.3	Fungicide resistant assay of *Cercospora* spp. isolates causing leaf spot on PDA with quinone outside inhibitors.	37
4.4	Fungicide resistant assays of *Alternaria* spp. isolates leaf spot causing on lettuce from hydroponics on PDA amended with quinone outside inhibitors.	50
4.5	Fungicide resistant assay of *Aspergillus* spp. isolates causing garlic disease on PDA with quinone outside inhibitors.	63
4.6	Fungicide resistant assay of *Phytophthora* spp. isolates causing durian disease on V8 agar with quinone outside inhibitors.	76
4.7	Amplification of the partial ITS region for species identification of fungal pathogen isolates by PCR using primers of ITS4 and ITS5	121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นผู้นำด้านการผลิตพืชหลายชนิด เช่น ข้าว ยางพารา ไม้ผล และพืชผัก เป็นต้น สิ่งหนึ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้คือปัญหาด้านโรคพืชที่ส่งผลให้มูลค่าทางเศรษฐกิจของผลผลิตลดลง ปัญหานี้มีความสำคัญต่อระบบการผลิตพืชทุกพื้นที่ที่มีการเพาะปลูก เพราะนอกจากจะทำให้ผลผลิตลดลงแล้ว ยังส่งผลให้ผลผลิตไม่ได้คุณภาพ สาเหตุเกิดจากสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งไม่มีชีวิตโดยจะพบพืชเป็นโรคที่เกิดจากสาเหตุสิ่งมีชีวิตบ่อยและรุนแรงกว่าพืชเป็นโรคที่เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต เพราะสิ่งมีชีวิตสามารถแพร่ระบาดทำความเสียหายให้แก่พืชเป็นวงกว้าง โดยพบว่าส่งมีชีวิตจำพวกเชื้อราเป็นสาเหตุหลักที่ก่อความเสียหายกับพืชได้เกือบทุกชนิด และพืชแต่ละชนิดส่วนใหญ่จะมีโรคที่เกิดจากเชื้อราอย่างน้อย 1 โรค หรือบางชนิดก็มีหลายโรค โดยพบว่าเชื้อรามากกว่า 10,000 สปีชีส์ ก่อให้เกิดโรคพืช (Agrios, 2004) ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีการศึกษาค้นคว้าวิจัยเพื่อจัดการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชเหล่านี้ด้วยกันหลายวิธี เช่น วิธีเขตกรรม ชีววิธี พันธุ์ต้านทาน และการใช้สารป้องกันและกำจัดเชื้อรา (fungicides) เป็นต้น

สำหรับประเทศไทยมีการนำเข้าและผลิตสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราหลายสิบปี เพราะเกษตรกรส่วนใหญ่เชื่อว่าการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดเชื้อราสาเหตุโรคพืชเป็นวิธีที่สะดวก เห็นผลเร็วกว่าวิธีอื่น จึงยังคงมีการใช้จนถึงปัจจุบัน จะเห็นได้ว่าช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2553-2557) มีมูลค่าการนำเข้าสารป้องกันและกำจัดเชื้อรามีมูลค่าเพิ่มขึ้นทุกปี โดยเพิ่มจาก 2,537 ล้านบาทในปี 2553 เป็น 3,883 ล้านบาทในปี 2557 สำหรับสารเคมีกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI (strobilurin) เช่น azoxystrobin พบว่าช่วงพ.ศ. 2548-2557 ถูกจัดอยู่ในกลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืชที่มีมูลค่าการนำเข้าสูงติดอันดับ 1 ใน 10 ตลอดเกือบ 10 ปี มูลค่าปีละเกือบ 300 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2558) สารเคมีชนิดนี้มีการนำไปใช้ในหลายประเทศ เพราะสามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้หลายชนิด สารเคมีกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI ซึ่งเป็นสารชนิดดูดซึม (systemic fungicides) ที่มีกลไกทางชีวเคมีที่จำเพาะ (specificmechanism of biochemical action) และมีความเป็นพิษจำเพาะเจาะจงสูง ออกฤทธิ์โดยเข้ารบกวนระบบหายใจของเชื้อรา เนื่องด้วยลักษณะการออกฤทธิ์แบบจำเพาะนี้ประกอบกับการใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ส่งผลให้เชื้อราปรับตัวเองเพื่อความอยู่รอดจนเกิดการกลายพันธุ์ที่ดื้อต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา (ธรรมศักดิ์, 2543; Lee et al., 1999) เมื่อเกษตรกรยังใช้สารเคมีดังกล่าว เชื้อราที่กลายพันธุ์จะยังคงอยู่รอดได้ และลักษณะการกลายพันธุ์นี้สามารถถ่ายทอดสู่รุ่นลูกหลานได้ ทำให้เกษตรกรประสบปัญหาแบบไม่รู้ตัว เพราะถึงแม้เกษตรกรยังคงมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราสาเหตุโรคพืชต่อเนื่องเป็นประจำก็ไม่สามารถควบคุมการแพร่ระบาดของโรคได้ เพราะอาจมีเชื้อราบางส่วนได้กลายพันธุ์ที่ดื้อต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราเกิดขึ้นภายในแปลงปลูกส่งผลให้ต้องสิ้นเปลืองเงินและเวลาในการป้องกันกำจัดโรค นอกจากนี้ Fungicide Resistance Action Committee (2013) รายงานว่ามีการดื้อข้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(cross resistance) ภายในกลุ่ม QoI โดยงานวิจัยครั้งนี้ได้ทดลอบกับสารเคมีกำจัดกลุ่ม QoI 3 ชนิดคือ ปัจจุบันเทคนิคทางชีวโมเลกุลได้เข้ามามีบทบาทเพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านโรคพืชนำมาซึ่งความรวดเร็วและแม่นยำในการตรวจสอบ สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบระดับการดื้อของเชื้อราสาเหตุโรคพืชต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ และตรวจสอบการดื้อดังกล่าวในระดับชีวโมเลกุล โดยจะวิเคราะห์ลำดับนิวคลิโอไทด์เพื่อศึกษา point mutation และตรวจสอบการดื้อของเชื้อราสาเหตุโรคพืชต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI ด้วยเทคนิค PCR-RELP เพื่อเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรและนักโรคพืชต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อตรวจสอบระดับความดื้อ และ ดื้อข้ามของเชื้อราสาเหตุโรคพืชบางชนิดต่อสารเคมีกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI

2. เพื่อตรวจสอบความดื้อของเชื้อราสาเหตุโรคพืชบางชนิดต่อสารเคมีกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI โดยวิเคราะห์ลำดับนิวคลิโอไทด์ และเทคนิค PCR-RFLP

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

เก็บรวบรวมและแยกสปอร์เดี่ยวของเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เพื่อตรวจสอบการดื้อของเชื้อราสาเหตุโรคพืชดังกล่าวต่อสารกำจัดเชื้อรา QoI ต่อการเจริญเติบโตทางเส้นใยและการงอกของสปอร์พร้อมทั้งตรวจสอบระดับโมเลกุลโดยวิเคราะห์ลำดับนิวคลิโอไทด์เพื่อศึกษา point mutation และตรวจสอบการดื้อของเชื้อราสาเหตุโรคพืชต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI ด้วยเทคนิค PCR-RFLP เพื่อความรวดเร็วและแม่นยำในการตรวจสอบการดื้อของเชื้อราสาเหตุโรคพืชดังกล่าวต่อสารกำจัดเชื้อรา QoI

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถตรวจสอบระดับความดื้อของเชื้อราสาเหตุโรคพืชบางชนิดต่อสารเคมีกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI และสามารถตรวจสอบวิเคราะห์ลำดับนิวคลิโอไทด์ของเชื้อราสาเหตุโรคพืชบางชนิดต่อสารเคมีกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI โดยเทคนิค PCR-RFLP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิด ทฤษฎีหลักตามประเด็นให้ครอบคลุมเรื่องที่วิจัย

ตลอดหลายสิบปีที่ผ่านมา ประเทศไทยนำเข้า azoxystrobin ซึ่งจัดอยู่ในสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI มีมูลค่าหลายร้อยล้านบาทต่อปี แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรไทยได้ใช้สารเคมีชนิดนี้สืบเนื่องกันมาเป็นเวลานาน และคาดการณ์ว่าน่าจะมีแนวโน้มของมูลค่าการนำเข้าเพิ่มขึ้นทุกปี เกิดความสูญเสียแบบไม่รู้ตัว เช่น เกษตรกรสูญเสียเงินและเวลา ผู้บริโภคและเกษตรกรอาจสูญเสียสุขภาพ รวมถึงผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ทางผู้วิจัยตระหนักถึงผลเสียดังกล่าว จึงมีแนวคิด ดังนี้

1. น่าจะมีเชื้อราสาเหตุโรคพืชกลายพันธุ์ที่ดื้อต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราชนิดนี้เกิดขึ้นแล้ว เพราะฉะนั้นนักโรคพืชมีหน้าที่ต้องพิสูจน์เพื่อตรวจสอบในเชิงวิทยาศาสตร์ให้ประจักษ์แก่เกษตรกรไทย เพื่อตระหนักถึงการใช้สารเคมีชนิดนี้ รวมทั้งความสิ้นเปลืองเงินและเวลาในการใช้สารเคมีชนิดนี้ และผลเสียต่างๆ ที่กล่าวเบื้องต้น

2. และพิสูจน์การดื้อข้าม (cross resistance) ของสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI หากพบว่าเชื้อราดื้อต่อสารกำจัด azoxystrobin เชื้อราชนิดนั้นก็จะดื้อต่อสารชนิดอื่น (pyraclostrobin trifloxystrobin และ kresoxin-methyl) ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 สารกำจัดเชื้อรากลุ่ม quinone outside inhibitors fungicides (QoI fungicides) หรือ strobilurin

ในปี ค.ศ. 1977 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ได้สกัดสาร strobilurin A จากเห็ด *Strobilurus tenacellus* (wood-rotting mushroom fungi) อย่างไรก็ตามปัจจุบันนักเคมีได้สังเคราะห์สารเคมีชนิดเชิงอุตสาหกรรมขึ้นมาใช้เชิงการค้า เรียกว่า quinone outside inhibitors fungicides (QoI fungicides) โดย azoxystrobin วางจำหน่ายครั้งแรกใน ค.ศ. 1996 ในสหรัฐอเมริกา และ มีอีก 5 ชนิดตามมา คือ trifloxystrobin, kresoxim-methyl, pyraclostrobin, famoxadone และ fenamidone สารเคมีกลุ่มนี้มีความสำคัญต่อการควบคุมโรคพืช เพราะสามารถควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้กว้างหลายกลุ่ม เช่น ascomycetes, basidiomycetes, deuteromycetes and oomycetes ซึ่งก่อให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคราน้ำค้าง (downy mildews), โรคราแป้ง (powdery mildews), โคใบจุดใบไหม้ (leaf spotting and blighting), ผลเน่า (fruit rotters), และ ราสนิม (rusts) โดยสามารถใช้กับพืชได้หลายชนิด เช่น ธัญพืช, ไม้ผล, ผัก, หญ้าสนาม, และไม้ดอกไม้ประดับ และอาจยับยั้งเชื้อราที่อาศัยในธรรมชาติด้วย (Ishii, 2006; Fernández-Qrtuño et al., 2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 กลไกของสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI (mode of action)

โดยสารเคมีชนิดนี้จะเป็นตัวขัดขวางกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนของกระบวนการหายใจซึ่งเกิดขึ้นในเยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย เป็นกระบวนการที่เกิดต่อเนื่องจากวัฏจักรเครบส์ แหล่งของอิเล็กตรอนคือ NADH และ $FADH_2$ ซึ่งเมื่อถูกออกซิไดซ์ อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะถูกส่งต่อเป็นทอดๆ ผ่านตัวนำอิเล็กตรอนหลายตัว ไปจนถึงปลายสุดของระบบ อิเล็กตรอนจะไปรีดิวซ์ O_2 ให้เป็น H_2O การถ่ายทอดอิเล็กตรอนจะเกิดขึ้นเป็นทอดๆ ผ่านตัวนำอิเล็กตรอนซึ่งเป็นกลุ่มของโปรตีน (ซึ่งหลายตัวเป็นเอนไซม์) และมีโคเอนไซม์ และโคแฟคเตอร์หลายตัวรวมอยู่ด้วยกัน กลุ่มโปรตีนเหล่านี้ ได้แก่ complex I, II, III และ IV ฝังตัวอยู่บนเยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย โดยสารกำจัดเชื้อรา QoI มีความจำเพาะเจาะจงบริเวณ Qo site ของ cytochrome *bc1* enzyme complex (complex III) ชนิดของสารเคมีที่พบว่าขึ้นทะเบียนในประเทศไทยได้แก่ azoxystrobin, pyraclostrobin, kresoxin-methyl, trifloxystrobin, famoxadone และ fenamidone (Ishii, 2006; Fernández-Ortuño et al., 2008) ตัวอย่างสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม quinone outside inhibitors fungicides ที่ขึ้นทะเบียนในประเทศไทย ดังนี้

	Classes (Chemical group)	Common name	Trade name	Company
1.	Methoxy-acrylates	azoxystrobin	Amistar®	Syngenta
2.	Methoxycarbamates	pyraclostrobin	Headline®	BASF
3.	Oximinoacetates	kresoxin-methyl	Stroby®	BASF
		trifloxystrobin	Flint®	Bayer
4.	Oxazolidinediones	famoxadone (+cymoxanil)	Equation®	Dupont
5.	Imidazolinones	fenamidone (+mancozeb)	Secure®	Bayer

2.2.3 พัฒนาการการดื้อของเชื้อราสาเหตุโรคพืชต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI

การพัฒนาการดื้อเกี่ยวข้องกับการใช้สารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI สารกลุ่มนี้เริ่มใช้ เมื่อ ค.ศ. 1996 Ishii (2006) รายงานว่ามีเชื้อราที่ดื้อต่อสารเคมีกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI มากกว่า 20 ชนิด พบทั้งประเทศในเขต Europe, Asia, และ North American ตัวอย่างเช่น ในสหรัฐอเมริกา พบรายงานครั้งแรกเมื่อ ค.ศ. 2000 ว่าเชื้อรา *Magnaporthe grisea* ดื้อต่อ azoxystobin โดยตรวจสอบจากโรคของหญ้าในสนามกอล์ฟ นอกจากนี้ก็มีการตรวจสอบเชื้อราอื่นๆ ที่ดื้อต่อ azoxystrobin เช่น *Alternaria alternata, A. tenuissima,* and *A. arborescens* สาเหตุโรค alternaria blight ของ pistachio (Ma 2003), *A. solani* สาเหตุโรค early blight ของมันฝรั่ง (Pasche 2004), *A. mali* สาเหตุโรค Alternara blotch ของ apple (Lu 2003), *Didymella bryoniae* สาเหตุโรค gummy stem blight ของ cucurbits (Langston 2002), *P. aphanidermatum* สาเหตุโรค Pythium blight ของหญ้า (Gisi 2002), *C. graminicola* สาเหตุโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Anthracnose ของหญ้า (Avila-Adame 2003), and *Uncinula necator* สาเหตุโรค powery mildew ขององุ่น Fungicide Resistance Action Committee (2013) รายงานว่า การใช้สารเคมีชนิดนี้มีความเสี่ยงระดับสูงต่อการพัฒนาการดื้อของเชื้อรา และเชื้อรายังสามารถดื้อข้าม (cross resistance) ต่อสารกำจัดเชื้อราชนิดอื่นในกลุ่มนี้ด้วย

2.2.4 กลไกการดื้อของสารเคมีกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoIs

- **เกิดการกลายพันธุ์ในยีน cytochrome *b* (*CYTB*)**

เกิด point mutation ที่ตำแหน่ง G143A และ F129L บนยีน cytochrome *b* gene ของเชื้อรา สาเหตุโรคพืชทำให้โปรตีนเปลี่ยน ส่งผลให้สารเคมีกำจัดเชื้อราไม่มีจุดเข้าไปจับกับตัวเชื้อรา เกิดการเปลี่ยนแปลงดังนี้

- ตำแหน่งที่ 143 เปลี่ยนจาก glycine เป็น alanine (G143A)
- ตำแหน่งที่ 137 เปลี่ยนจาก glycine เป็น arginine (G137R)
- ตำแหน่งที่ 129 เปลี่ยนจาก phenylalanine เป็น leucine (F129L)

โดยพบว่าการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่ G143A ในเชื้อราสาเหตุโรคมากกว่าตำแหน่งที่ F129L และพบว่าเชื้อราที่มีการเปลี่ยนแปลง ณ ตำแหน่งที่ G143A แสดงความดื้อสูง (high resistance) กว่าตำแหน่งที่ F129L หรือ G137R (moderate resistance) (Ishii, 2006; Fernández-Ortuño et al., 2008; Fungicide Resistance Action Committee, 2013)

- **Alternative respiration**

กลไกที่สองของการดื้อต่อสารกำจัดเชื้อรา QoI เกิดจากธรรมชาติที่มีการยับยั้งการแสดงออกของการหายใจ (alternative respiration) (Joseph-Horne 2000, 2001; Köller 2001; Vanlerberghe 1997) ความแตกต่างที่เห็นได้ชัดระหว่างการตอบสนองการหายใจพึ่งทางเลือกในระหว่างขั้นตอน saprophytic และเชื้อสาเหตุที่ทำให้เกิดโรค ได้รับการอธิบายโดยสมมติว่าสารต้านอนุมูลอิสระจากพืชที่มีอยู่ในพืชจะมีกลไกนี้ในระหว่างขั้นตอนการติดเชื้อโดยการ reaction ออกซิเจน เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นปฏิกิริยาของการหายใจทางเลือก (Ishii, 2006; Fernández-Ortuño et al., 2008; Fungicide Resistance Action Committee, 2013)

- **Efflux Transporters**

เป็นกลไกการดื้อที่เกิดจากการสะสมสารพิษในเซลของเชื้อรา เกิด membrane-bound protein ที่รู้ว่าต้องป้องกันเพื่อต่อต้าน สารพิษต่างๆ ซึ่งเกิดจาก ATP-binding cassette (ABC) transporters และ major facilitator superfamily (MFS) ซึ่งเป็น efflux pump มีความสำคัญต่อเชื้อราที่ต่อต้านสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้องกันกำจัดเชื้อรา ซึ่งมีรายงานแต่ยังไม่ชัดเจน (Ishii, 2006; Fernández-Qrtuño et al., 2008; Fungicide Resistance Action Committee, 2013)

2.2.5 งานวิจัยการดื้อของสารเคมีกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoIs

Ishii et al. (2001) ได้ศึกษาการดื้อต่อสารเคมีกำจัดเชื้อรา azoxystrobin และ kresoxim-methyl ของเชื้อราสาเหตุโรคราแป้งและโรคราน้ำค้างของแตง ในประเทศญี่ปุ่น ช่วงปี ค.ศ. 1998-1999 พบว่าเชื้อราสาเหตุทั้งสองโรคดื้อต่อสารเคมีกำจัดเชื้อรา azoxystrobin และ kresoxim-methyl จัดอยู่ในระดับสูง (highly resistant) และพบ single point mutation ในยีน cytochrome *b* ตำแหน่งที่ 143 ของเชื้อราน้ำค้าง แต่ไม่พบในเชื้อราแป้ง

Pasche et al. (2004) ศึกษาเชื้อรา *Alternaria solani* สาเหตุโรคใบไหม้ของมันฝรั่ง ช่วงปี ค.ศ. 1998-2001 ในประเทศสหรัฐอเมริกา ทดสอบกับสารเคมีกำจัดเชื้อรา azoxystrobin และ ศึกษา cross-sensitivity ต่อ สารเคมีกำจัดเชื้อรา pyraclostrobin และ trifloxystrobin พบว่า เชื้อรา *A. solani* บางไอโซเลท cross-sensitivity ระหว่าง สารเคมีกำจัดเชื้อรา azoxystrobin, pyraclostrobin และ trifloxystrobin

Ishii et al. (2007) ตรวจสอบลักษณะทางชีวโมเลกุลของเชื้อรา *Corynespora cassiicola* สาเหตุใบจุดแตงกวา และโรคของมะเขือยาวสาเหตุจากเชื้อรา *Mycovellosiella nattrassii* ต่อการดื้อกับสารเคมีกำจัดเชื้อรา QoI พบ point mutation ในยีน cytochrome *b* ตำแหน่งที่ 143 เปลี่ยนจาก GGT หรือ GGA ใน wild type เป็น GCT หรือ GCA ใน mutant type นอกจากนี้ศึกษาโดยวิธี polymerase chain reaction restriction fragment length polymorphism (PCR-RFLP) โดยเอ็นไซม์ตัดจำเพาะ *Ital*

Ishii et al. (2009) ตรวจสอบเชื้อรา *Botrytis cinerea* สาเหตุโรคของส้ม และสเตอเบอร์รี่ ต่อการดื้อของสารเคมีกำจัดเชื้อรา QoI พบว่า conventional RFLP และ วิเคราะห์ลำดับนิวคลิโอไทด์สามารถตรวจสอบการดื้อของเชื้อรา *B. cinerea* ต่อสารเคมีกำจัดเชื้อรา QoI

Asadollahi et al. (2013) ศึกษาการดื้อของเชื้อรา *B. cinerea* สาเหตุโรคพืชบางชนิดในประเทศฮังการี ช่วงปี ค.ศ. 2008-2009 พบว่าเชื้อราที่ดื้อต่อสารเคมีกำจัดเชื้อรา azoxystrobin ในระดับ highly resistant แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม I พบ point mutation ในยีน cytochrome *b* ตำแหน่งที่ 143 เปลี่ยนจาก glycine เป็น alanine (G143A) และ กลุ่ม II ไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เก็บรวบรวม และแยกเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจบางชนิด

กลุ่มเชื้อราสาเหตุโรคพืชเป้าหมาย

1. เชื้อรา *Colletotrichum* spp. สาเหตุโรค anthracnose ของพริกและมะม่วง
2. เชื้อรา *Cercospora* spp. สาเหตุโรคใบจุดของผักสลัด
3. เชื้อรา *Alternaria* spp. สาเหตุโรคใบจุดของผักสลัด
4. เชื้อรา *Aspergillus* spp. สาเหตุโรคกลีบเน่าของกระเทียม
5. เชื้อรา *Phytophthora* spp. สาเหตุโรคราก โคน ผลเน่า ของทุเรียน

ทำการเก็บรวบรวมเชื้อราเหตุโรคพืช ทำการแยกเชื้อราด้วยวิธี tissue transplanting technique บนอาหาร water agar (WA) ยกเว้น เชื้อรา *Phytophthora* spp. สาเหตุโรคราก โคน ผลเน่า ของทุเรียน แยกบนอาหาร V8 selective media เพื่อแยกเชื้อบริสุทธิ์บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2-3 วัน เมื่อสังเกตเห็นเส้นใยเชื้อราบางๆ เจริญออกมาใช้ cock borer ตัดปลายเส้นใยบริเวณขอบโคโลนีวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (potato dextrose agar) บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นทำการย้ายเชื้อลงบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) เพื่อเตรียมไว้ทำการแยกสปอร์เดี่ยว (single spore isolation) หรือ เส้นใยเดี่ยว (single hypha tip) โดยนำสปอร์จากโคโลนีของราใสในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อเพื่อเตรียม spores suspension เขย่าให้เข้ากันและนำ spores suspension ที่ได้ไปเกลี่ยบนผิวหน้าอาหาร WA หรืออาหารอื่นที่เหมาะสมบ่มในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ ใช้เข็มที่สะอาดย้ายสปอร์ที่งอกไปวางบนอาหารที่เหมาะสม เพื่อทำการทดลองต่อไป

3.2 ตรวจสอบการดื้อต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI ต่อการเจริญเติบโตทางเส้นใย

ทำการผสมสารกำจัดเชื้อราแต่ละชนิด azoxystrobin (AZ), pyraclostrobin (PR) และ trifloxystrobin (TF) แสดงรายละเอียดของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราแต่ละชนิดที่ใช้ในการทดลองนี้ ใน Table 3.1 ผสมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ยกเว้น เชื้อรา *Phytophthora* spp. ทดสอบบนอาหาร V8 ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 10 และ 100 mg/l ทดสอบร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ที่ความเข้มข้น 100 mg/l ซึ่งเป็น alternative oxidase (AOX inhibition) (SHAM is used to block the alternative respiration pathway)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3.1 Details of fungicide in this study.

Chemical name	Chemical group	Trade name	Active Ingredient	Application dose	Manufacture
azoxystrobin	methoxy-acrylates	Amistar	25% W/V SC	5-6g/20L	syngenta
pyraclostrobin	methoxy-carbamates	Headline®	25% W/V EC	10-20ml/20L	agcelence
trifloxystrobin	oximino acetates	Flint®	50% WG	5-6g/20L	Bayer CropScience

การเตรียม stock ของสารละลาย SHAM ที่ความเข้มข้น 10,000 µg/ml ชั่ง SHAM 100 mg ละลายใน methanol 1 ml นำไปอุ่นใน water bath ที่ 37°C เป็นเวลา 1-2 นาที โดยจะต้องให้ความเข้มข้นสุดท้ายของ methanol เมื่อผสมกับอาหารเลี้ยงเชื้ออยู่ที่ 0.1 %

ทำการย้ายชิ้นเชื้อ (mycelial plug) ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อตามกรรมวิธีต่างๆ จำนวน 5 ซ้ำ บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องจนชุดควบคุมเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยมีจำนวน 8 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ

Treatments	Salicylhydroxamic acid (SHAM)	Qol fungicides (Fg)
1 (control)	-SHAM	-Fg
2		+Fg 1 mg/l
3		+Fg 10 m/l
4		+Fg 100 m/l
5	+SHAM 100 mg/l	-Fg
6		+Fg 1 mg/l
7		+Fg 10 m/l
8		+Fg 100 m/l

บันทึกผลการทดลอง

1. วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี

2. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตทางเส้นใย เพื่อเปรียบเทียบลักษณะโคโลนีกับชุดการควบคุม ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา} = \frac{\text{ชุดควบคุม} - \text{ชุดทดสอบ}}{\text{ชุดควบคุม}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ตรวจสอบการดื้อต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI ต่อการงอกของสปอร์

เลี้ยงเชื้อราเพื่อกระตุ้นการสร้างสปอร์ เก็บสปอร์โดยนำน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อปริมาตร 100 ml หยด Tween 20 ประมาณ 5 หยด ให้ได้สปอร์จำนวน $1x10^5$ spores/ml จากนั้นนำสปอร์ที่ได้ ปริมาตร 500 µl เทลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารกำจัดเชื้อราแต่ละชนิด AZ, PR และ TF ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เกลี่ยให้ทั่วทิ้งไว้ให้แห้ง บ่มทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง นับจำนวนสปอร์ที่งอก กล่าวคือ

\+ = 50 % of spore germination

\- = 50 % of spore germination

3.4 การจัดระดับความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา

นำผลการทดลองมาแสดงกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้น โดยให้แกนนอน (แกน x) เป็นค่า log ของความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่ใช้ทดสอบ และแกนตั้ง (แกน y) เป็นค่าเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา จากนั้นแทนค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโต จะได้ค่าความเข้มข้นนำมาหาค่า antilog จะได้ความเข้มข้นของสารเคมีที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามสมการ

$$y = a\ln(x) + b$$

y = เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา

x = ความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 50 เปอร์เซ็นต์

โดยนำค่า EC_{50} ที่คำนวณได้จากสมการดังกล่าว มาจัดระดับความต้านทานดังแสดงใน Table 3.2

Table 3.2 Phenotype resistant levels of fungi to QoI fungicides.

Levels	Effective Concentration (mg/l)
Sensitive (S)	$EC_{50} \leq 10$
Intermediately resistant (IR)	$10 > EC_{50} \leq 100$
Resistant (R)	$EC_{50} > 100$

Sources: modified from Asadollahi et al. (2013); Corio-Costet (2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ตรวจสอบเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่ดื้อต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI ด้วยเทคนิคชีวโมเลกุล

3.5.1 การสกัด DNA

ทำการสกัด DNA ตามวิธีของ Uzuhashi et al. (2008) โดยทำการบดเส้นใยใส่ใน 20 µl ของ extraction buffer [ประกอบด้วย 10 mM Tris-HCl pH 8.3, 1.5 mM MgCl2, 50 mM KCl, 0.01 % sodium dodecyl sulphate (SDS), 0.01 % Proteinase K] นำไปบ่มที่ 37^{0}C เป็นเวลา 60 นาที และที่ 95^{0}C เป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้น เติมน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อปริมาณ 30 µl และนำสารละลาย DNA ใช้ในการ PCR Amplification

3.5.2 ตรวจสอบระดับโมเลกุลโดยใช้เทคนิค polymerese chain reaction (PCR) เพื่อวิเคราะห์ point mutation บนยีน cytochrome *b*

เพิ่มปริมาณบางส่วนของยีน *cyt b*: ทำการเพิ่มปริมาณ DNA ที่สกัดแยกได้ตรงบริเวณบางส่วนของยีน *cyt b* โดยใช้ gene-specific PCR primer ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อราสาเหตุโรคพืช เพิ่มปริมาณ DNA ด้วยเครื่อง programmable thermal control จากนั้นทำการตรวจวิเคราะห์ผลด้วยวิธี gel electrophoresis บน 1 % agarose grl โดยนำผลผลิตจาก PCR ปริมาตร 5 µl ผสม loading dye 2 µl ด้วยความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 vote เป็นเวลา 20-30 นาทีจากนั้นย้อมแถบ DNA ด้วย ethidium bromide นาน 10 นาทีล้างด้วยน้ำนาน 10 นาที นำแผ่นเจลไปตรวจดูแถบ DNA ภายใต้แสงอุลตร้าไวโอเลต (ultraviolet) และทำการบันทึกภาพ นำ PCR product ส่งวิเคราะห์ลำดับนิวคลิโอไทด์ และนำข้อมูลนิวคลิโอไทด์ที่ได้ทั้งหมดเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank จาก National Center for Biotechnoloy Information (NCBI) โดยเข้าไปที่ http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ เข้าไปในส่วนของ Blast ลอก nucleotide blast นำข้อมูลนิวคลิโอไทด์ที่ได้จากข้างต้นวางลงในโปรแกรมช่องหน้าต่าง enter query sequence แล้วเลือก Other (nr ect.) และ nucleotide collection (nr/nt) ในช่องหน้าต่าง Program Selection จากนั้นเปรียบเทียบความเหมือนของลำดับ นิวคลิโอไทด์ (sequence alignment) โดยเลือกคำสั่ง Blast จะได้ข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบลำดับนิวคลิโอไทด์ออกมา

3.5.3 ตรวจสอบระดับโมเลกุลโดยใช้เทคนิค polymerase chain reaction (PCR-RFLP)

นำ PCR product มาบ่มกับ enzyme ตัดจำเพาะ ตามวิธีของ Asadollahi et al. (2013) เพื่อยืนยันเชื้อราที่ดื้อต่อ QoI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 เก็บรวบรวม และแยกเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจบางชนิด

4.1.1 โรค anthracnose ของพริกและมะม่วง

จากการเก็บตัวอย่างพริกที่แสดงอาการโรคแอนแทรคโนส คือ บริเวณบนผล มีลักษณะคล้ายรูปวงแหวน บริเวณที่เกิดโรคจะแห้งและบุ๋มลงเล็กน้อย และบริเวณที่เกิดโรคจะเน่าเละกระจายบริเวณกว้าง โดยทั้ง 2 ลักษณะอาการจะพบกลุ่มสปอร์สีส้ม หรือสีดำ จากนั้นจะเริ่มขยายกว้างทั้งผลพริกและ ส่งผลทำให้ผลพริกเน่า แห้งทั้งผล และเก็บตัวอย่างของผลมะม่วงที่แสดงอาการโรคแอนแทรคโนส พบว่า ลักษณะการเกิดจุดดำกระจายอยู่ทั่วบริเวณบนผลมะม่วง และจะมีการกระจายตัวกว้างขึ้น บริเวณตรงกลางจะบุ๋มเมื่อมะม่วงสุกงอมมาก และยังมีกลุ่มสปอร์สีส้ม โดยเนื้อเยื่อบริเวณนั้นจะมีลักษณะเน่าดำ และจะเริ่มเน่าเหี่ยวทั้งผล จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้มาทำการแยกเชื้อด้วยวิธี tissue transplanting technique ด้วยอาหาร water agar (WA) บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5-7 วัน จากนั้นใช้ cork borer ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร เจาะบริเวณปลายเส้นใย แล้วใช้เข็มเขี่ยที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยการลนไฟแล้ว ย้ายวุ้นไปวางลงบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) เพื่อแยกเชื้อบริสุทธิ์ของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. จำนวน 15 ไอโซเลท พบว่า เมื่อเชื้อราเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar พบว่า เส้นใยอ่อนของเชื้อรามีสีขาวจะค่อยๆเปลี่ยน ขาวอมเทา ฟูเล็กน้อย โดยบางไอโซเลทจะมีกลุ่ม conidia มีสีส้ม หรือ สีดำ บริเวณจุดกลางของโคโลนี เจริญเต็มจานเลี้ยงเชื้อประมาณ 5-7 วัน จากนั้นตรวจสอบเส้นใยและ spore ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า ลักษณะเส้นใยจะมีผนังกั้น ซึ่งเป็นลักษณะที่พบได้ในเชื้อรา *Colletotrichum* spp. (Figure 4.1 A, B) ตรงตามรายงานของ สุดารัตน์ และ เพชรรัตน์ (2552) พรประพา และสรัญยา (2553); พรพิมล และคณะ (2554); Prihastuti *et al.*(2009)

4.1.2. โรคใบจุดของผักสลัด

จากการเก็บรวบรวมตัวอย่างผักสลัดที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ ที่แสดงอาการโรคใบจุด โดยเก็บตัวอย่างโรคใบจุดบนผักสลัดทั้งหมด 6 ชนิดคือ Red coral, Butter head, Red oak, Green oak, Green crossและ Frill ice iceberg สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Cercospora* spp. และ *Alternaria* spp. โดยใบจุดมีลักษณะอาการโรคที่เกิดจากเชื้อ *Cercospora* spp. เป็นจุดเล็กๆสีน้ำตาล ขนาดประมาณ 3-5 มิลลิเมตร ขอบแผลมีรูปร่างหยักถึงกลม มีขอบออกสีม่วงล้อมรอบ จากนั้นบริเวณกลางแผลจะเปลี่ยนเป็นสีเทา ในผักกาดหอม หรือผักสลัดจะเห็นเป็นแผลรูปร่างไม่แน่นอนสีดำ ตรงกลางแผลมีจุดสีเทาคล้ายตากบและแยกเชื้อราโดยบนอาหาร PDA ได้ *Cercospora* spp. จำนวน 10 ไอโซเลต (Figure 4.1 C) ลักษณะอาการโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เกิดจากเชื้อ *Alternaria* spp. เป็นจุดมีสีน้ำตาลดำถึงดำ มีแผลขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีวงล้อมรอบ (concentric ring) ทำให้มองเห็นคล้ายเป้ากระสุน จึงเรียกว่า โรคใบจุดเป้ากระสุนโดยใบพืชที่อยู่ด้านล่างที่แก่มักจะเกิดอาการติดเชื้อก่อน แล้วลุกลามไปด้านบน ทำให้ใบส่วนอื่นๆ เปลี่ยนเป็นสีเหลือง *Alternaria* spp. จำนวน 10 ไอโซเลต (Figure 4.1 D)

4.1.3. โรคกลีบเน่าของกระเทียม

จากการเก็บตัวอย่างกระเทียมที่เป็นโรคเน่า มีลักษณะอาการมีราสีดำขึ้นเป็นกลุ่มบนกลีบของกระเทียม เนื้อเยื่อที่ราขึ้นจะเน่าเปื่อยและขยายวงกว้างขึ้นเรื่อยๆ (Figure 4.1) นำกระเทียมที่เป็นโรคเน่ามาทำการแยกด้วยวิธี tissue transplanting technique โดยการตัดชิ้นส่วนกระเทียมที่เป็นโรค ประมาณ 0.5x0.5 เซนติเมตร จากนั้นฆ่าเชื้อที่ผิวนอกของชิ้นส่วนกระเทียมด้วย sodium hypochlorite (10% Clorox) นาน 1-3 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ซับด้วยกระดาษปลอดเชื้อให้แห้งแล้วนำชิ้นส่วนกระเทียมวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ water agar (WA) เมื่อสังเกตเห็นเส้นใยเชื้อราเจริญออกมาใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ที่ลนไฟฆ่าเชื้อแล้ว ตัดเส้นใยบริเวณขอบโคโลนีของเชื้อวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) จากนั้นเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3-5 วัน จนได้เชื้อที่บริสุทธิ์จากตัวอย่างกระเทียมที่เป็นโรคเน่าจำนวน 10 ไอโซเลท ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราที่แยกได้พบว่า เชื้อราทั้งหมดมีลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA ดังนี้ โคโลนีมีลักษณะเป็นวงกลม เส้นใยสีขาวแตกแขนงมีสปอร์สีดำ เจริญเต็มจานเพาะเชื้อ จากนั้นใช้เข็มเขี่ยเชื้อรา *Aspergillus* spp. สาเหตุโรคในกระเทียม วางลงบนสไลด์ตรวจสอบลักษณะเส้นใยและ spore ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าเชื้อรา *Aspergillus* spp. เส้นใยใสไม่มีสี ก้านชูสปอร์ยาว conidial head ส่วนปลายโป่งออกเป็น vesicle เป็นที่เกิดของ sterigmata สปอร์มีลักษณะกลมสีดำ (Figure 4.1 E)

4.1.4 โรครากเน่าโคนเน่าและผลเน่าของทุเรียน

จากการเก็บตัวอย่างทุเรียนจากพื้นที่สำรวจ ที่เกิดโรคผลเน่า มีลักษณะเปลือกผลทุเรียนเกิดจุดเล็กๆ สีน้ำตาลปนเทาที่บริเวณผลด้านข้างอาจพบ 1 หรือ 2 จุดหรือมากกว่านั้น และจะขยายตัวออกเป็นวงกลมคอนข้างรีไปตามเปลือกของผล เกิดเป็นแผลเน่าเจริญลุกลามเข้าไปภายในเนื้อทุเรียน และในระยะทุเรียนใกล้แก่รอยแบ่งของพูทุเรียนแยกออกจากกัน ลักษณะทุเรียนที่เป็นโรครากเน่าโคนเน่า พบจุดฉ่ำน้ำบริเวณเปลือกของลำต้นจะแตก พบเมือกเยิ้มออกมาจากลำต้น เนื้อเยื่อเปลือกและเนื้อเยื่อไม้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม แยกบนอาหาร V8 selective media เพื่อแยกเชื้อบริสุทธิ์บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2-3 วัน เมื่อสังเกตเห็นเส้นใยเชื้อราบางๆ เจริญออกมาใช้ cock borer ตัดปลายเส้นใยบริเวณขอบโคโลนีวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (potato dextrose agar) บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง ได้จำนวน 10 ไอโซเลทจากเชื้อที่แยกได้จากทุเรียน ผลการศึกษาลักษณะเส้นใย, การสร้าง sporangium และ chlamydospores ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อรา *Phytophthora* spp. ที่ศึกษาพบว่า คือเชื้อรา *Phytophthora palmivora* โดยรูปร่างลักษณะเชื้อราทั้งหมดมีลักษณะโคโลนีที่เจริญบนอาหาร V8 agar ดังนี้ โคโลนีมีสีขาว เป็นเส้นใยสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาวบางๆซ้อนกันเป็นชั้น เจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อขนาด 85 มิลลิเมตรประมาณ 5-7 วัน จากนั้นหยดน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 1 มิลลิลิตร ใช้เข็มปลายแหลมเขี่ยสปอร์เชื้อราบนอาหาร V8 agar วางบนแผ่นสไลด์เขี่ยให้ส่วนของเชื้อรากระจาย ปิด cover slip หรือใช้วิธีตัดชิ้นวุ้นวางบนแผ่นสไลด์แล้วกด cover slip เบา ๆ เพื่อช่วยให้ส่วนของรากระจายออกและบางลง ตรวจสอบลักษณะเส้นใยและ sporangium ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า ลักษณะเส้นใยเป็นแบบ non-septate เรียวยาว แตกกิ่งก้านแบบ simple sympodium หรืออาจไม่มีความแน่นอน สร้าง sporangium แบบ ovoid และ obpyriform ส่วนปลายมี papilla ชัดเจน และสร้าง chlamydospores รูปร่างค่อนข้างกลมทุกไอโซเลท (Figure 4.2 F)

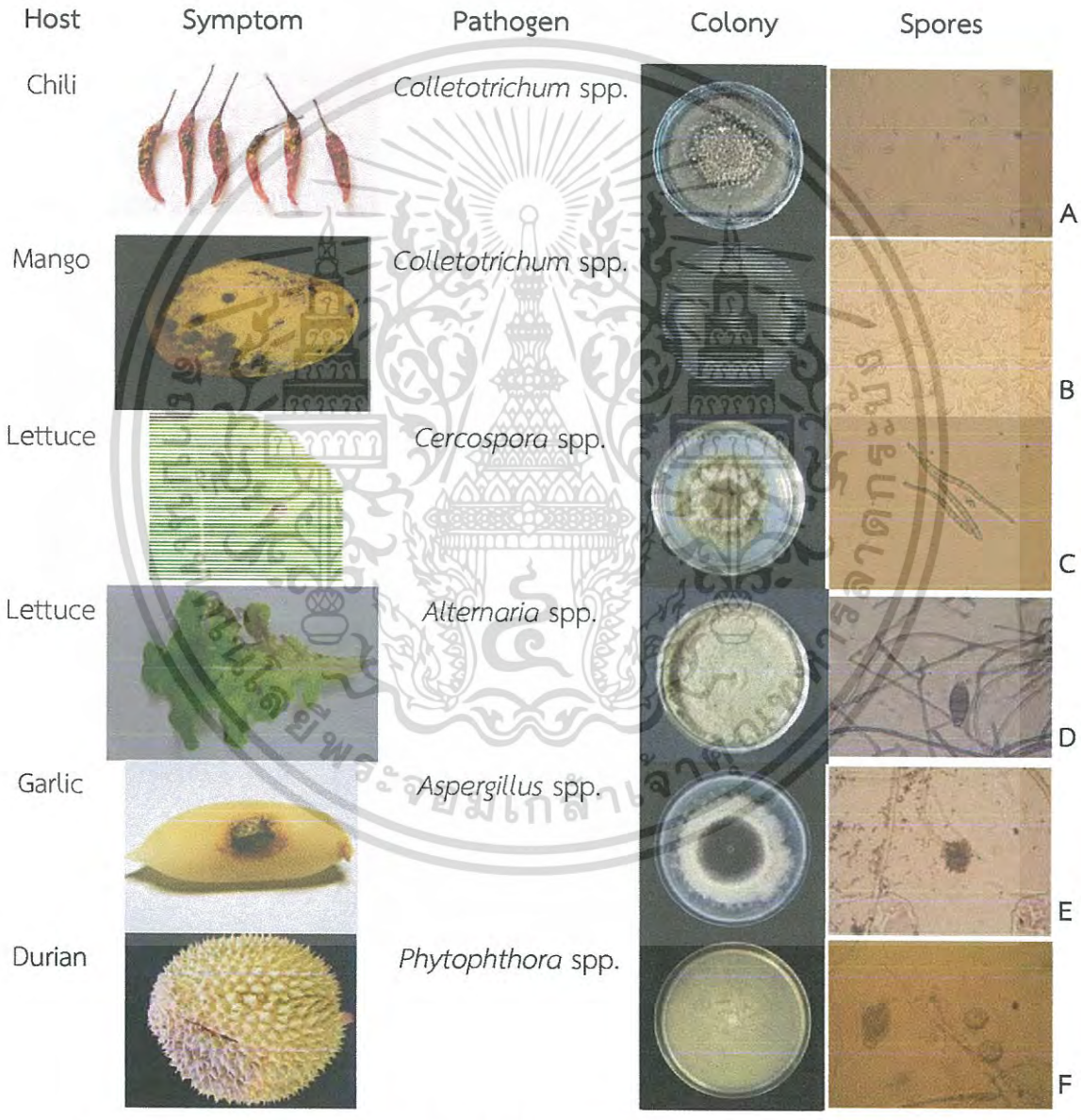


Figure 4.1 Symptoms on host and colony and spores of pathogen in this study.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ตรวจสอบการดื้อต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI ต่อการเจริญเติบโตทางเส้นใย

4.2.1 เชื้อรา *Colletotrichum* spp.

จากการทดสอบความต้านทานของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI คือ azoxystrobin (AZ), pyraclostrobin (PY) และ trifloxystrobin (TR) บนอาหาร potato dextrose agar (PDA) ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราดังกล่าว ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 10 และ 100 mg/l ทดสอบร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ที่ความเข้มข้น 100 mg/l และกรรมวิธีที่ไม่ผสม SHAM จำนวน 4 ซ้ำ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตทางเส้นใยของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ไอโซเลท CC_P003, CC_J025, CC_J026, CC_J030, CM_002, CM_PC005, CM_PG011, CM_PG012, CM_S013, CM_R0015, CM_B016, CM_TC017, CM_TC018, CM_CO019, และ CM_C020 พบว่า เชื้อรา *Colletotrichum* spp. ทุกไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตบนอาหาร PDA ที่ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับ SHAM คือ AZ+SHAM , PY+SHAM และ TR+SHAM น้อยกว่าที่ไม่ผสม SHAM ทั้งนี้เพราะ SHAM ซึ่งเป็น alternative oxidase (AOX inhibition) ไปยับยั้งการแสดงออกของการหายใจ (alternative respiration) ตรงตามรายงานของ Ishii (2006) และ Fernández-Ortuño et al. (2008) และในการทดลองครั้งนี้ พบว่าเชื้อทุกไอโซเลทมีการเจริญเติบโตทางเส้นใยน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ บนอาหาร PDA ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราทั้งสามชนิดที่มีระดับความเข้มข้น 100 mg/l ทั้งที่ผสม SHAM และไม่ผสม SHAM เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Table 4.1 และ Figure 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.1 Fungicide resistant assay of *Colletotrichum* spp. isolates causing chilli and mango anthracnose disease on PDA with quinone outside inhibitors.

Isolate code	Fungicide	SHAM	Mycelial growth (%)			
		100 mg/l	0	1	10	100 (mg/l)
CC_P003	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	78.75	67.80	49.80
		+SHAM	100.00	70.15	45.20	43.40
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	55.15	45.15	45.05
		+SHAM	100.00	38.10	34.80	29.90
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	56.80	53.90	45.05
		+SHAM	100.00	33.25	29.85	25.45
CC_J025	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	55.15	36.15	26.55
		+SHAM	100.00	40.05	23.05	20.00
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	39.85	35.30	10.60
		+SHAM	100.00	34.80	25.05	12.05
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	51.15	45.25	42.80
		+SHAM	100.00	37.80	35.15	27.05
CC_J026	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	53.75	40.25	31.05
		+SHAM	70.00	46.15	29.45	30.10
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	44.45	32.80	26.05
		+SHAM	70.00	37.70	17.55	13.90
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	52.60	43.55	36.05
		+SHAM	70.00	38.25	35.70	34.10
CC_J030	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	78.15	61.30	17.55
		+SHAM	100.00	74.90	15.65	8.20
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	80.60	55.15	23.45
		+SHAM	100.00	72.05	23.40	5.55
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	56.55	27.70	5.25
		+SHAM	100.00	48.35	9.90	0.00
CM_002	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	35.75	34.90	33.50
		+SHAM	23.53	20.71	15.59	11.88
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	35.18	10.06	6.65
		+SHAM	23.53	7.71	2.06	0.00
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	50.12	47.76	42.06
		+SHAM	23.53	24.47	23.18	15.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.1 Continued.

Isolate code	Fungicide	SHAM	Mycelial growth (%)			
		100 mg/l	0	1	10	100 (mg/l)
CM_PC005	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	74.64	65.00	49.21
		+SHAM	100.00	43.71	43.07	36.57
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	50.14	30.21	22.29
		+SHAM	100.00	29.71	11.00	1.43
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	65.71	50.71	39.71
		+SHAM	100.00	50.86	37.21	29.43
CM_PG011	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	51.05	45.00	42.00
		+SHAM	85.00	20.60	15.60	10.50
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	30.60	15.50	2.55
		+SHAM	85.00	11.05	5.50	5.00
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	46.00	45.50	36.00
		+SHAM	85.00	16.00	15.50	12.05
CM_PG012	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	37.78	30.00	28.33
		+SHAM	61.11	10.90	10.45	5.95
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	17.33	7.28	1.11
		+SHAM	61.11	19.09	3.64	0.00
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	35.83	34.00	33.00
		+SHAM	61.11	22.82	19.27	17.91
CM_S013	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	40.60	38.75	35.60
		+SHAM	100.00	15.60	10.25	5.75
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	37.80	20.60	10.50
		+SHAM	100.00	8.95	5.65	5.05
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	46.15	35.75	35.10
		+SHAM	100.00	16.40	12.80	5.20
CM_R0015	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	42.05	36.74	35.00
		+SHAM	21.05	15.74	15.21	10.42
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	32.68	16.42	5.89
		+SHAM	21.05	12.05	8.11	0.00
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	34.53	32.21	31.58
		+SHAM	21.05	12.74	11.74	11.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.1 Continued

Isolate code	Fungicide	SHAM 100 mg/l	Mycelial growth (%)			
			0	1	10	100 (mg/l)
CM_B016	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	46.00	40.50	38.50
		+SHAM	40.00	24.50	22.50	17.80
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	35.15	27.05	11.05
		+SHAM	40.00	11.20	7.55	1.50
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	46.00	42.25	37.80
		+SHAM	40.00	26.15	24.90	14.75
CM_TC017	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	45.25	40.05	36.15
		+SHAM	100.00	21.15	15.50	10.00
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	37.60	27.15	15.60
		+SHAM	100.00	5.65	5.50	5.00
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	42.50	40.50	38.50
		+SHAM	100.00	27.35	23.50	19.10
CM_TC018	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	46.07	43.57	42.71
		+SHAM	78.57	22.14	18.14	14.36
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	22.14	17.86	10.00
		+SHAM	78.57	19.29	0.00	0.00
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	55.00	50.71	49.29
		+SHAM	78.57	53.86	28.43	22.29
CM_CO019	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	52.10	46.05	39.75
		+SHAM	100.00	26.05	16.60	11.00
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	31.05	26.15	10.70
		+SHAM	100.00	5.00	5.00	5.00
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	54.20	49.75	40.60
		+SHAM	100.00	17.50	14.45	10.05
CM_C020	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	41.47	36.00	29.59
		+SHAM	35.29	20.71	10.94	7.71
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	23.65	10.88	6.47
		+SHAM	35.29	11.82	5.59	4.71
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	30.82	29.53	27.53
		+SHAM	35.29	15.06	13.00	11.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

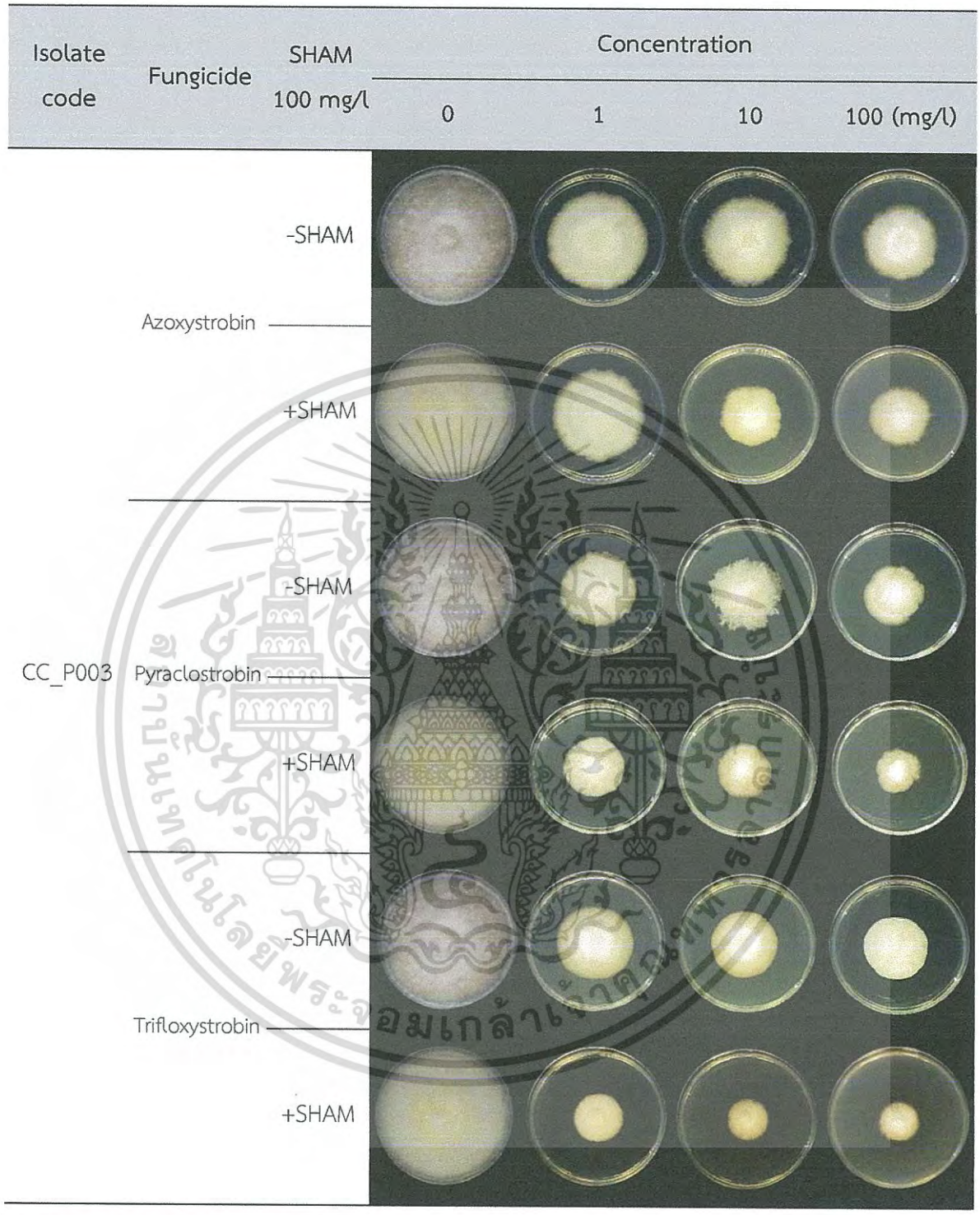


Figure 4.2 Fungicide resistant assay of *Colletotrichum* spp. isolates causing chilli and mango anthracnose disease on PDA with quinone outside inhibitors.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

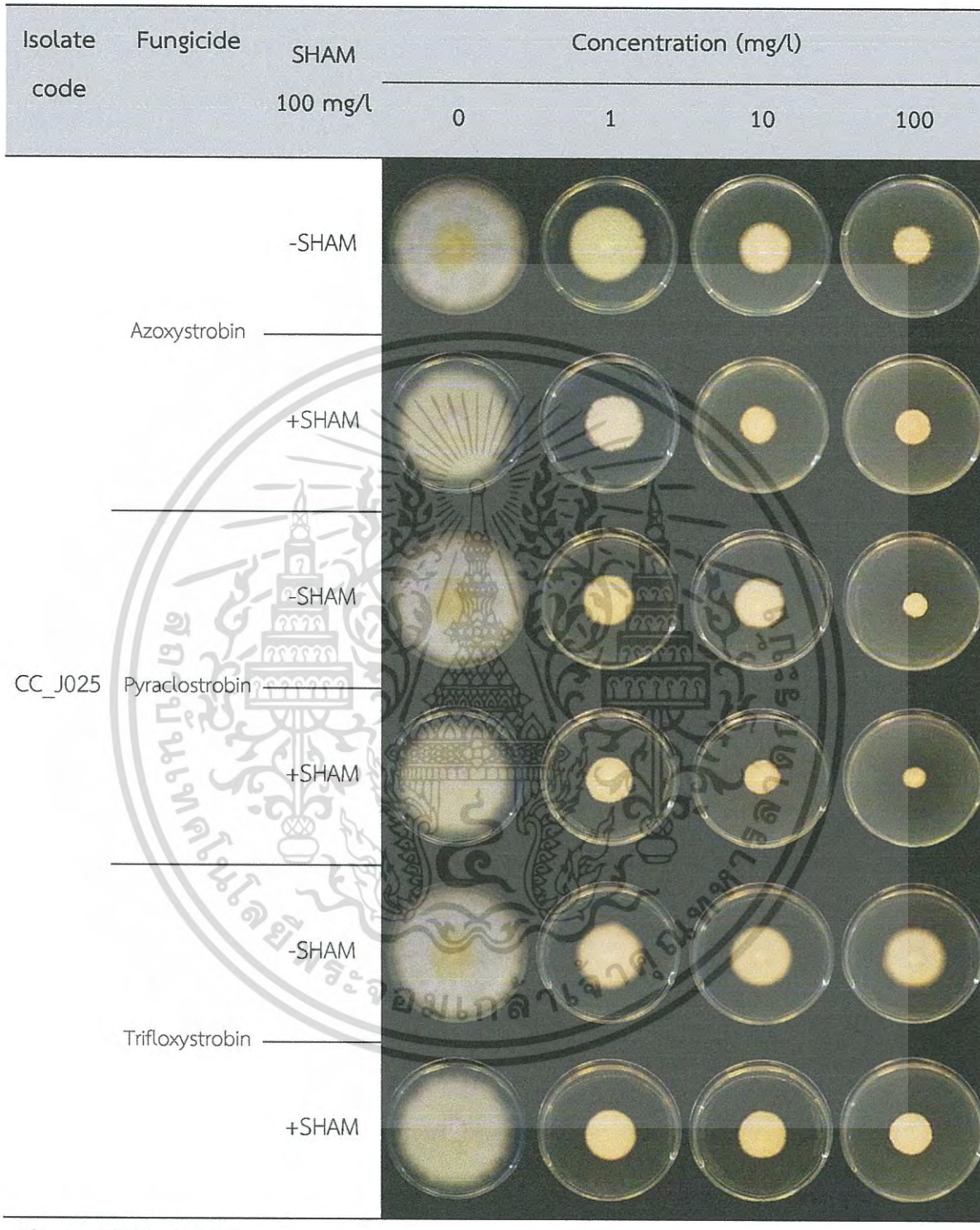


Figure 4.2 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

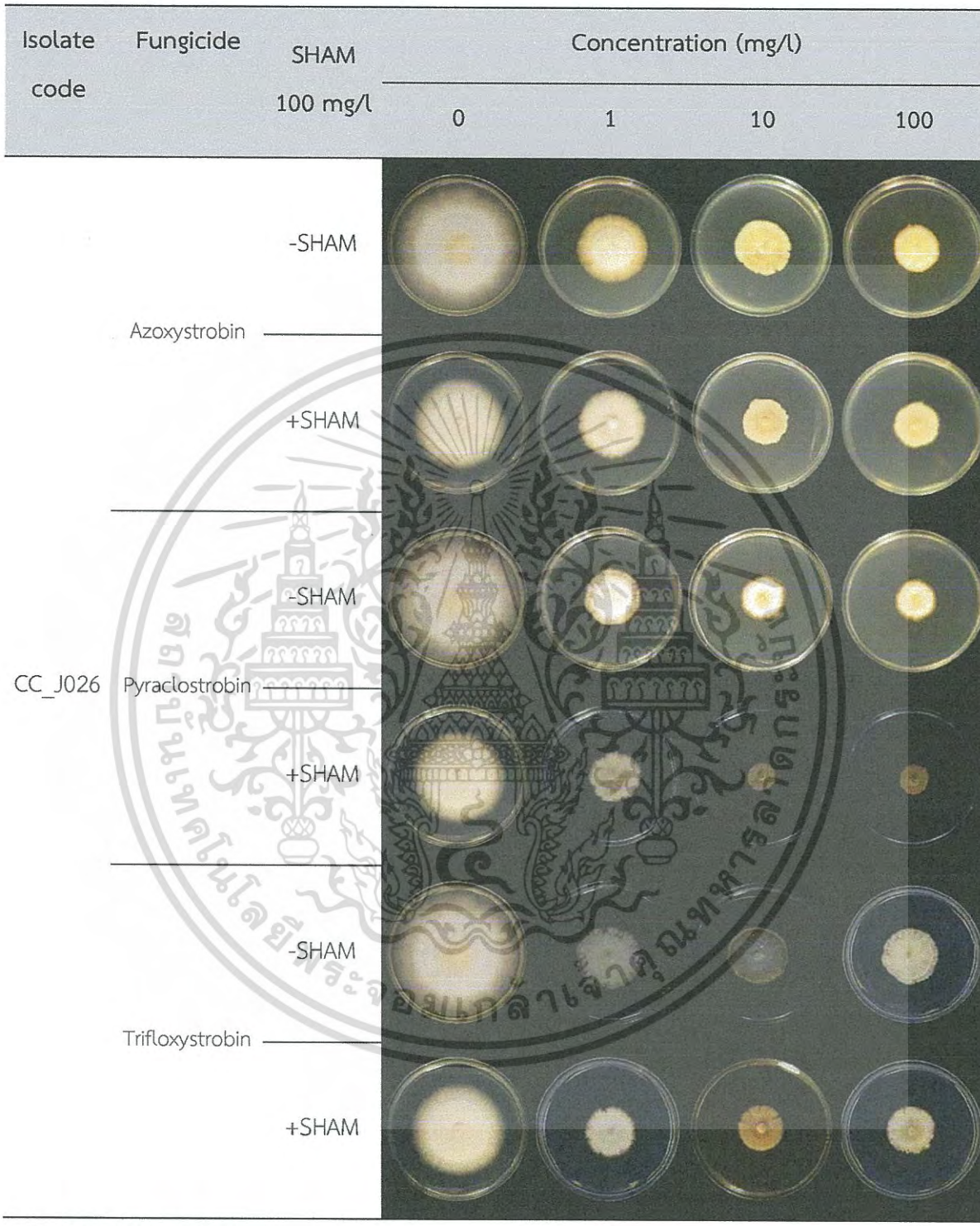


Figure 4.2 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

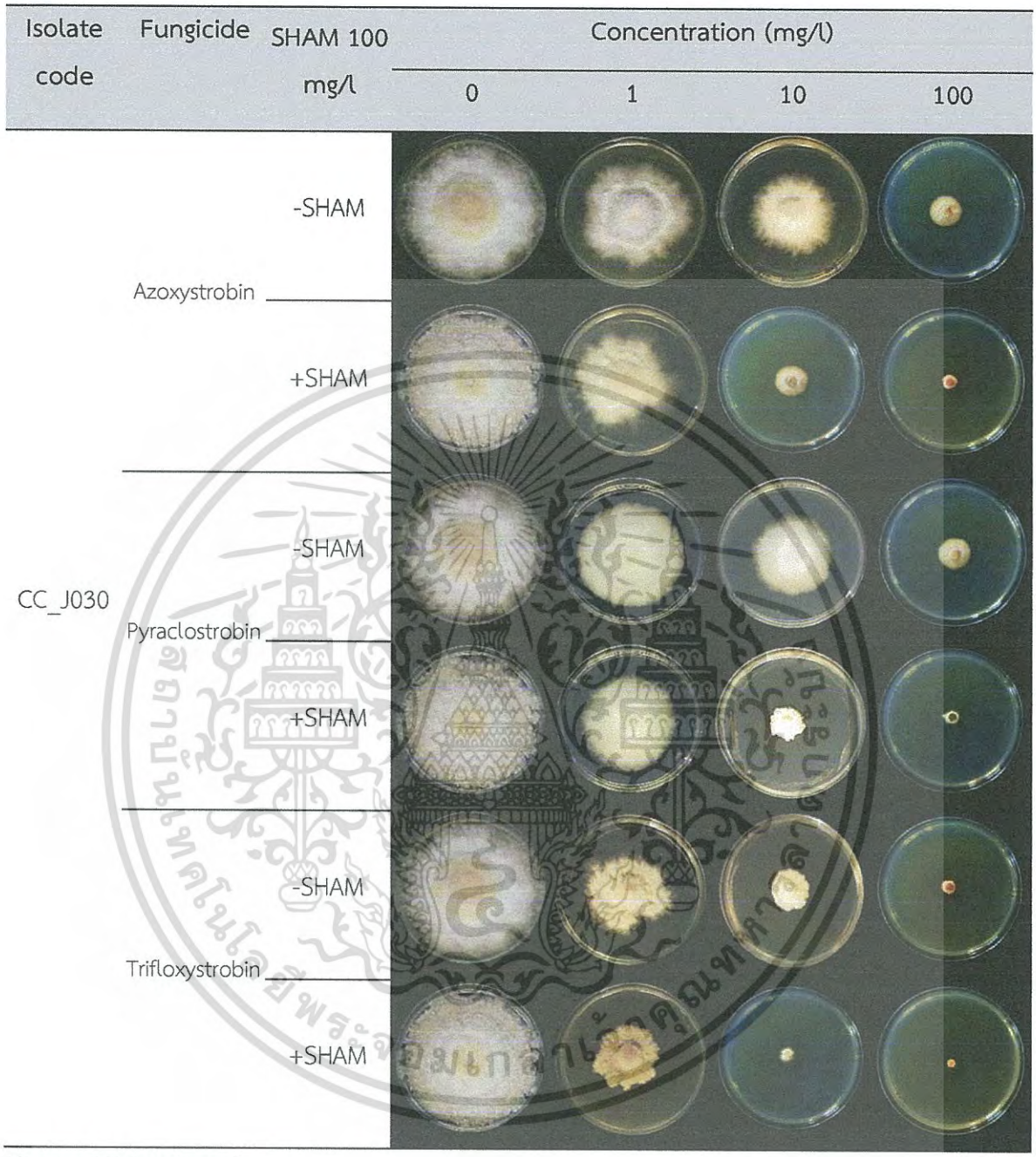


Figure 4.2 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

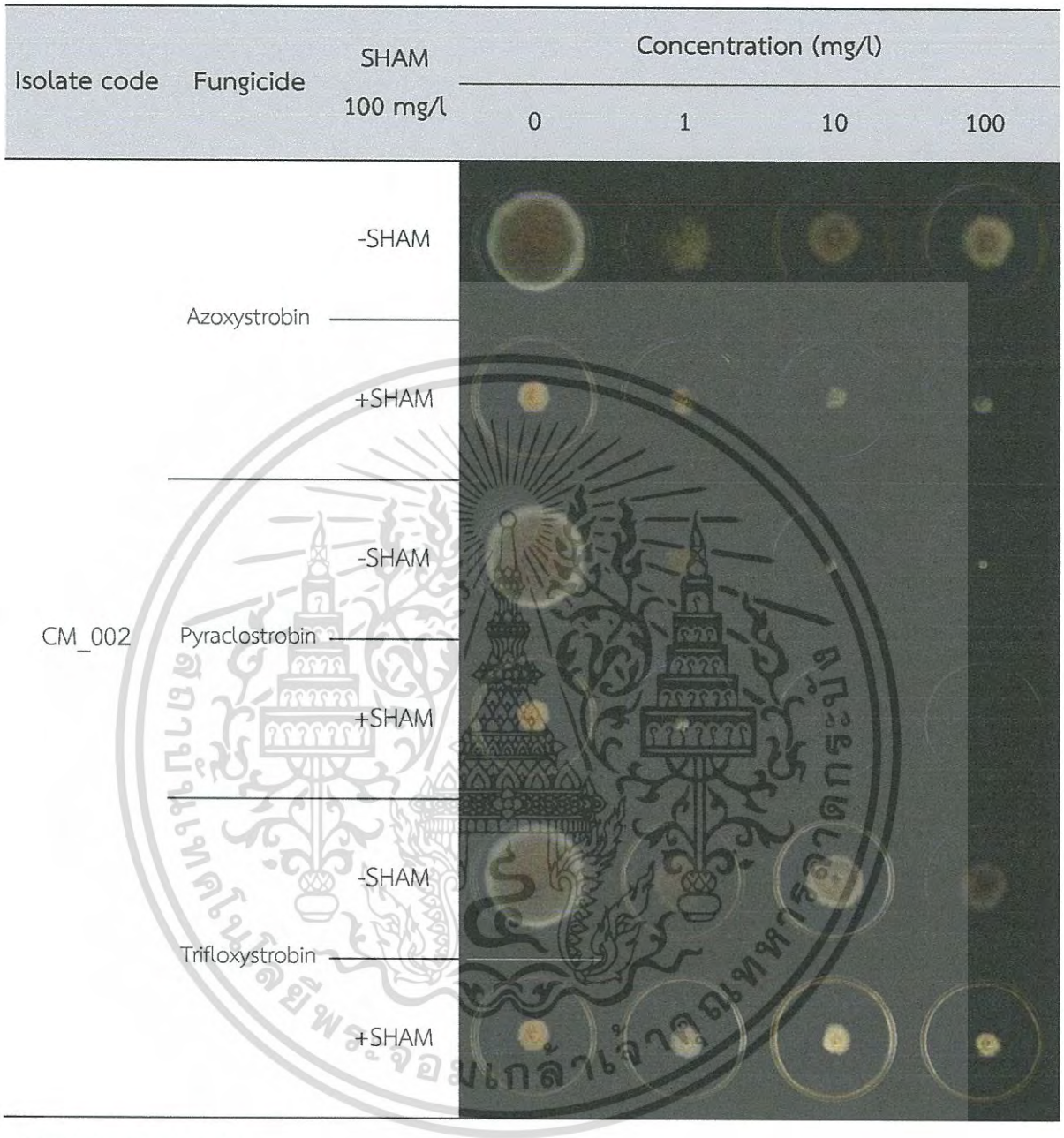


Figure 4.2 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

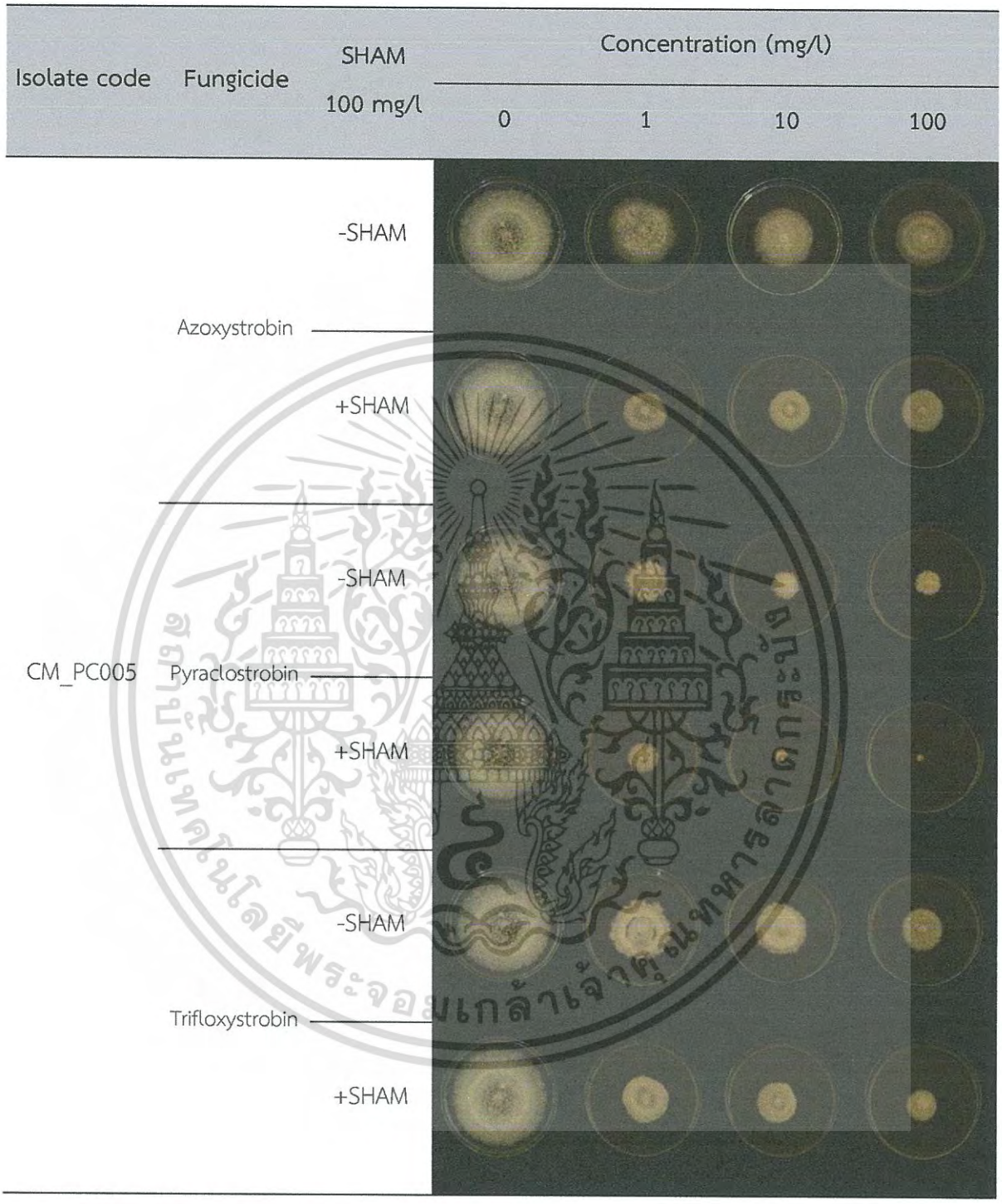


Figure 4.2 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

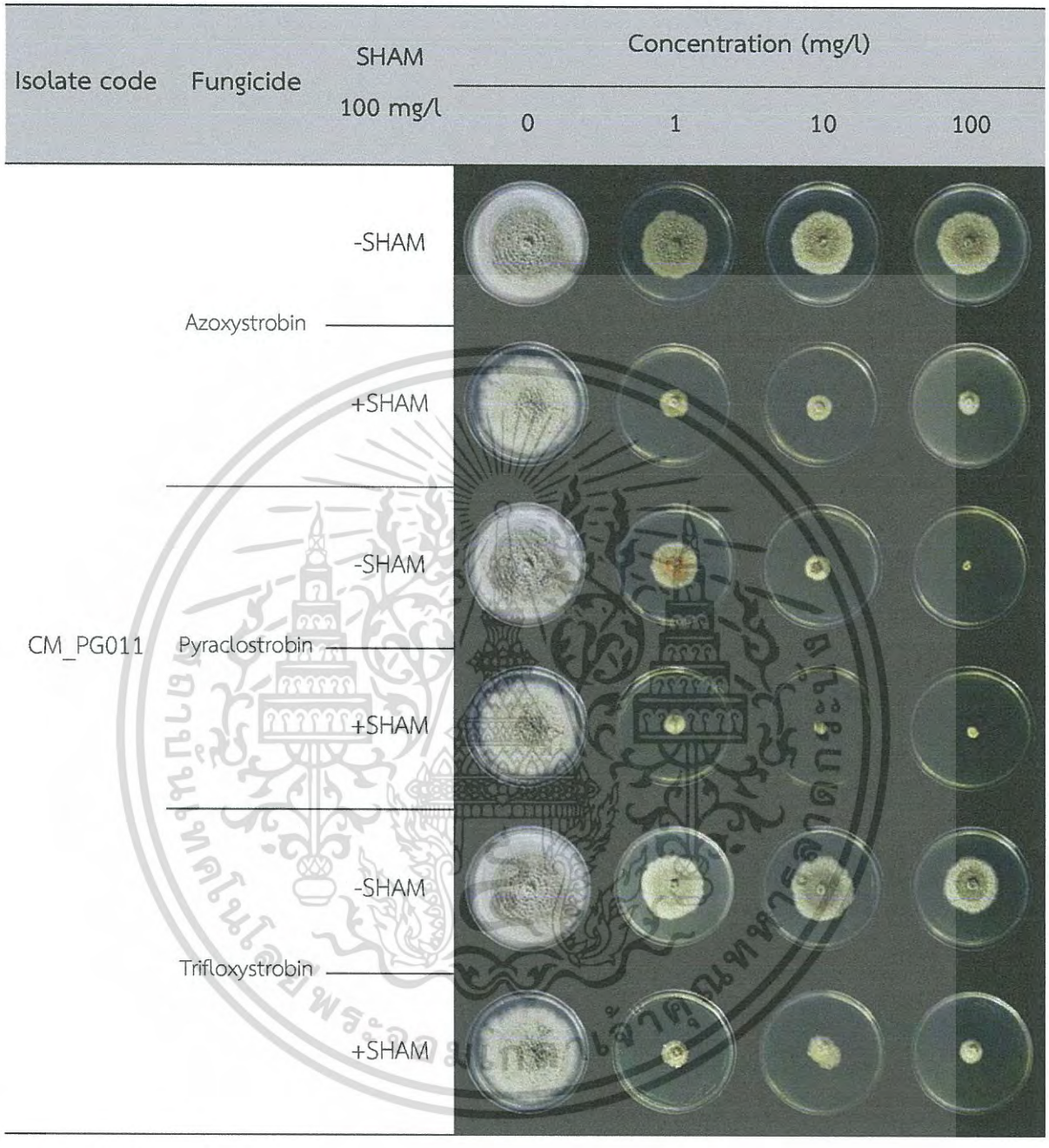


Figure 4.2 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

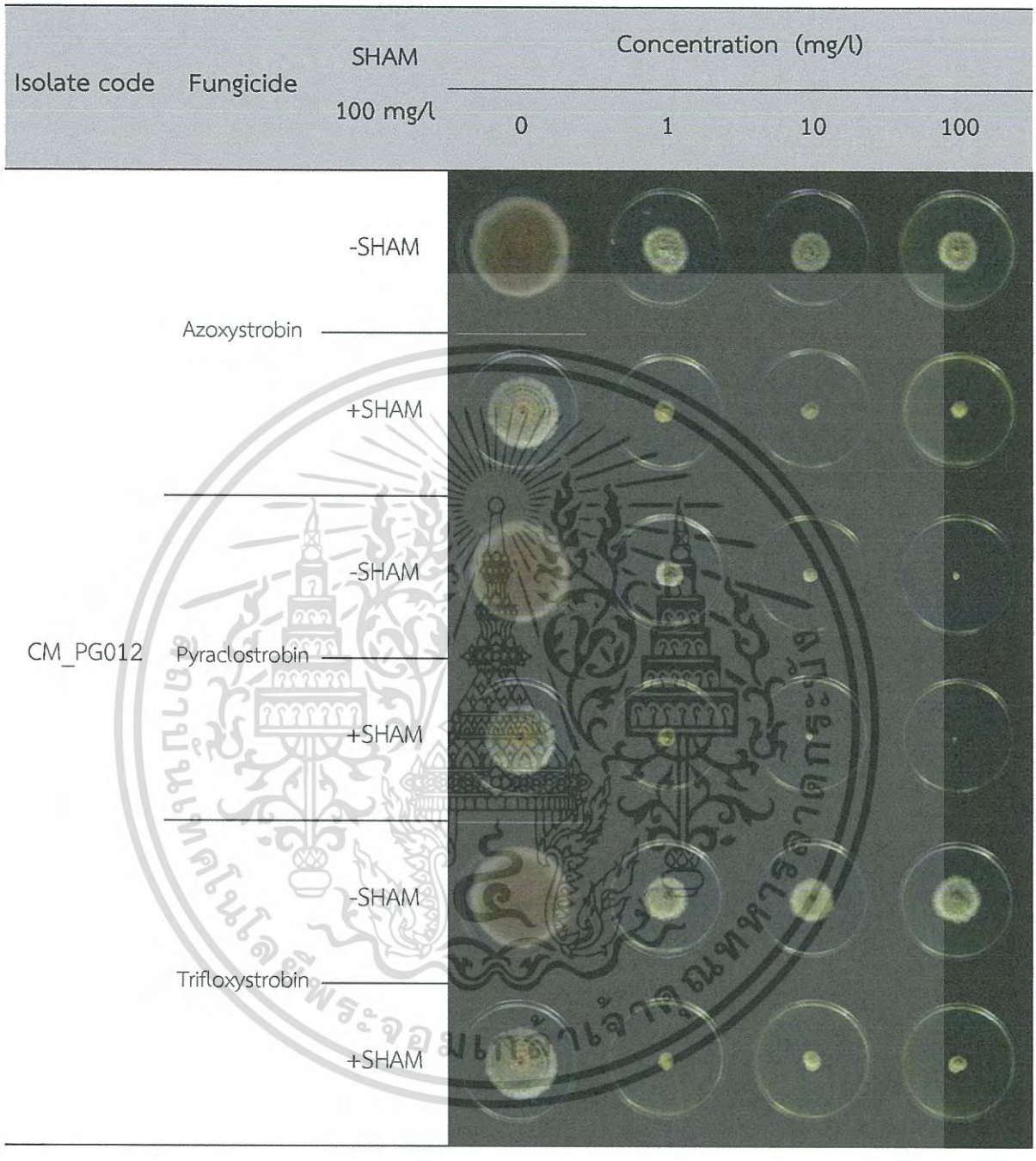


Figure 4.2 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

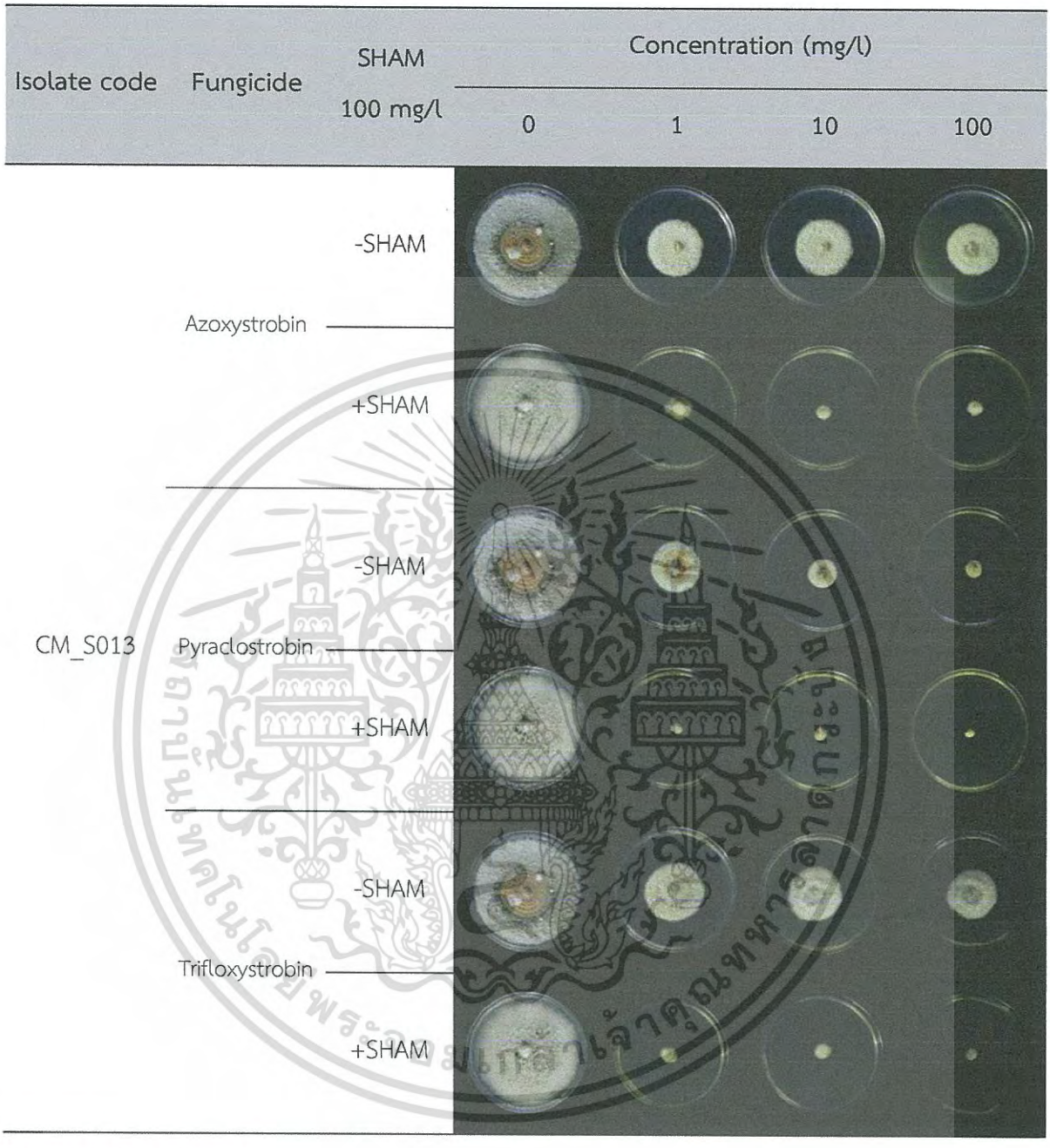


Figure 4.2 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

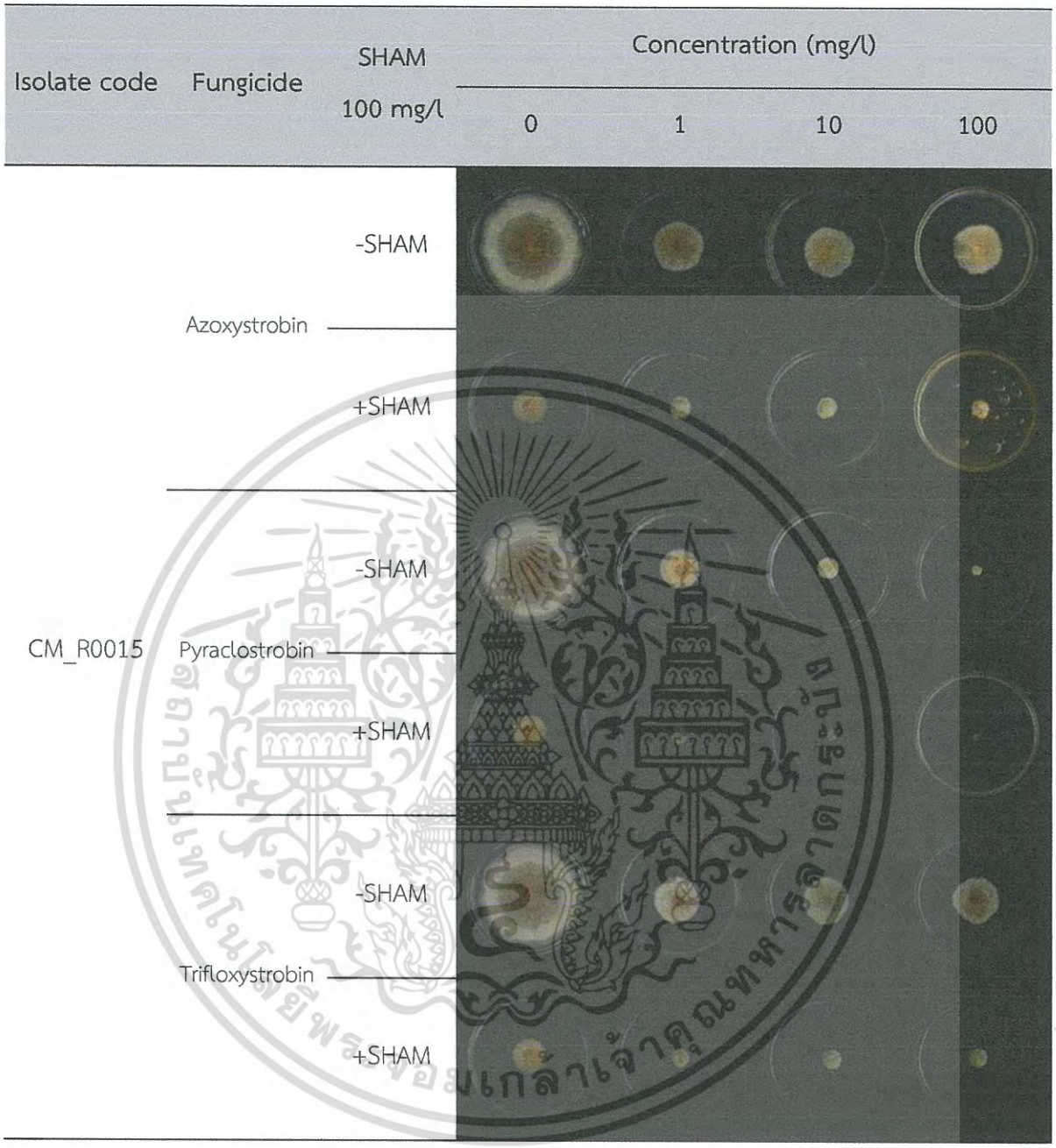


Figure 4.2 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

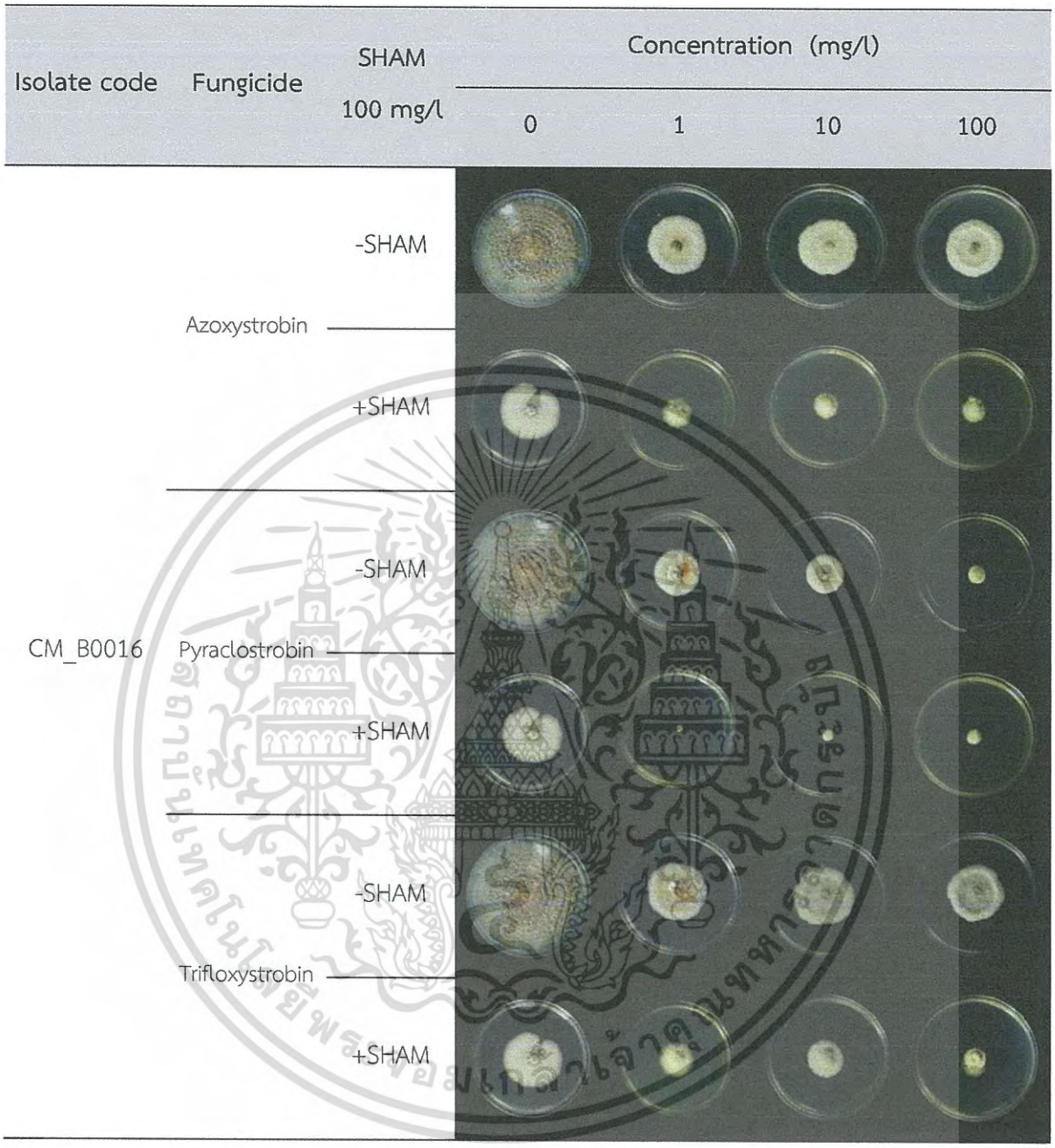


Figure 4.2 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

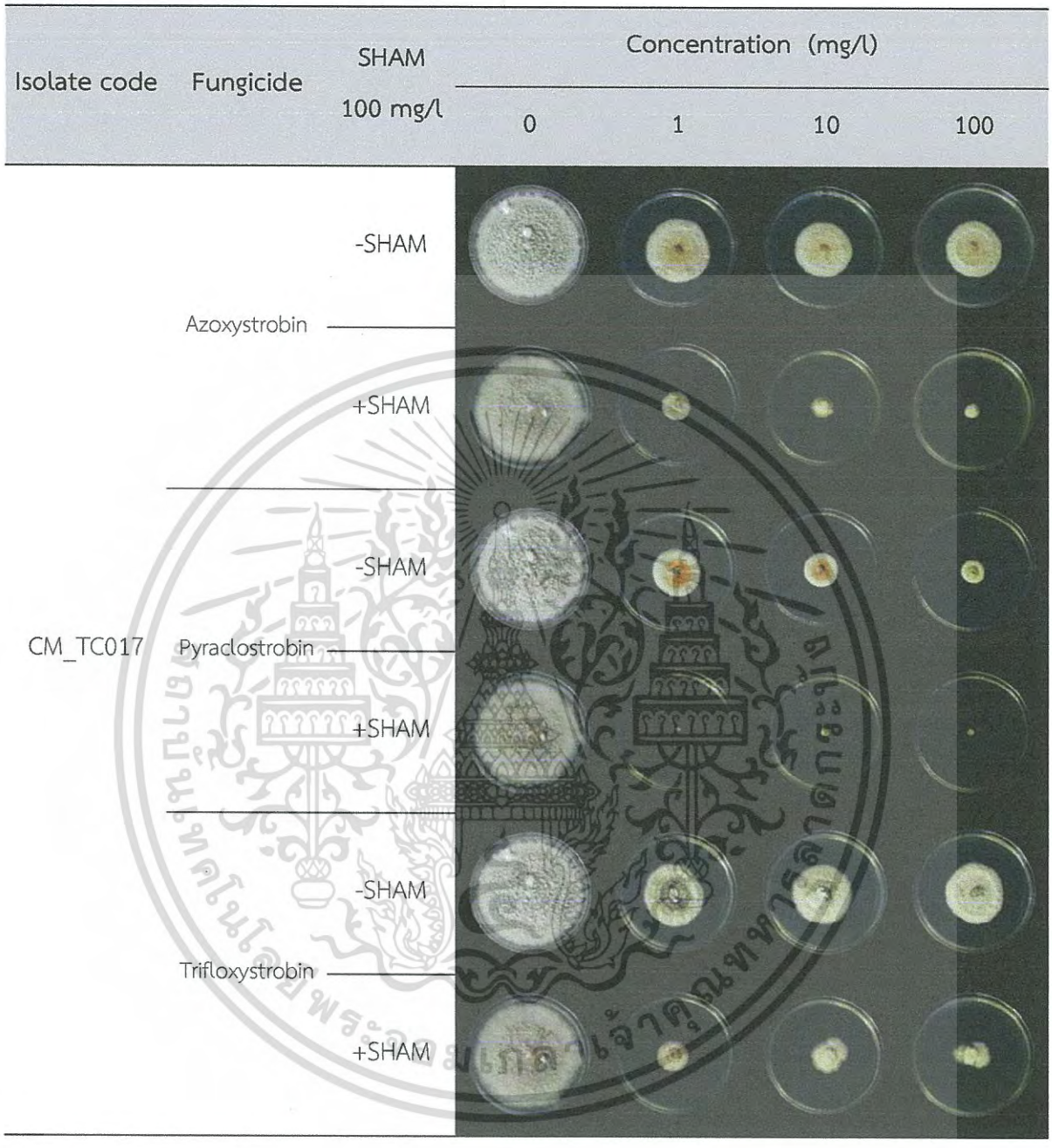


Figure 4.2 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

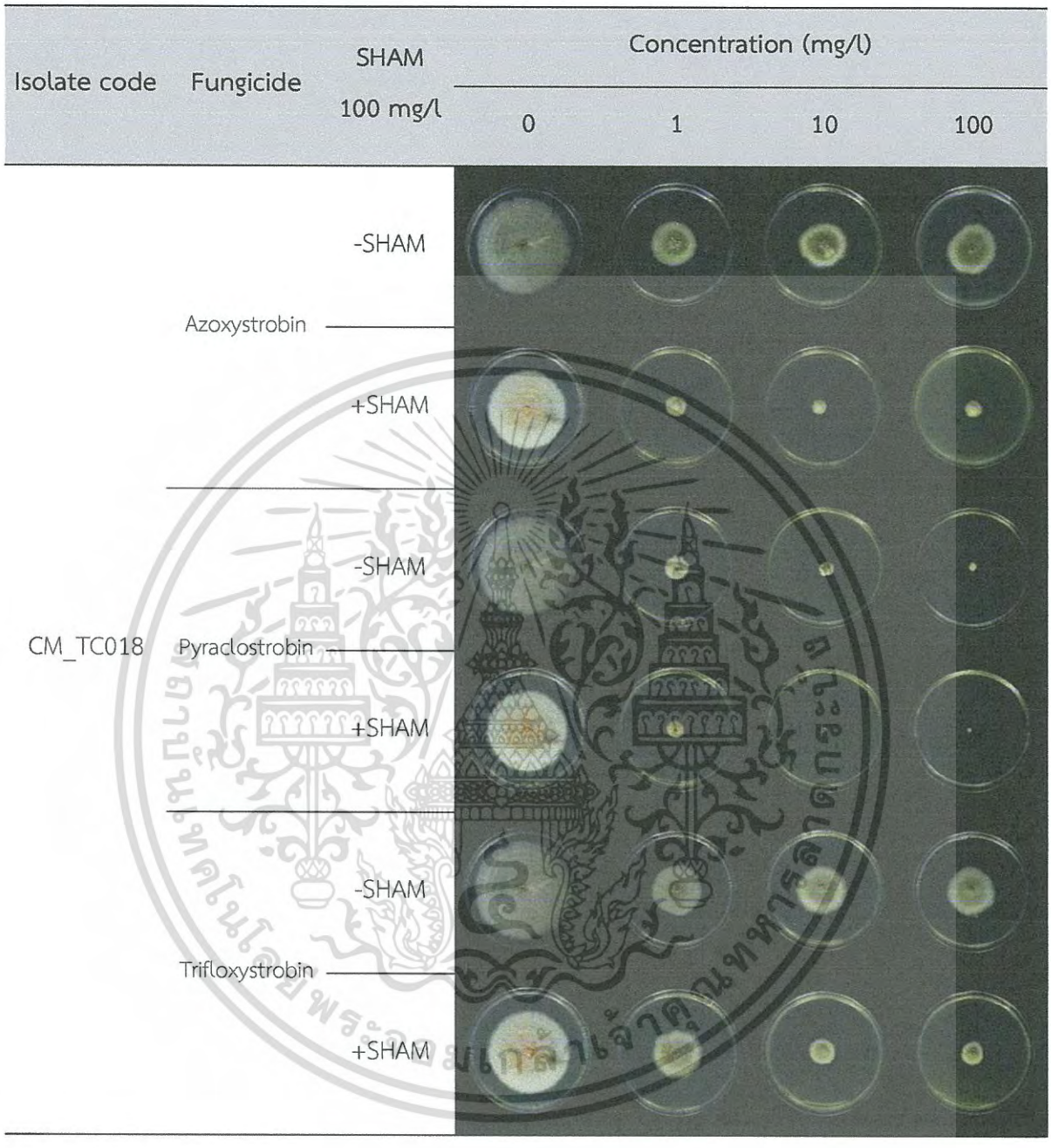


Figure 4.2 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

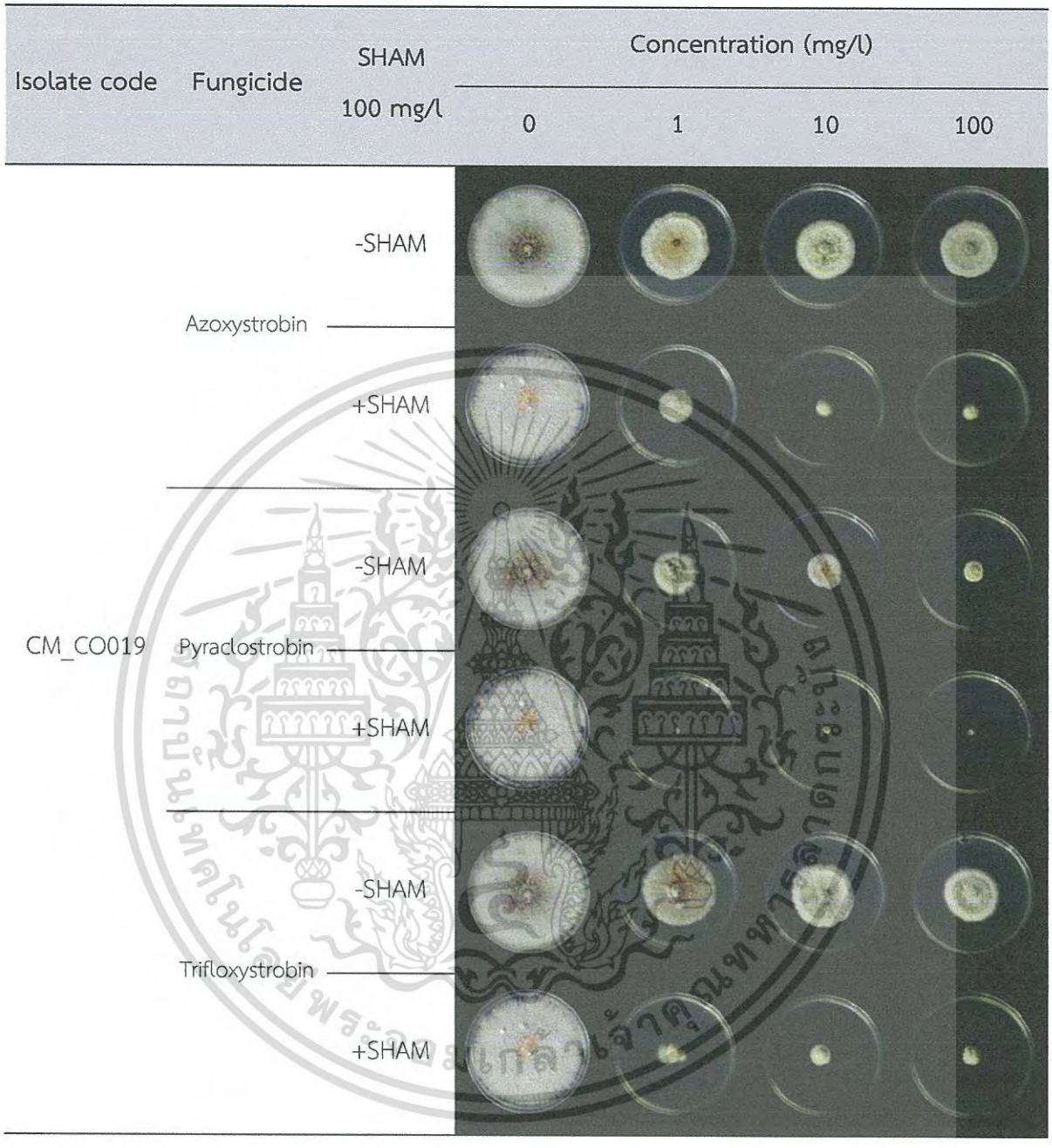


Figure 4.2 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

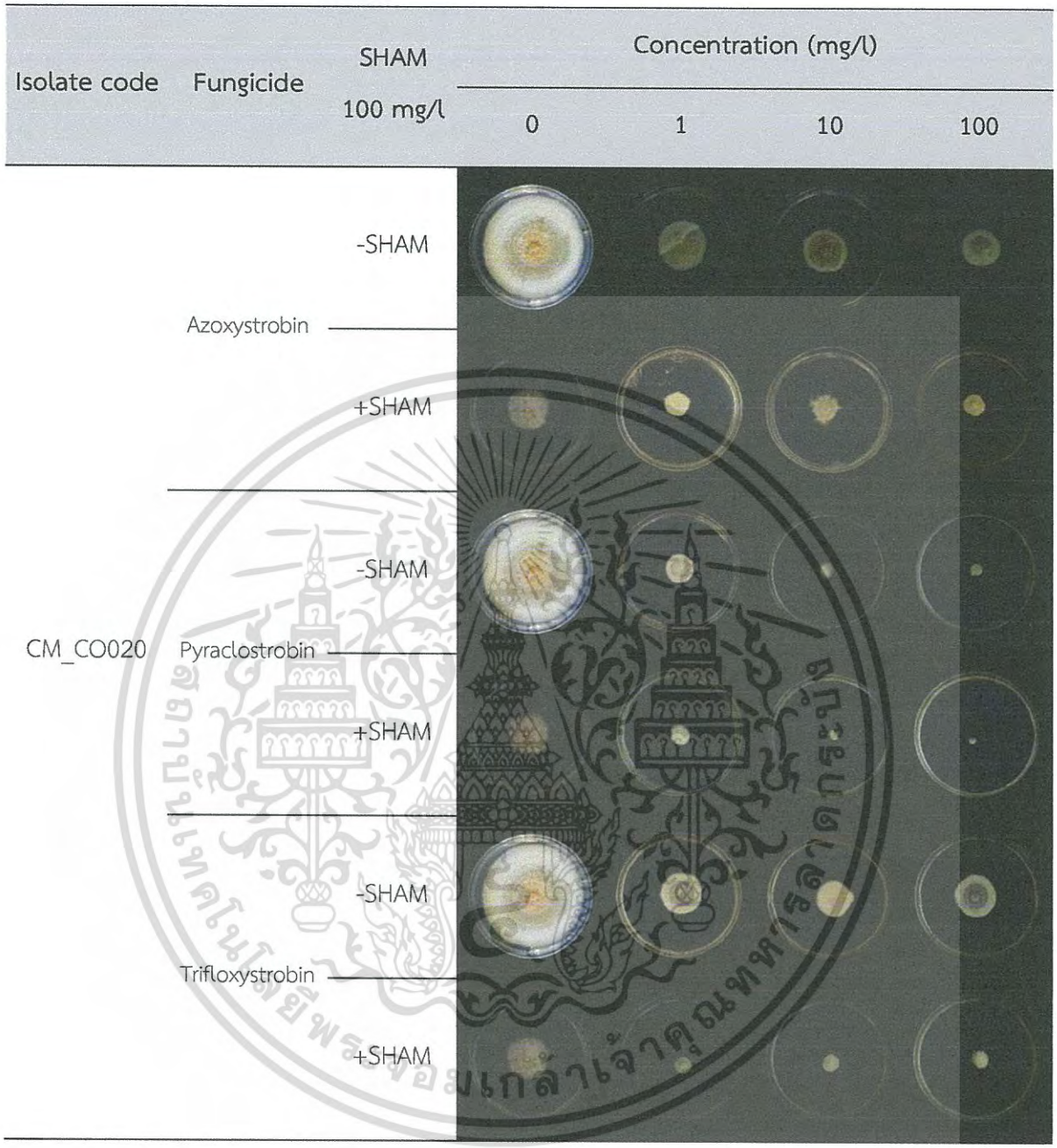


Figure 4.2 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 เชื้อรา *Cercospora* spp.

จากการทดสอบความต้านทานของเชื้อรา *Cercospora* spp. ต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI คือ azoxystrobin (AZ), pyraclostrobin (PY) และ trifloxystrobin (TR) บนอาหาร potato dextrose agar (PDA) ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราดังกล่าว ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 10 และ 100 mg/l ทดสอบร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ที่ความเข้มข้น 100 mg/l และกรรมวิธีที่ไม่ผสม SHAM จำนวน 4 ซ้ำ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตทางเส้นใยของเชื้อรา *Cercospora* spp. ไอโซเลท GO_12, CO_43, CO_46, GO_09, CO_64, Bh_32, Bh_36, GO_08, Fi_53, และ Fi_49 พบว่า เชื้อรา *Cercospora* spp. ทุกไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตบนอาหาร PDA ที่ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับ SHAM คือ AZ+SHAM , PY+SHAM และ TR+SHAM น้อยกว่าที่ไม่ผสม SHAM และพบว่าเชื้อบางไอโซเลทไม่เจริญเติบโตทางเส้นใยบนอาหาร PDA ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราทั้งสามชนิดที่มีระดับความเข้มข้น 100 mg/l ทั้งที่ผสม SHAM และไม่ผสม SHAM เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Table 4.2 และ Figure 4.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.2 Fungicide resistant assay of *Cercospora* spp. isolates causing leaf spot on PDA with quinone outside inhibitors.

Isolate code	Fungicide	SHAM	Mycelial growth (%)			
		100 mg/l	0	1	10	100 (mg/l)
GO_12	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	23.51	19.12	12.55
		+ SHAM	90.29	0.00	0.00	0.00
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	0.00	0.00	0.00
		+ SHAM	90.29	0.00	0.00	0.00
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	17.76	17.64	12.43
		+ SHAM	90.29	0.00	0.00	0.00
CO_43	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	21.33	15.75	14.10
		+ SHAM	54.12	0.00	0.00	0.00
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	0.00	0.00	0.00
		+ SHAM	54.12	11.17	8.59	5.37
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	22.33	21.40	18.32
		+ SHAM	54.12	0.00	0.00	0.00
CO_46	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	32.28	26.58	22.15
		+ SHAM	39.43	0.00	0.00	0.00
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	19.37	6.20	3.54
		+ SHAM	39.43	4.05	0.00	0.00
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	14.18	6.96	0.00
		+ SHAM	39.43	5.63	0.00	0.00
GO_09	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	18.35	12.35	0.00
		+ SHAM	70.59	0.00	0.00	0.00
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	12.35	11.18	5.82
		+ SHAM	70.59	0.00	0.00	0.00
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	10.88	8.88	0.00
		+ SHAM	70.59	6.00	2.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.2 Continued.

Isolate code	Fungicide	SHAM 100 mg/l	Mycelial growth (%)			
			0	1	10	100 (mg/l)
CO_64	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	38.38	20.31	8.13
		+ SHAM	36.25	10.63	9.06	0.00
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	6.88	3.13	0.00
		+ SHAM	36.25	6.88	0.00	0.00
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	8.13	0.00	0.00
		+ SHAM	36.25	0.00	0.00	0.00
Bh_32	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	14.33	14.13	11.40
		+ SHAM	56.07	0.00	0.00	0.00
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	7.80	6.73	0.00
		+ SHAM	56.07	0.00	0.00	0.00
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	16.00	14.00	0.00
		+ SHAM	56.07	0.00	0.00	0.00
Bh_36	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	53.27	27.10	5.98
		+ SHAM	70.09	0.00	0.00	0.00
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	19.63	14.02	3.18
		+ SHAM	70.09	2.80	1.87	1.87
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	38.32	9.16	3.18
		+ SHAM	70.09	38.32	1.12	0.00
GO_08	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	20.00	15.83	15.75
		+ SHAM	66.67	0.00	0.00	0.00
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	17.50	11.67	1.92
		+ SHAM	66.67	16.67	0.00	0.00
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	17.83	11.17	8.33
		+ SHAM	66.67	8.33	0.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.2 Continued.

Isolate code	Fungicide	SHAM 100 mg/l	Mycelial growth (%)			
			0	1	10	100 (mg/l)
Fi_53	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	22.14	7.86	0.00
		+ SHAM	100.00	7.14	1.43	0.00
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	7.14	3.29	0.00
		+ SHAM	100.00	0.00	0.00	0.00
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	9.57	7.86	7.00
		+ SHAM	100.00	7.00	0.00	0.00
Fi_49	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	9.17	8.17	4.67
		+ SHAM	50.00	0.00	0.00	0.00
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	9.17	9.17	0.00
		+ SHAM	50.00	8.33	0.00	0.00
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	26.00	10.83	8.33
		+ SHAM	50.00	9.17	0.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

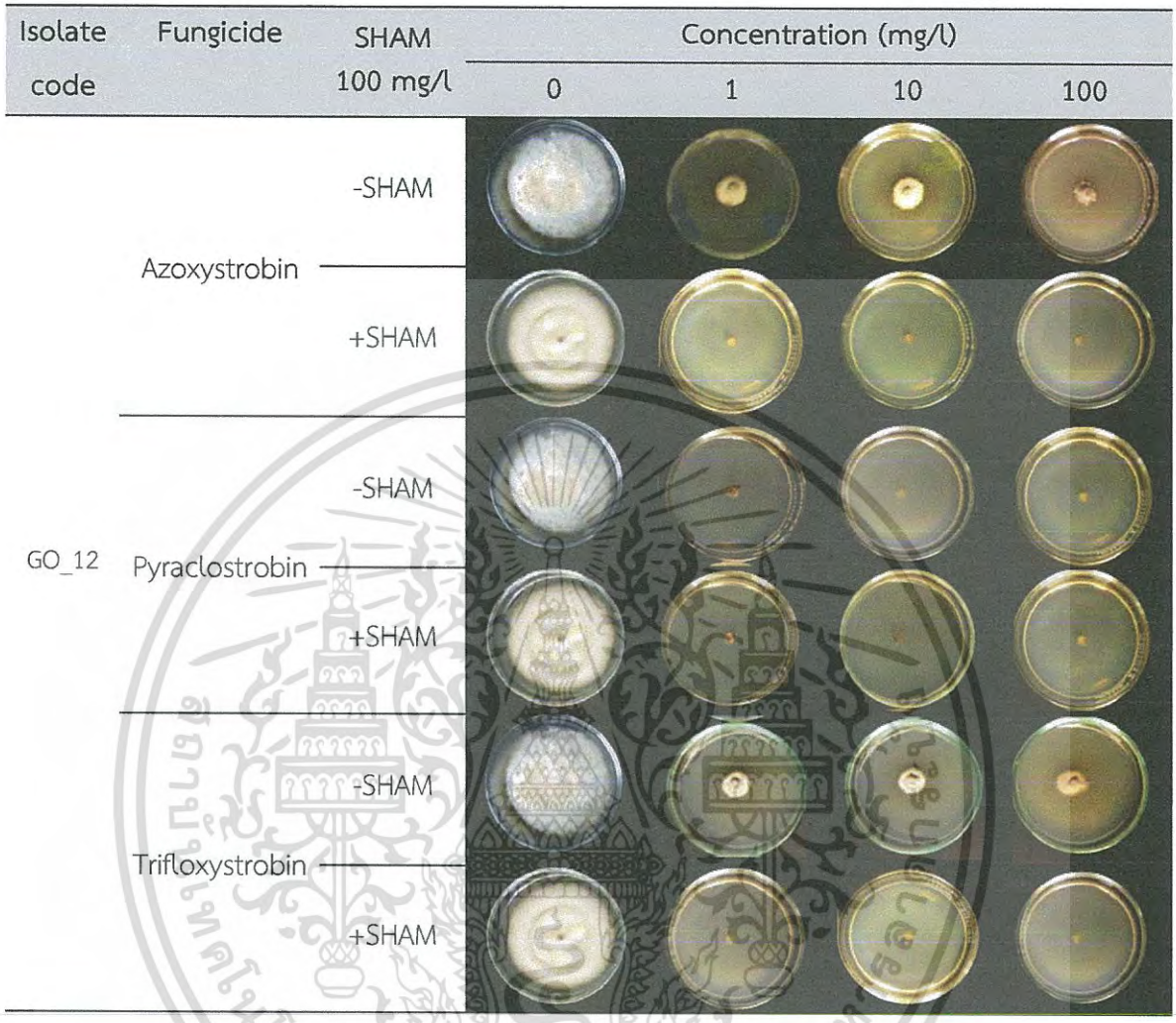


Figure 4.3 Fungicide resistant assay of *Cercospora* spp. isolates causing leaf spot on PDA with quinone outside inhibitors.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

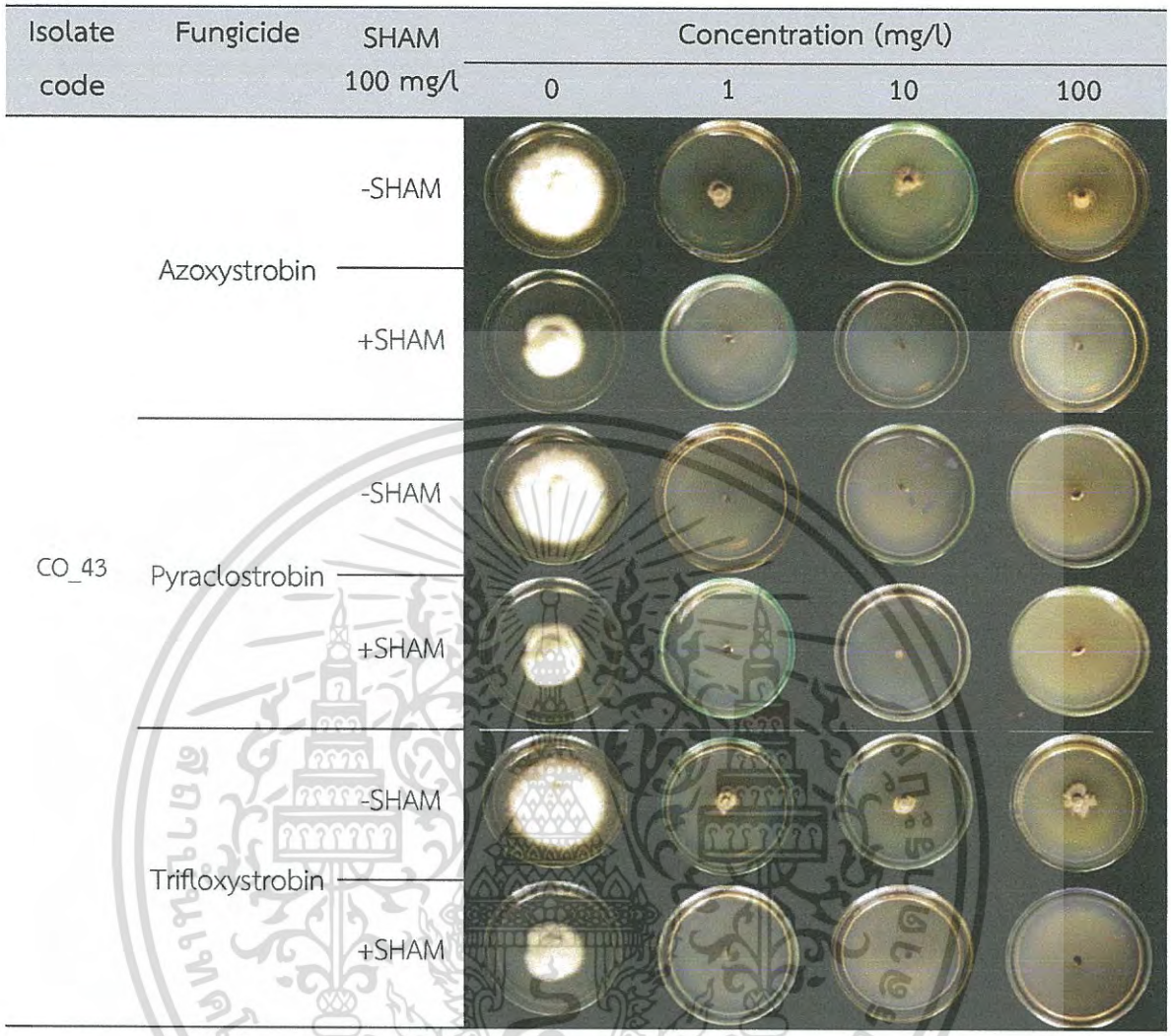


Figure 4.3 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

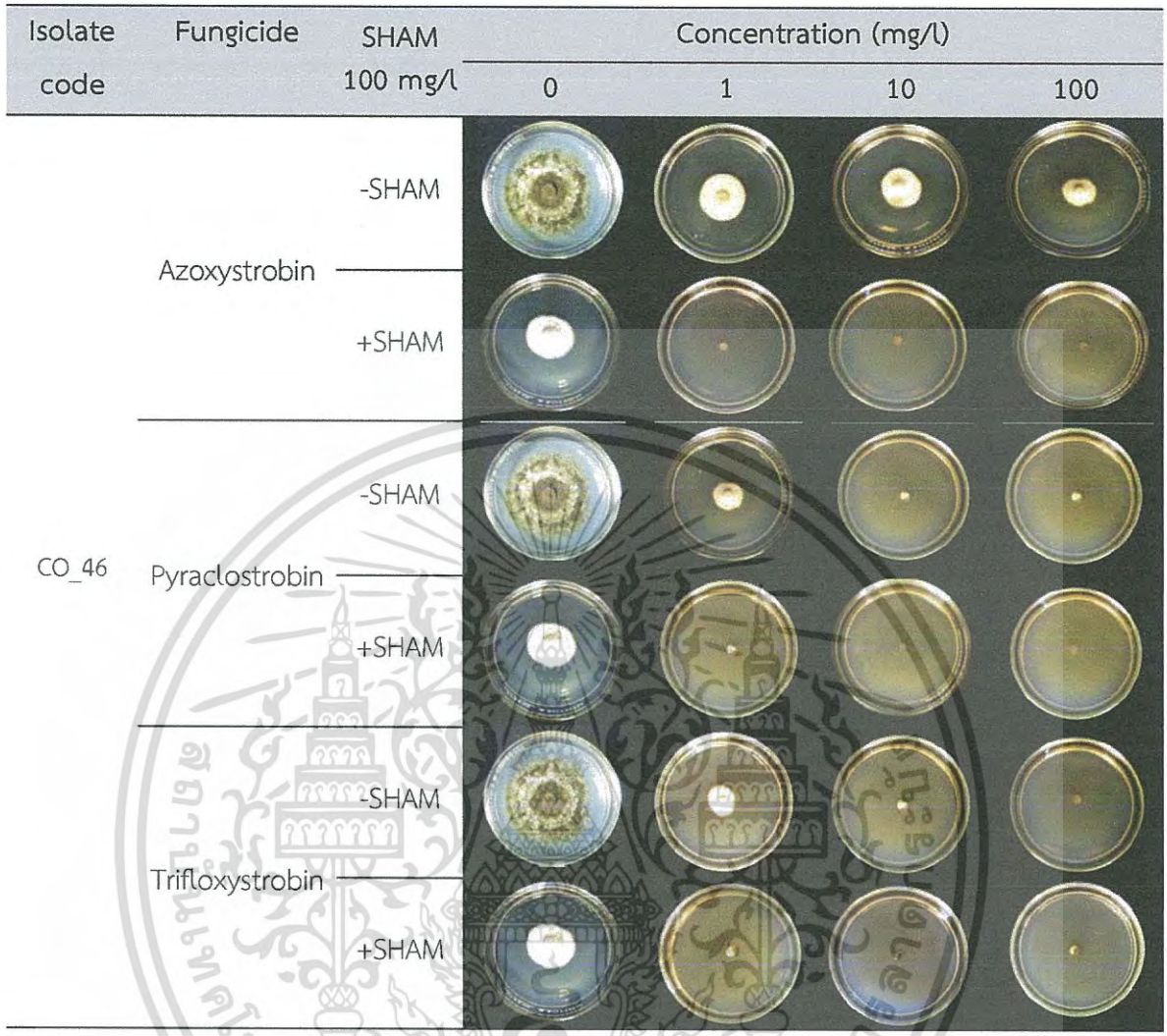


Figure 4.3 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

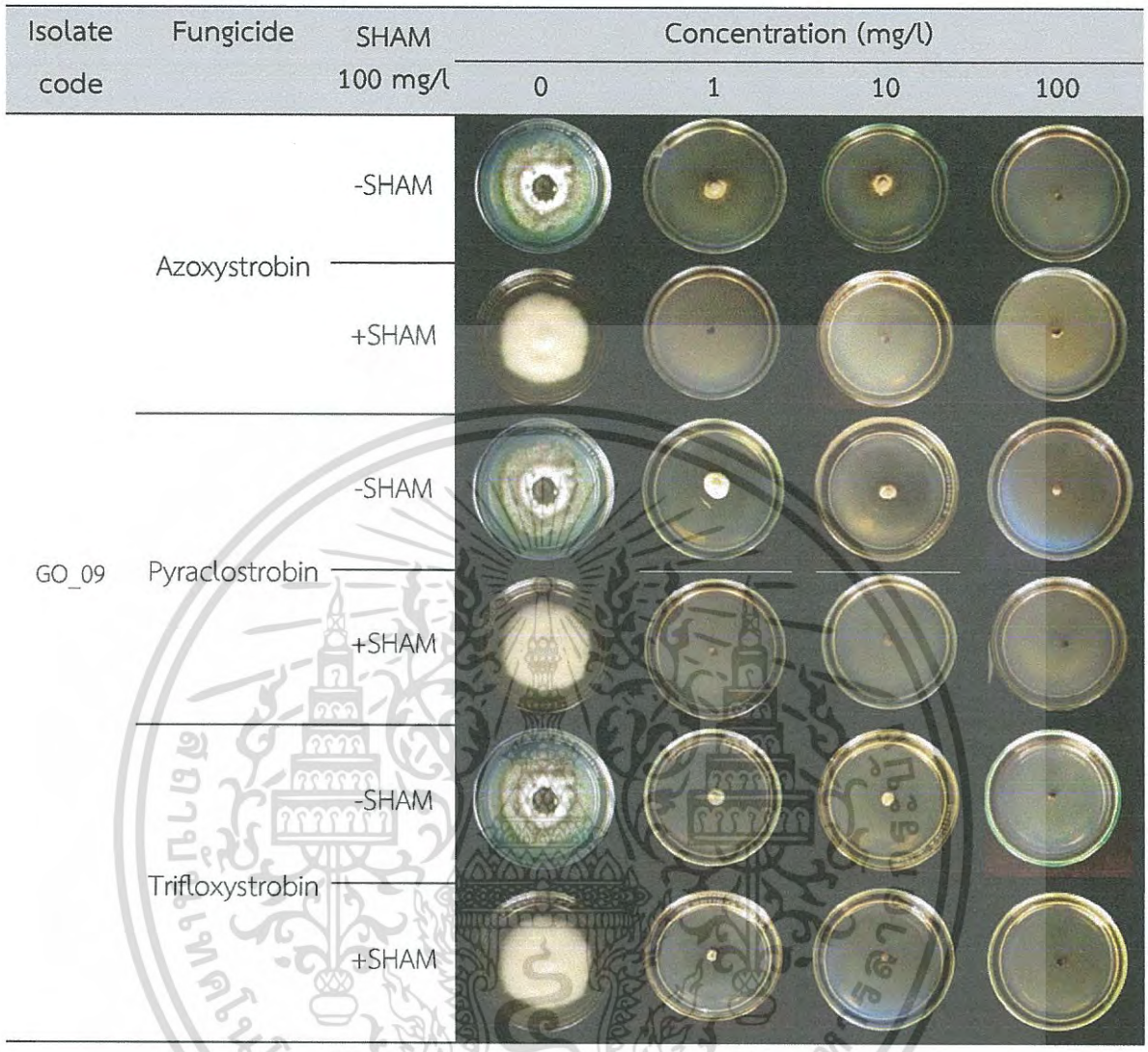


Figure 4.3 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 4.3 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

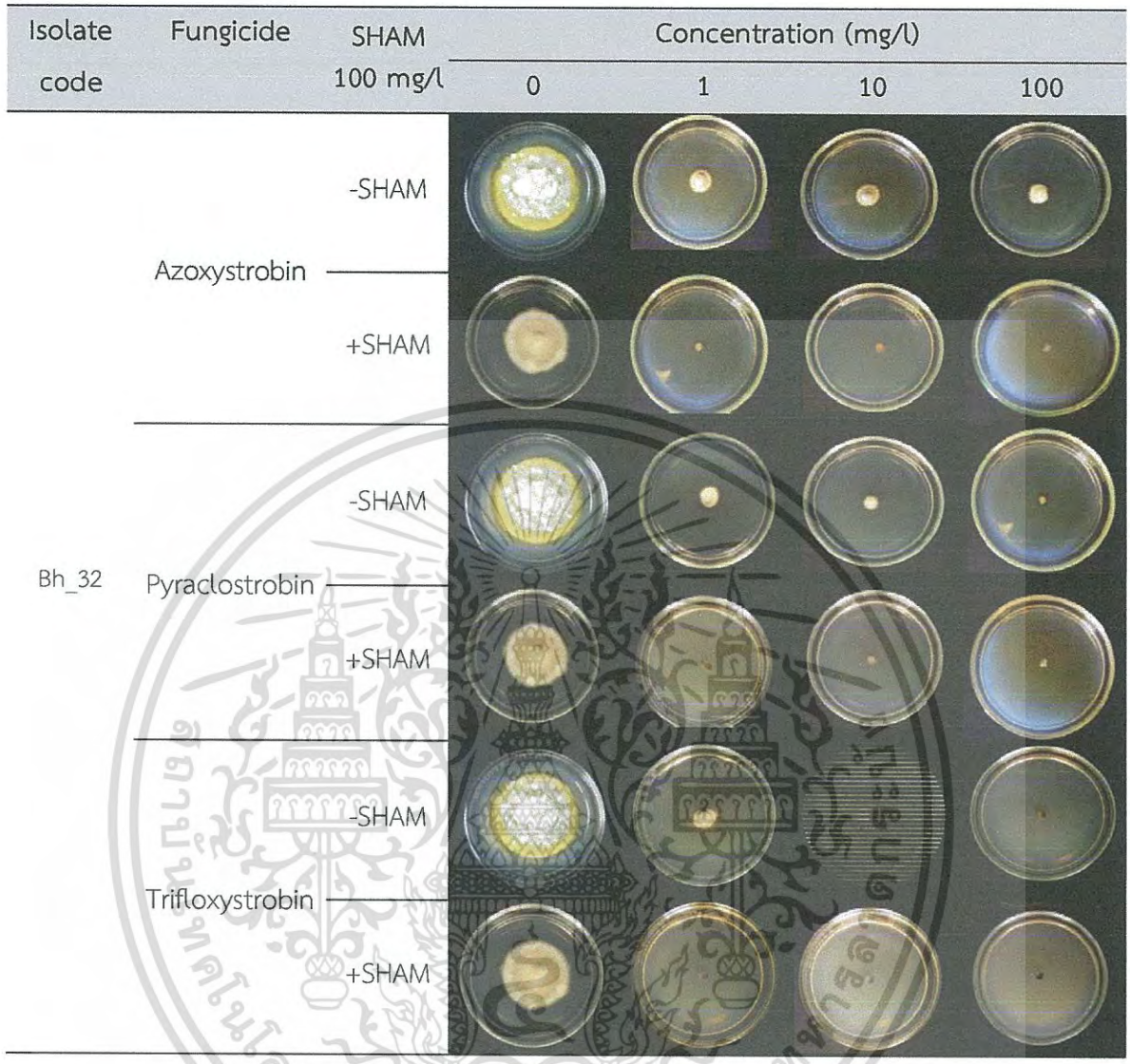


Figure 4.3 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

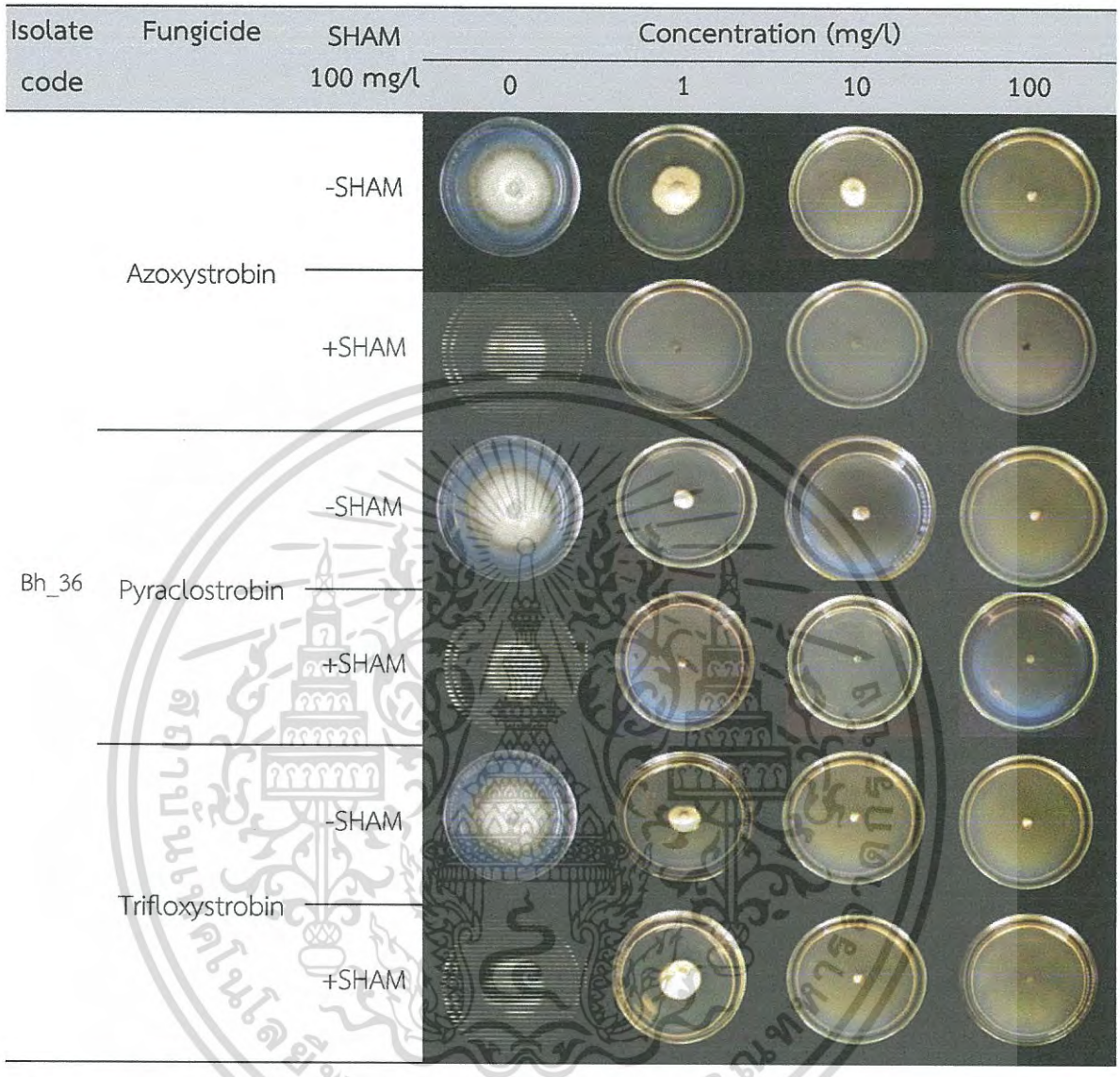


Figure 4.3 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

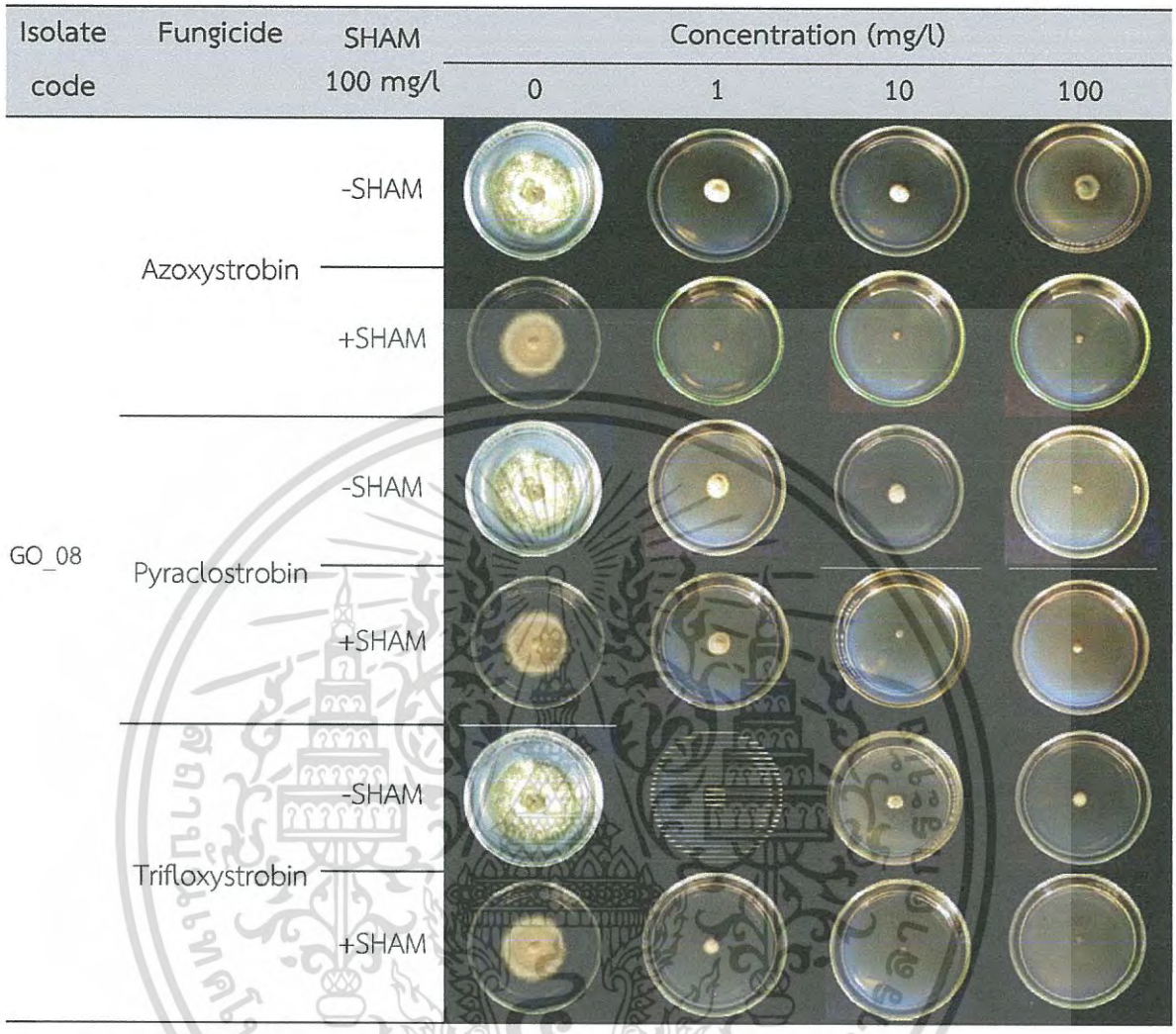


Figure 4.3 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

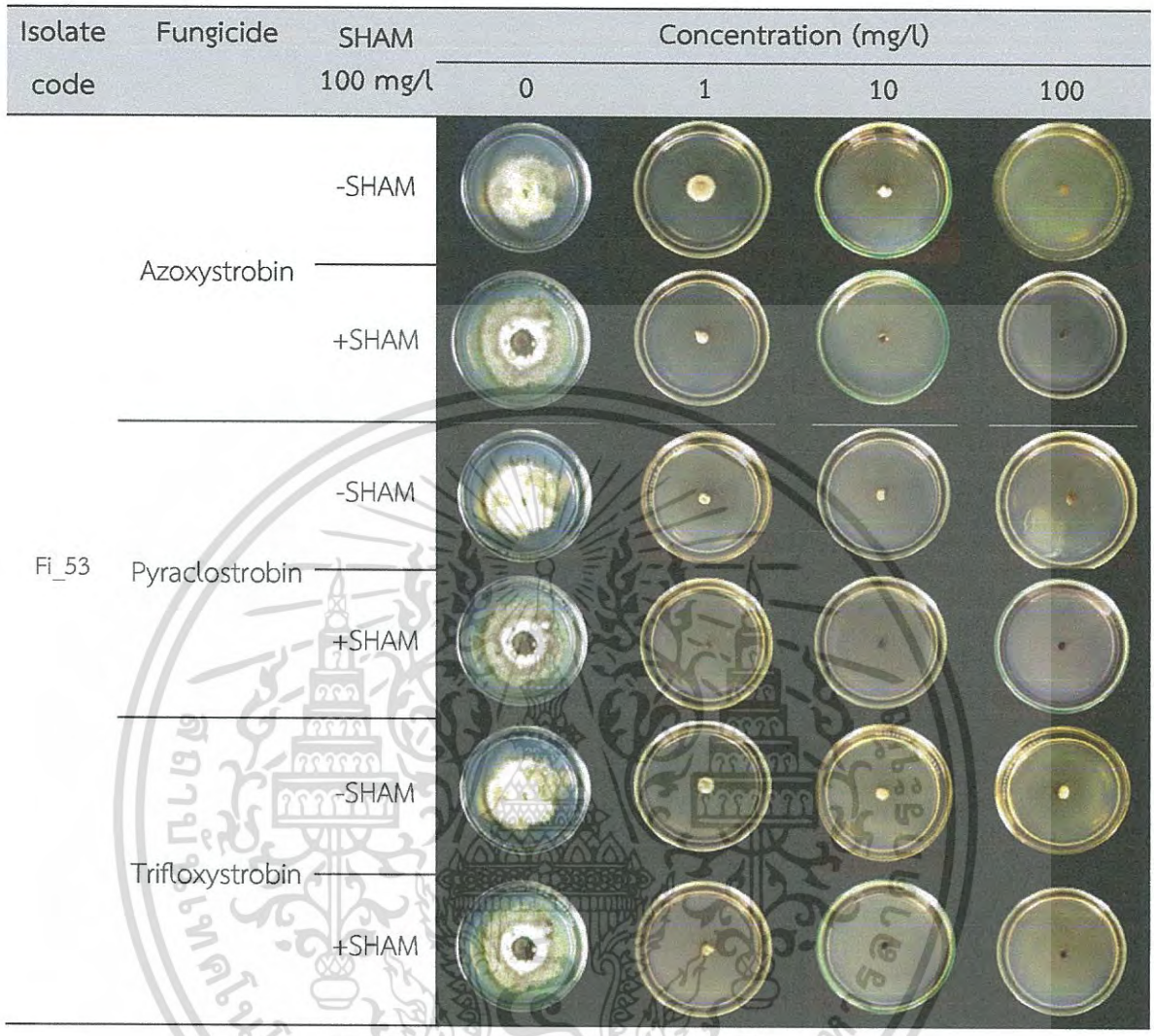


Figure 4.3 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

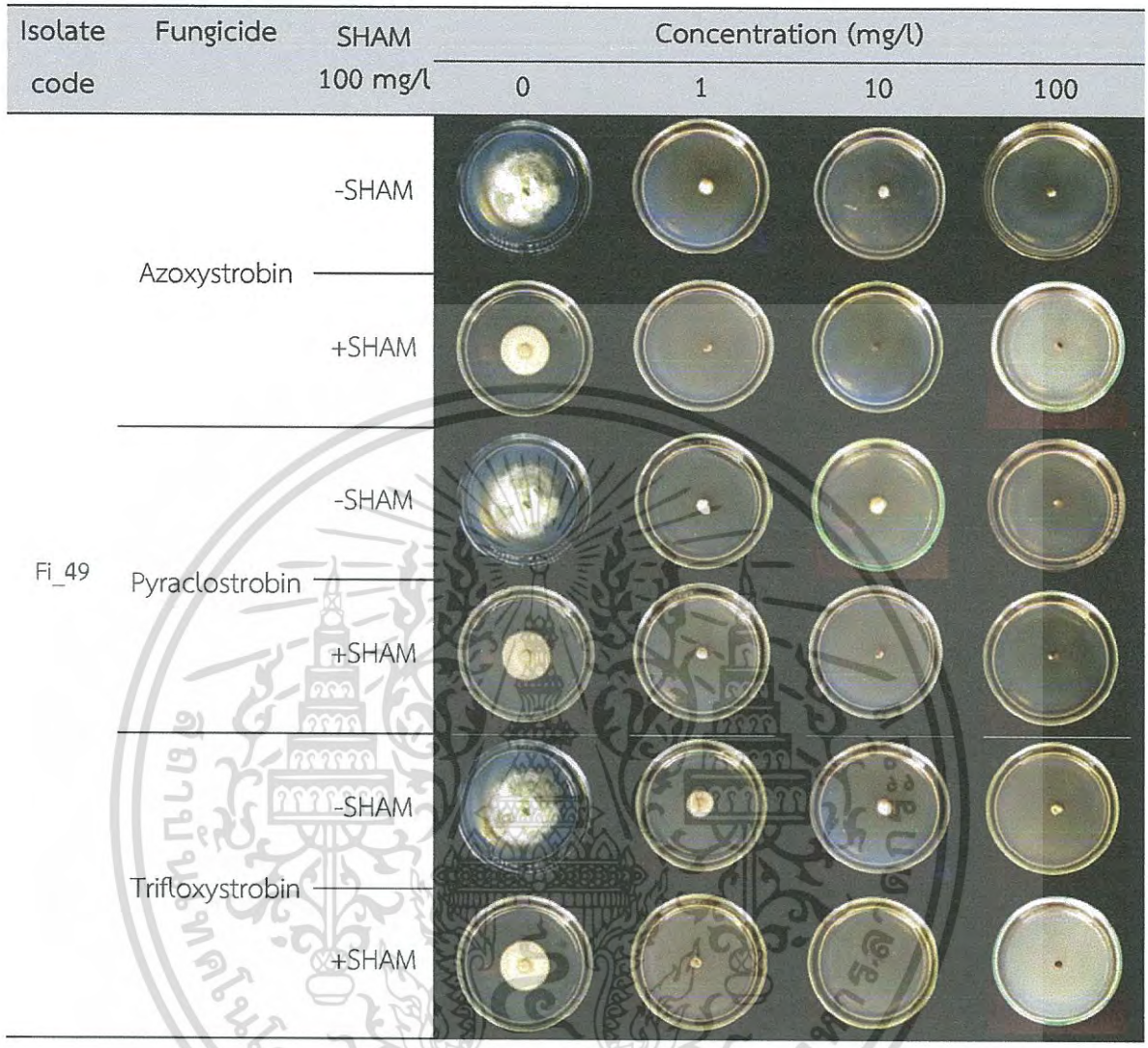


Figure 4.3 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 เชื้อรา *Alternaria* spp.

จากการทดสอบความต้านทานของเชื้อรา *Alternaria* spp. ต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI คือ azoxystrobin (AZ), pyraclostrobin (PY) และ trifloxystrobin (TR) บนอาหาร potato dextrose agar (PDA) ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราดังกล่าว ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 10 และ 100 mg/l ทดสอบร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ที่ความเข้มข้น 100 mg/l และกรรมวิธีที่ไม่ผสม SHAM จำนวน 4 ซ้ำ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตทางเส้นใยของเชื้อรา *Alternaria* spp. ไอโซเลท RO_012, RO_013, RO_015, GO_001, GO_003, GO_005, GO_006, และ GO_008 พบว่า เชื้อรา *Alternaria* spp. ทุกไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตบนอาหาร PDA ที่ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับ SHAM คือ AZ+SHAM , PY+SHAM และ TR+SHAM น้อยกว่าที่ไม่ผสม SHAM และพบว่าเชื้อบางไอโซเลทไม่เจริญเติบโตทางเส้นใยบนอาหาร PDA ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราทั้งสามชนิดที่มีระดับความเข้มข้น 100 mg/l ทั้งที่ผสม SHAM และไม่ผสม SHAM เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Table 4.3 และ Figure 4.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.3 Fungicide resistant assay of *Alternaria* spp. isolates causing leaf spot on lettuce from hydroponics on PDA with quinone outside inhibitors.

Isolate code	Fungicide	SHAM	Mycelial growth (%)			
		100 mg/l	0	1	10	100 (mg/l)
RO_012	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	85.65	19.00	12.47
		+ SHAM	82.35	66.71	59.41	1.35
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	86.94	82.18	21.29
		+ SHAM	82.35	88.29	47.88	1.88
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	82.47	77.06	36.18
		+ SHAM	82.35	74.59	62.59	0.29
RO_013	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	85.75	57.69	48.50
		+ SHAM	99.31	86.18	49.63	18.88
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	90.44	71.06	68.06
		+ SHAM	99.31	95.31	37.38	17.44
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	88.19	69.38	33.19
		+ SHAM	99.31	69.63	50.94	0.63
RO_015	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	91.44	64.11	21.44
		+ SHAM	94.44	83.89	56.67	2.78
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	83.44	69.78	23.06
		+ SHAM	94.44	71.44	63.61	2.50
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	78.72	61.78	18.78
		+ SHAM	94.44	78.44	63.33	4.72
RO_018	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	84.67	65.89	28.94
		+ SHAM	94.33	78.44	40.83	0.00
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	87.67	69.00	29.50
		+ SHAM	94.33	68.00	39.50	4.33
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	83.06	66.50	28.22
		+ SHAM	94.33	63.72	39.67	12.22
GO_001	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	71.24	66.53	20.65
		+ SHAM	100.00	66.47	52.29	18.24
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	85.88	65.88	18.53
		+ SHAM	100.00	64.71	17.59	0.00
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	92.76	65.94	18.35
		+ SHAM	100.00	66.47	55.29	2.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.3 Continued.

Isolate code	Fungicide type	SHAM 100 mg/l	Mycelial growth (%)			
			0	1	10	100 (mg/l)
GO_003	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	79.41	53.53	16.88
		+ SHAM	82.35	65.29	41.18	0.71
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	77.06	67.53	18.35
		+ SHAM	82.35	60.00	65.29	2.18
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	82.35	48.24	12.35
		+ SHAM	82.35	68.82	52.94	1.18
GO_005	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	86.94	77.65	17.71
		+ SHAM	97.29	93.00	64.76	5.88
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	76.47	64.71	17.65
		+ SHAM	97.29	64.71	47.06	0.00
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	82.35	82.35	11.76
		+ SHAM	97.29	67.65	61.18	0.00
GO_006	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	88.82	54.12	34.76
		+ SHAM	82.35	59.41	15.88	10.06
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	82.35	66.47	17.65
		+ SHAM	82.35	52.94	19.41	0.00
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	80.71	52.94	30.00
		+ SHAM	82.35	58.82	40.00	17.65
GO_008	Azoxystrobin	- SHAM	100.00	88.24	58.82	0.00
		+ SHAM	82.35	65.29	41.18	0.00
	Pyraclostrobin	- SHAM	100.00	82.35	76.47	0.00
		+ SHAM	82.35	41.18	0.00	0.00
	Trifloxystrobin	- SHAM	100.00	82.35	17.65	0.00
		+ SHAM	82.35	35.29	0.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

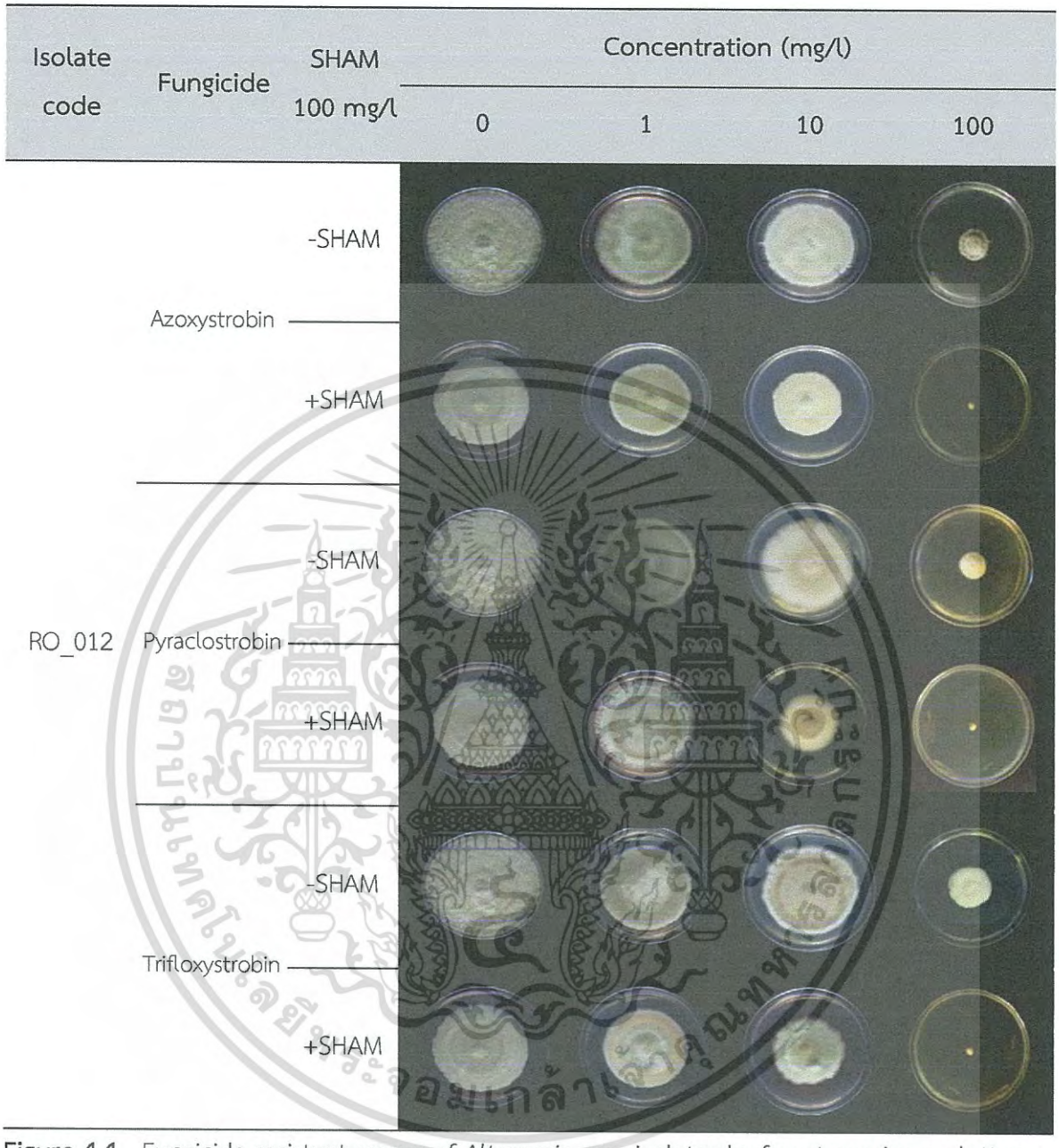


Figure 4.4 Fungicide resistant assays of *Alternaria* spp. isolates leaf spot causing on lettuce from hydroponics on PDA amended with quinone outside inhibitors.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

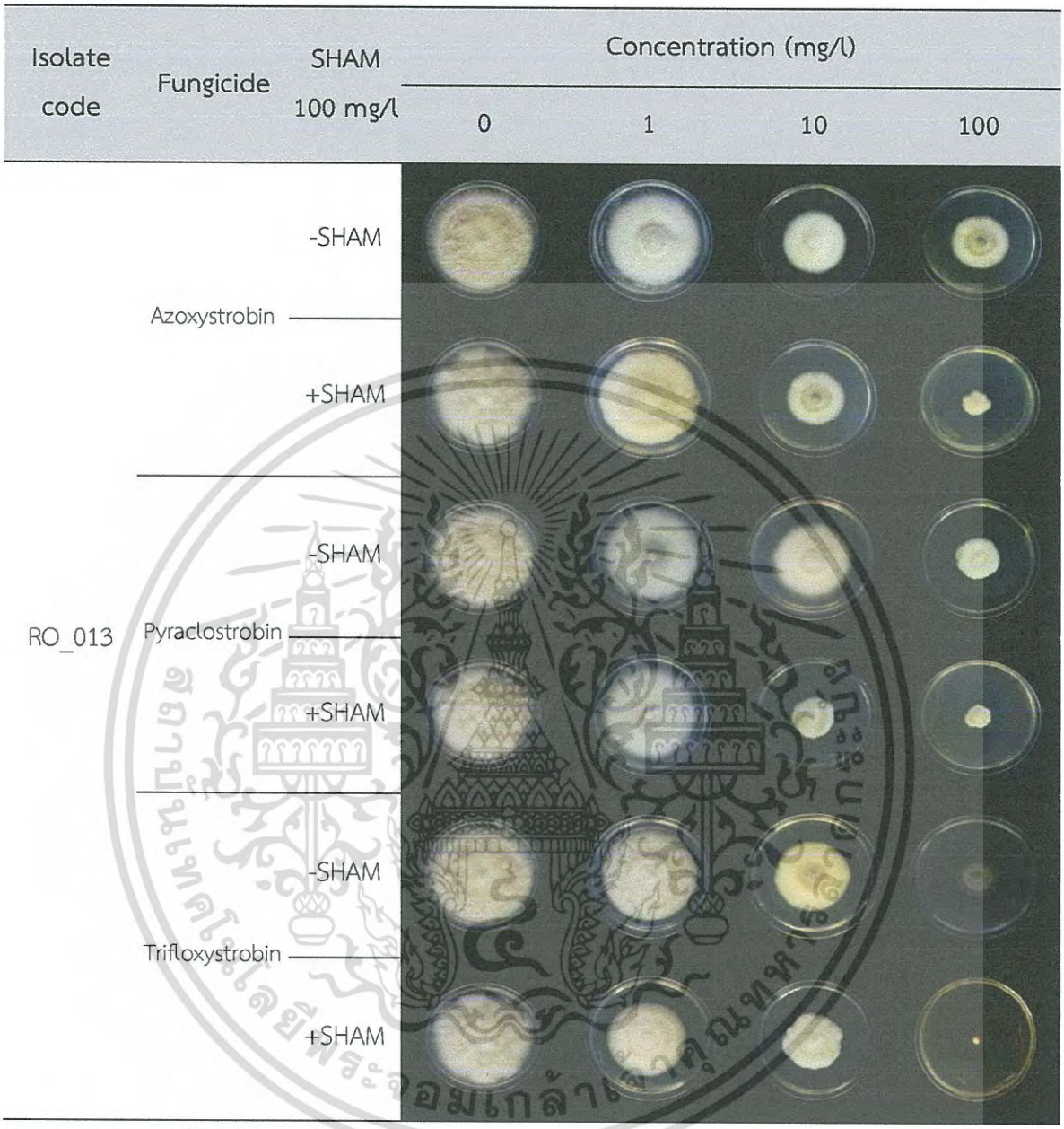


Figure 4.4 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

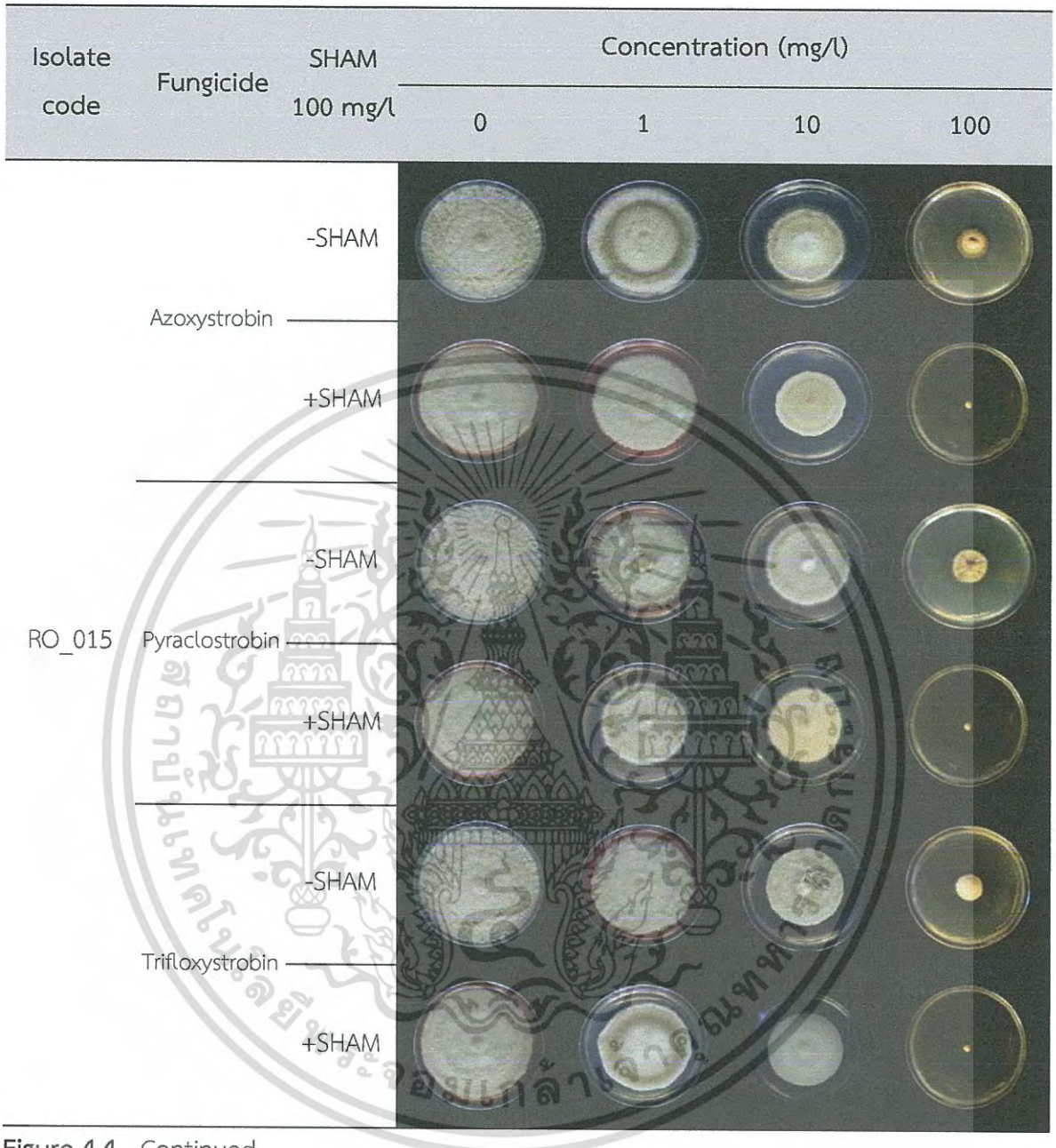


Figure 4.4 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

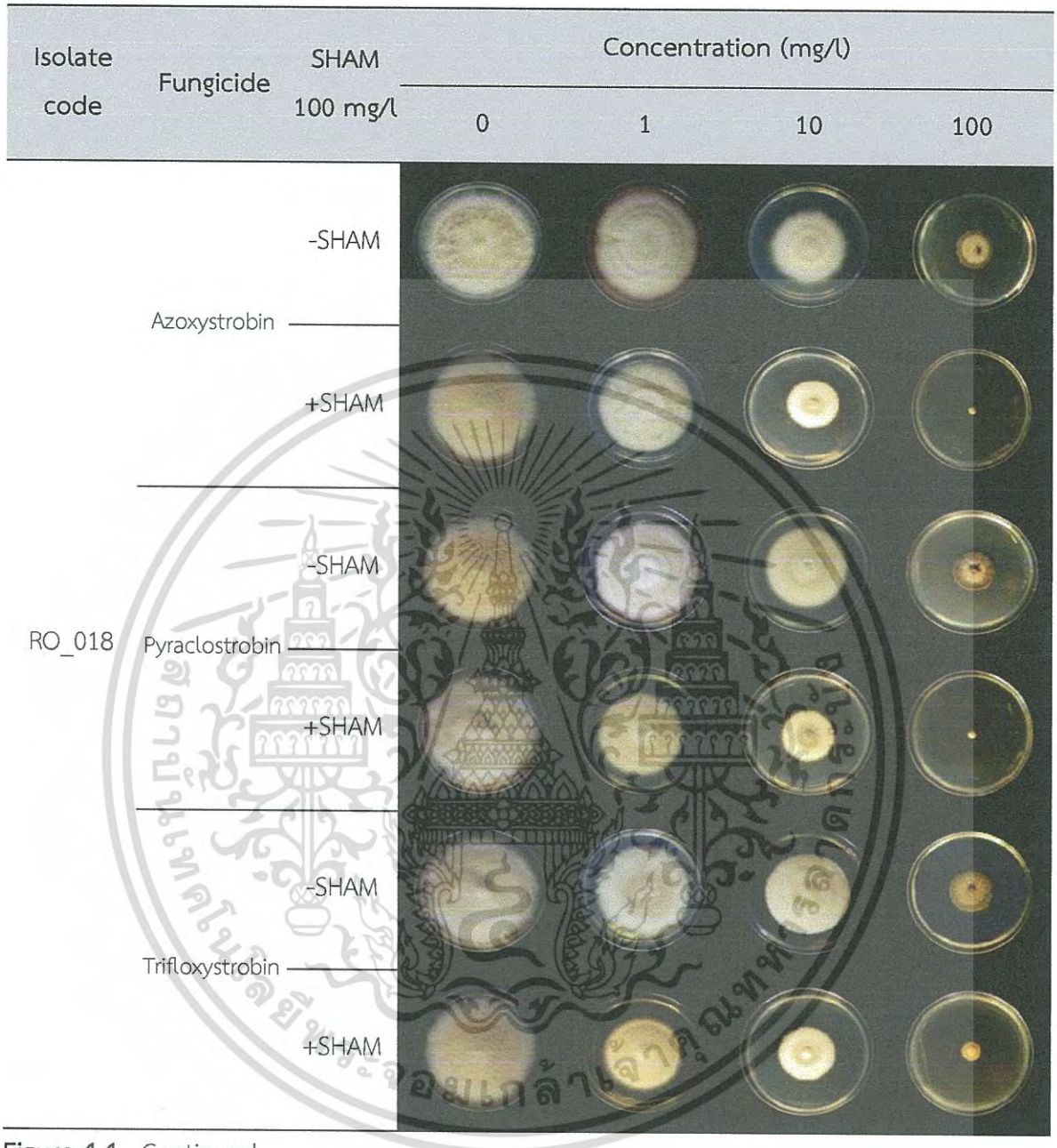


Figure 4.4 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

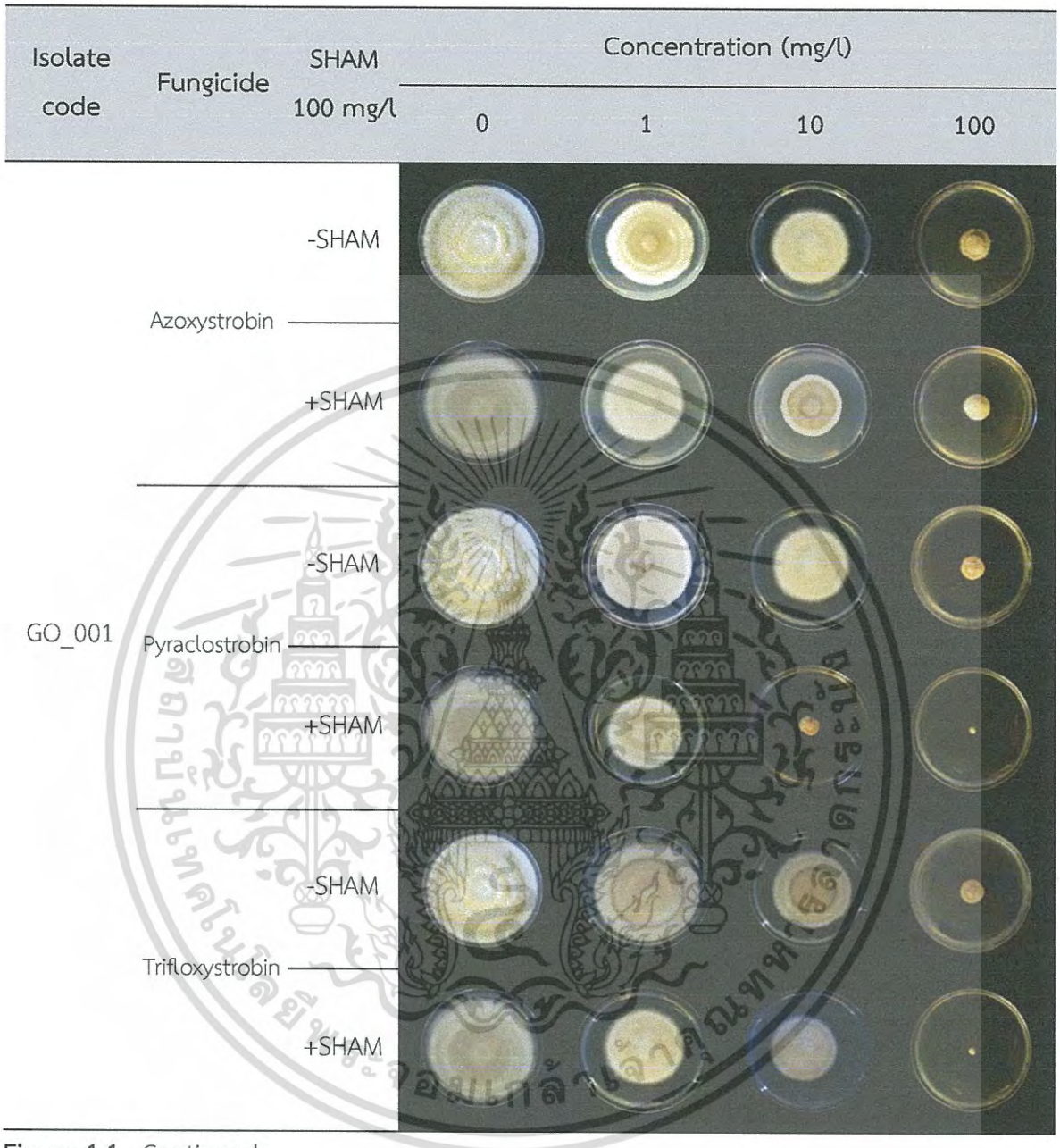


Figure 4.4 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

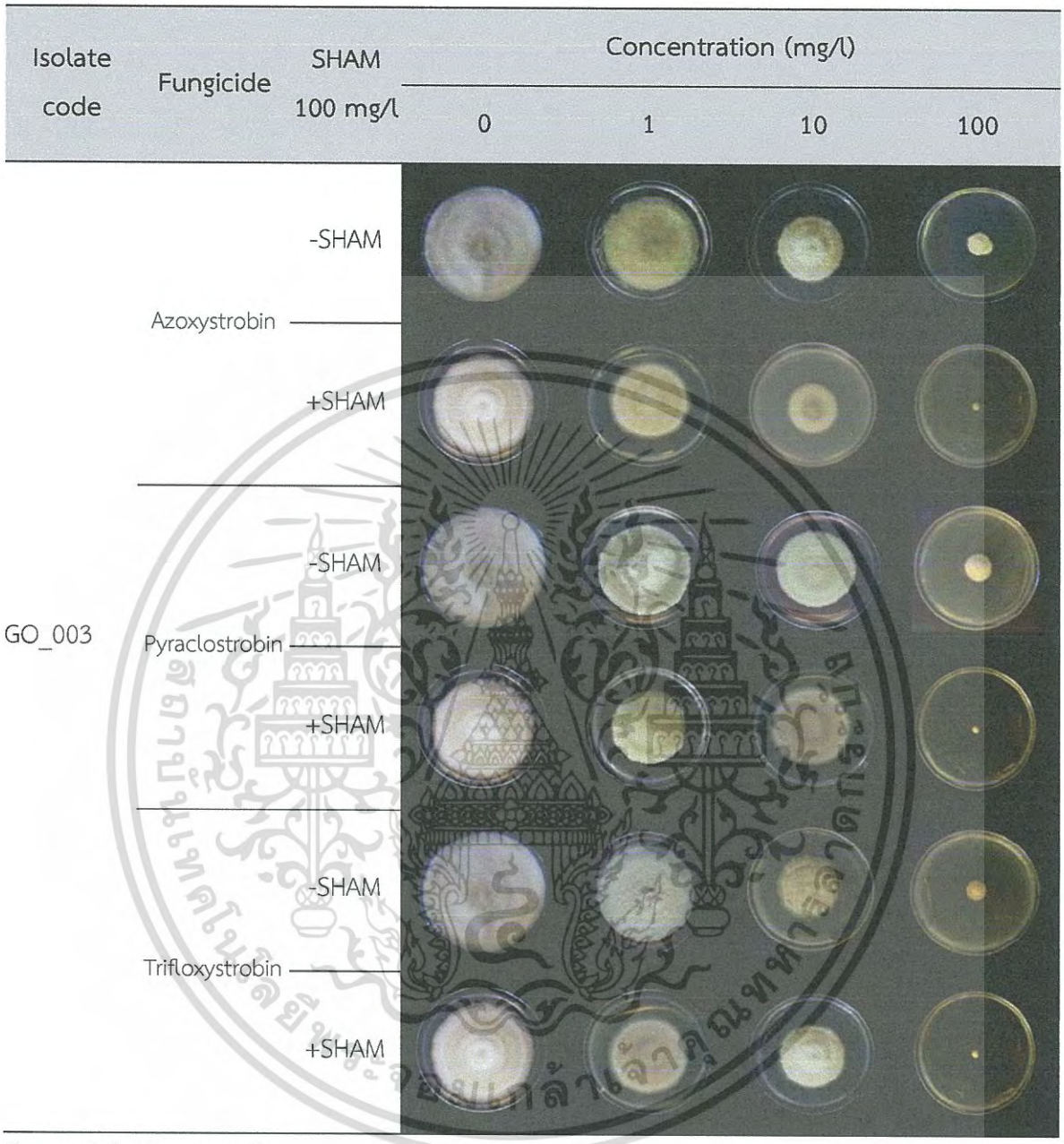


Figure 4.4 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

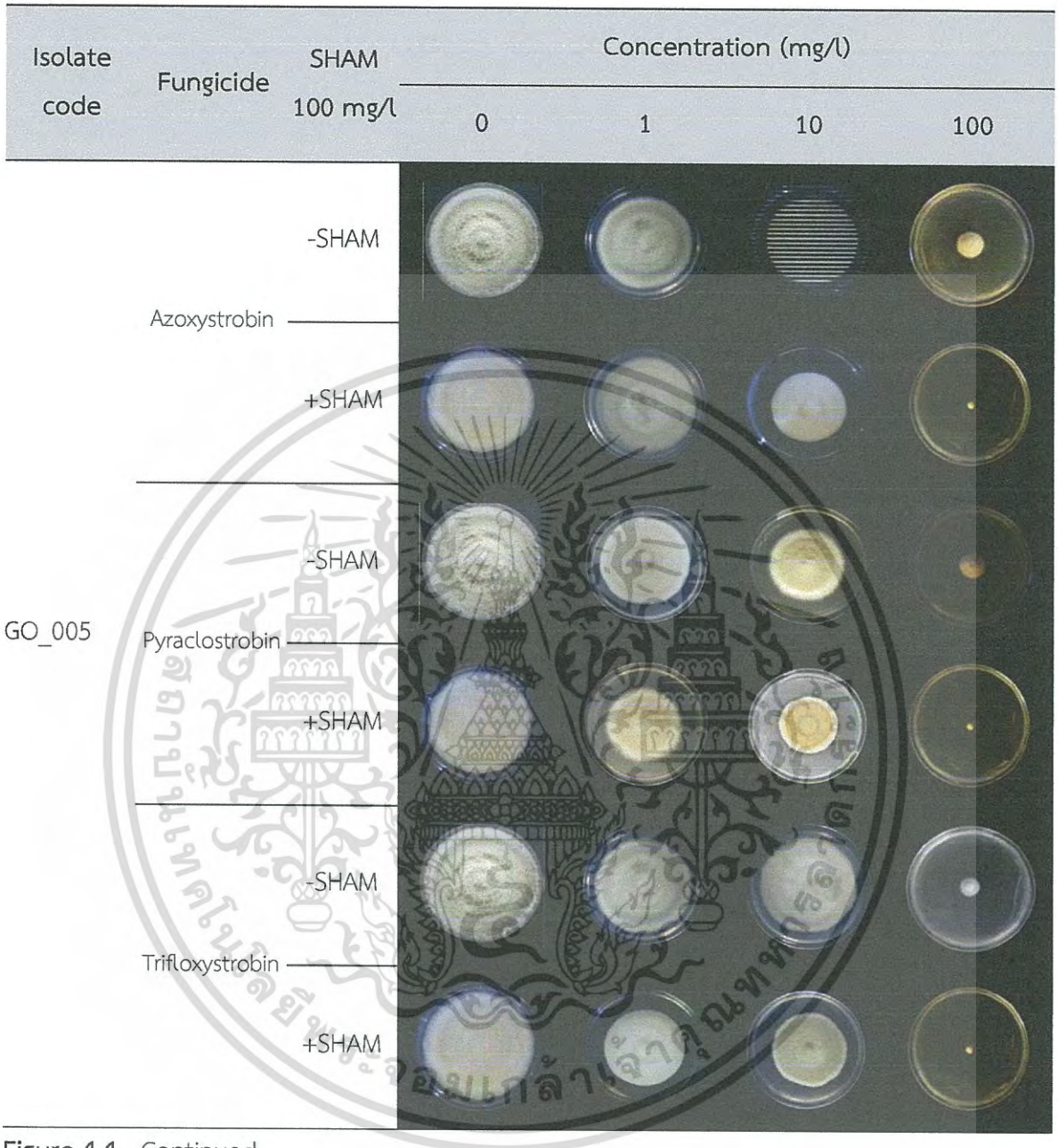


Figure 4.4 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

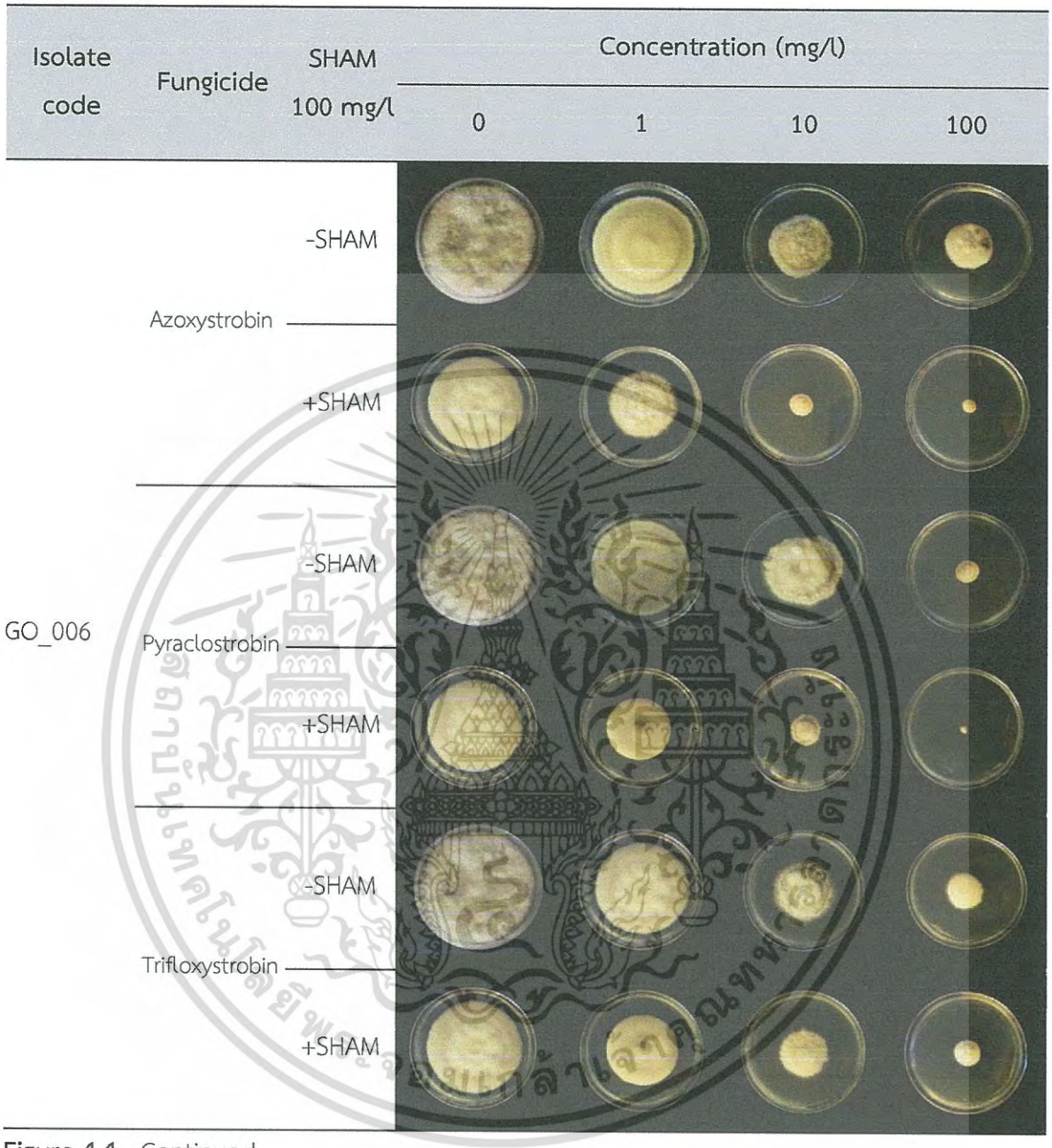


Figure 4.4 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

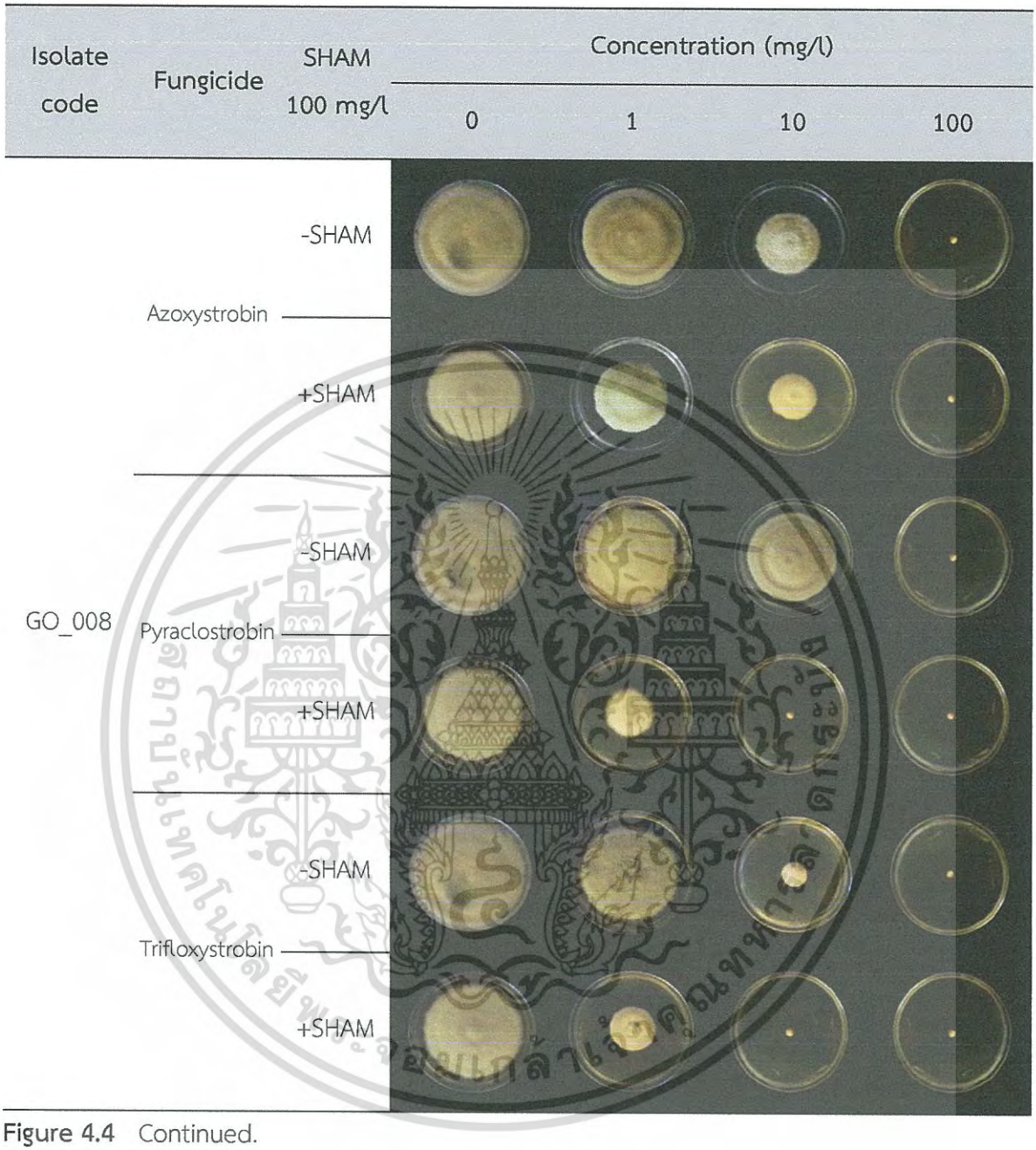


Figure 4.4 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 เชื้อรา *Aspergillus* spp.

จากการทดสอบความต้านทานของเชื้อรา *Aspergillus* spp. ต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI คือ azoxystrobin (AZ), pyraclostrobin (PY) และ trifloxystrobin (TR) บนอาหาร potato dextrose agar (PDA) ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราดังกล่าว ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 10 และ 100 mg/l ทดสอบร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ที่ความเข้มข้น 100 mg/l และกรรมวิธีที่ไม่ผสม SHAM จำนวน 4 ซ้ำ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตทางเส้นใยของเชื้อรา *Aspergillus spp.* ไอโซเลท AG_RP001, AG_RP002, AG_CP004, AG_CP007, AG_CP009, AG_CP010, AG_CP012, AG_CP013, AG_CP014, และ AG_CP017 พบว่า เชื้อรา *Aspergillus* spp. ทุกไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตบนอาหาร PDA ที่ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับ SHAM ไม่แตกต่างกับที่ไม่ผสม SHAM และพบว่าทุกไอโซเลทเจริญเติบโตทางเส้นใยบนอาหาร PDA ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราทั้งสามชนิดที่มีระดับความเข้มข้น 100 mg/l ทั้งที่ผสม SHAM และไม่ผสม SHAM (Table 4.4 และ Figure 4.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.4 Fungicide resistant assay of *Aspergillus* spp. causing garlic on PDA with quinone outside inhibitors.

Isolate code	Fungicide type	SHAM 100 mg/l	Mycelial Growth (%)			
			0	1	10	100 (mg/l)
AG_RP001	Azoxystrobin (AZ)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Pyraclostrobin (PR)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Trifloxystrobin (TF)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
AG_RP002	Azoxystrobin (AZ)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Pyraclostrobin (PR)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Trifloxystrobin (TF)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
AG_CP004	Azoxystrobin (AZ)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Pyraclostrobin (PR)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Trifloxystrobin (TF)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
AG_CP007	Azoxystrobin (AZ)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Pyraclostrobin (PR)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Trifloxystrobin (TF)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.4 Continued.

Isolate code	Fungicide type	SHAM 100 mg/l	Mycelial Growth (%)			
			0	1	10	100 (mg/l)
AG_CP009	Azoxystrobin (AZ)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Pyraclostrobin (PR)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Trifloxystrobin (TF)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
AG_CP010	Azoxystrobin (AZ)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Pyraclostrobin (PR)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Trifloxystrobin (TF)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
AG_CP012	Azoxystrobin (AZ)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	92.83
	Pyraclostrobin (PR)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	93.33
	Trifloxystrobin (TF)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	93.88
AG_CP013	Azoxystrobin (AZ)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Pyraclostrobin (PR)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Trifloxystrobin (TF)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	89.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.4 Continued

Isolate code	Fungicide type	SHAM 100 mg/l	Mycelial Growth (%)			
			0	1	10	100 (mg/l)
AG_CP014	Azoxystrobin (AZ)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Pyraclostrobin (PR)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Trifloxystrobin (TF)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
AG_CP017	Azoxystrobin (AZ)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Pyraclostrobin (PR)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100
	Trifloxystrobin (TF)	-SHAM	100	100	100	100
		+SHAM	100	100	100	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

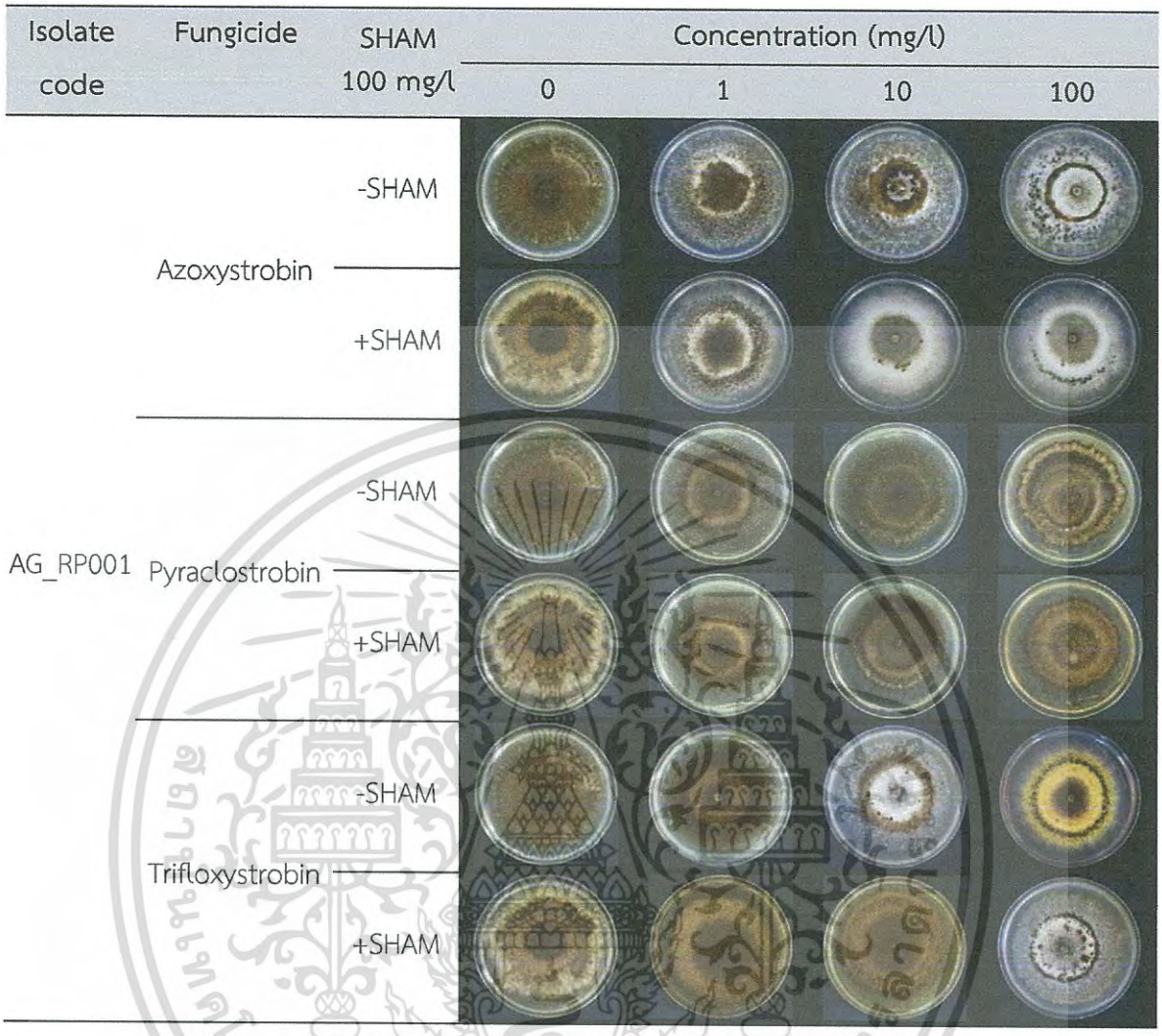


Figure 4.5 Fungicide resistant assay of *Aspergillus* spp. isolates causing garlic disease on PDA with quinone outside inhibitors.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

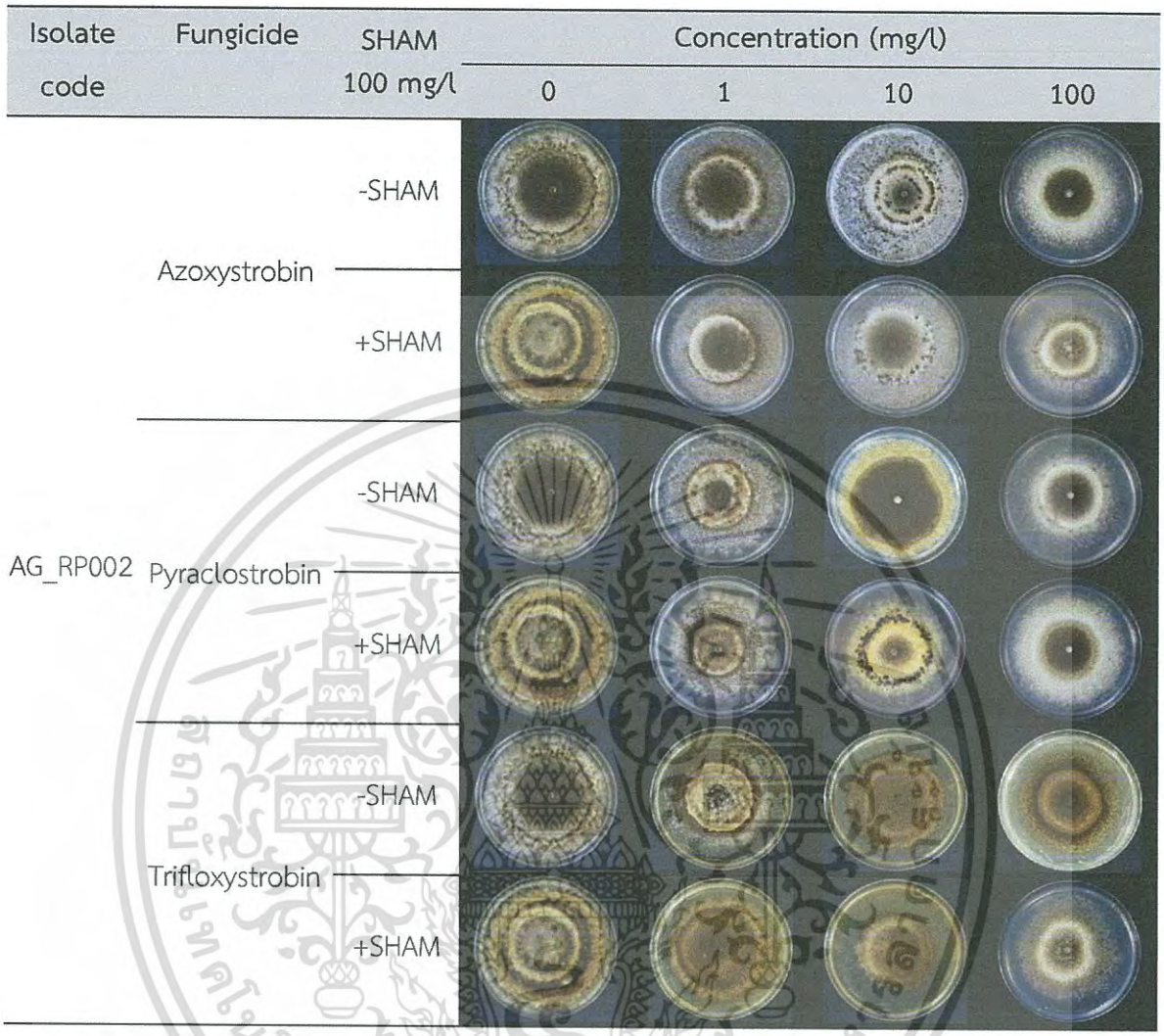


Figure 4.5 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

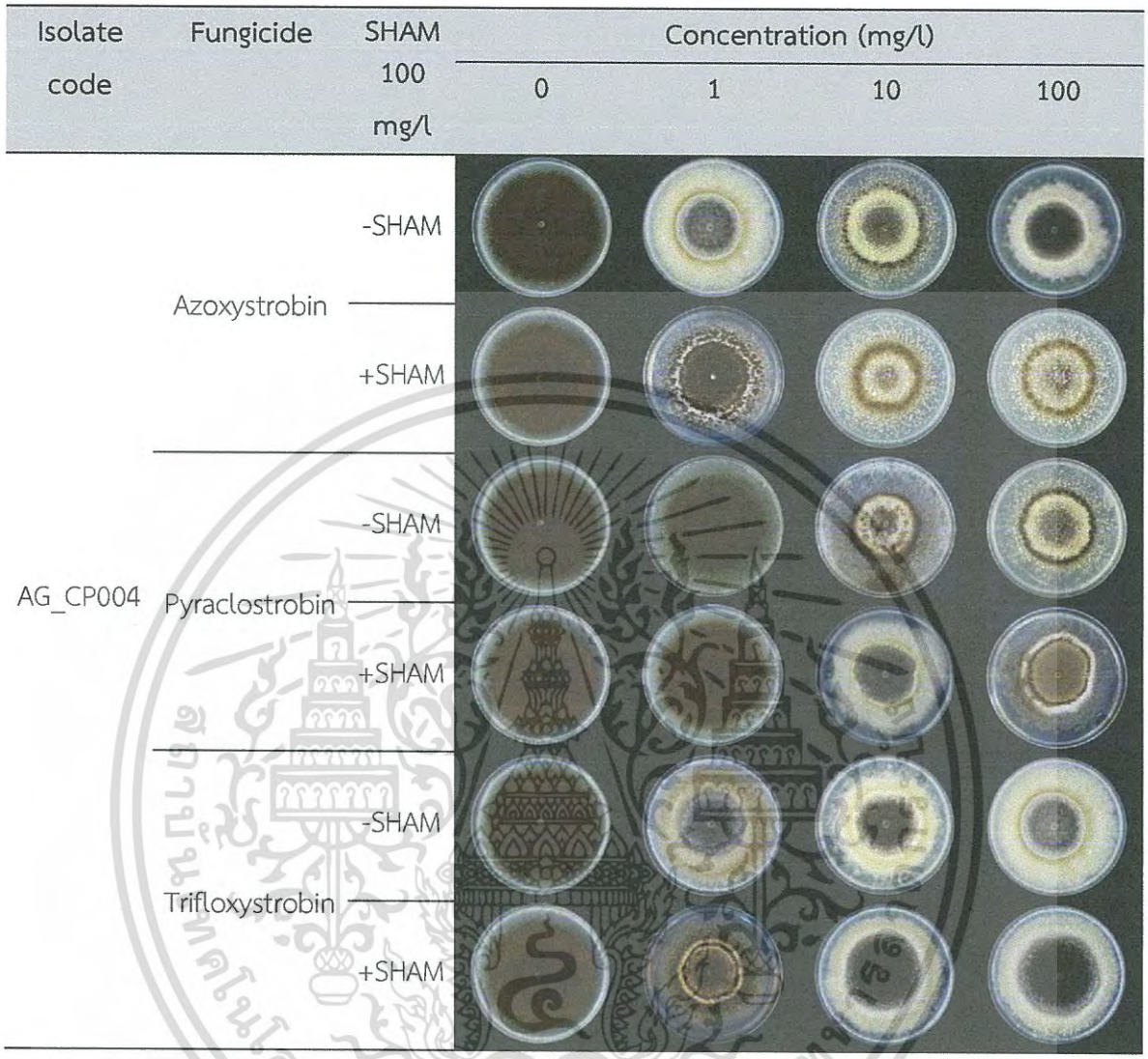


Figure 4.5 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

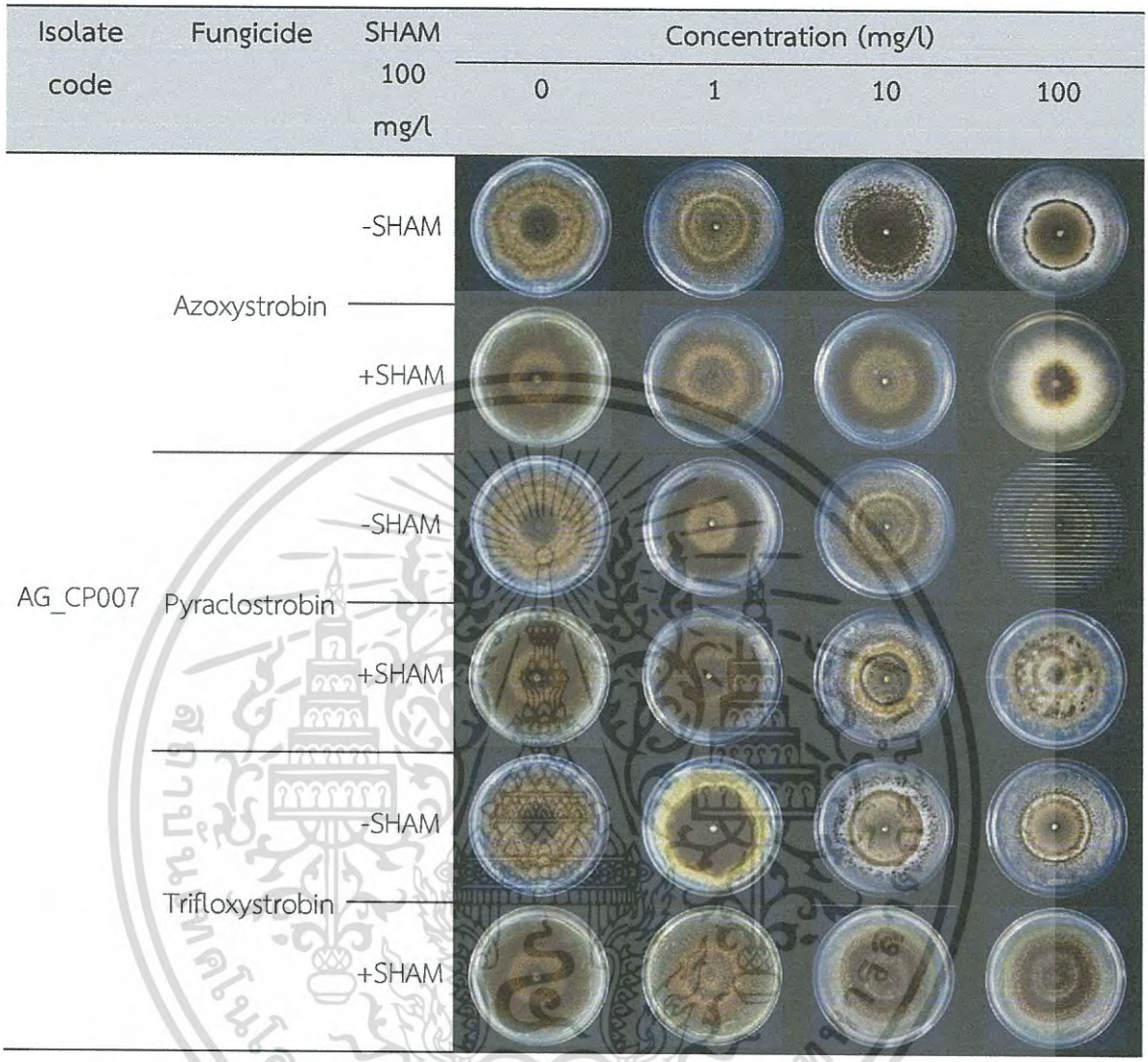


Figure 4.5 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

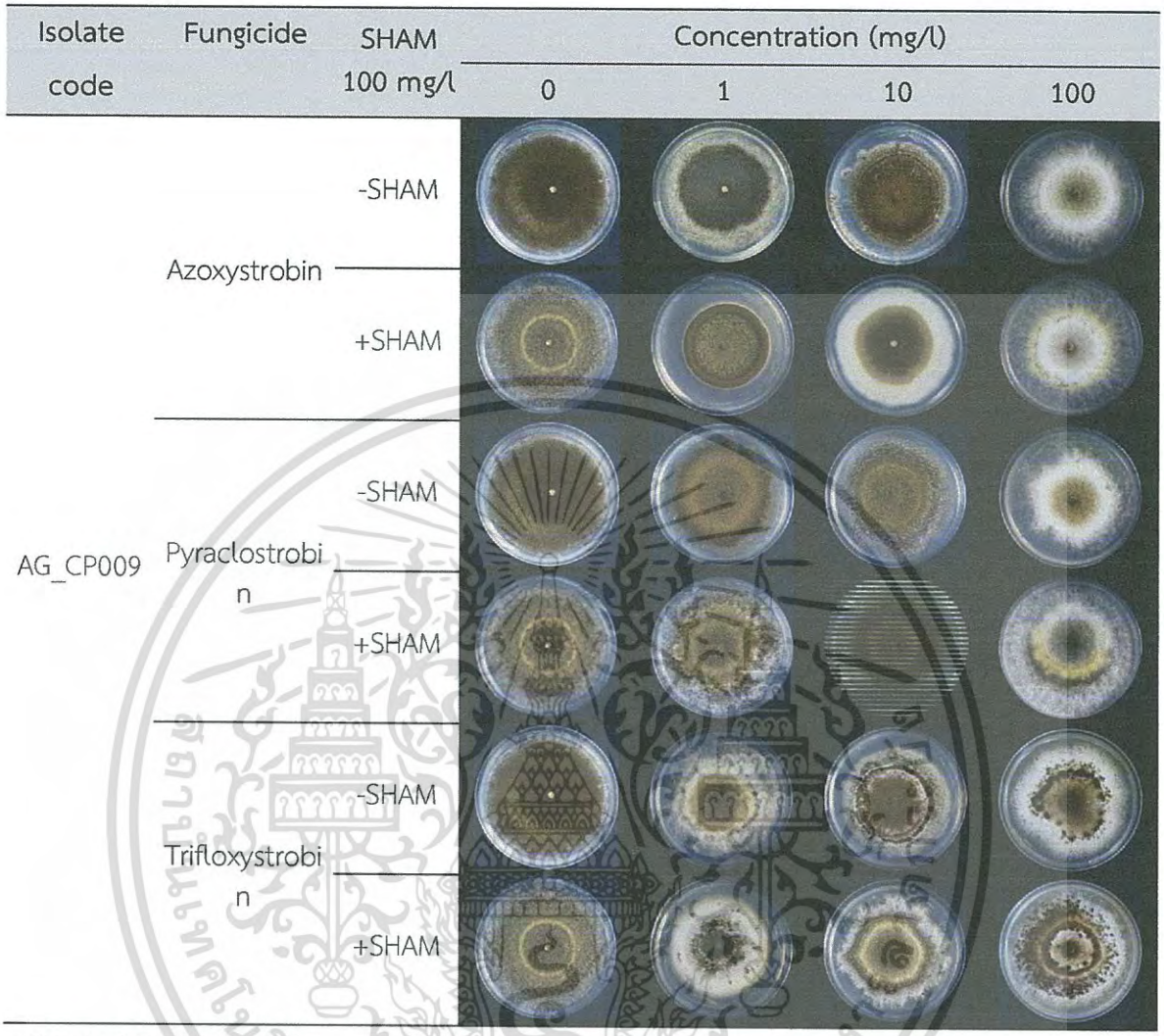


Figure 4.5 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

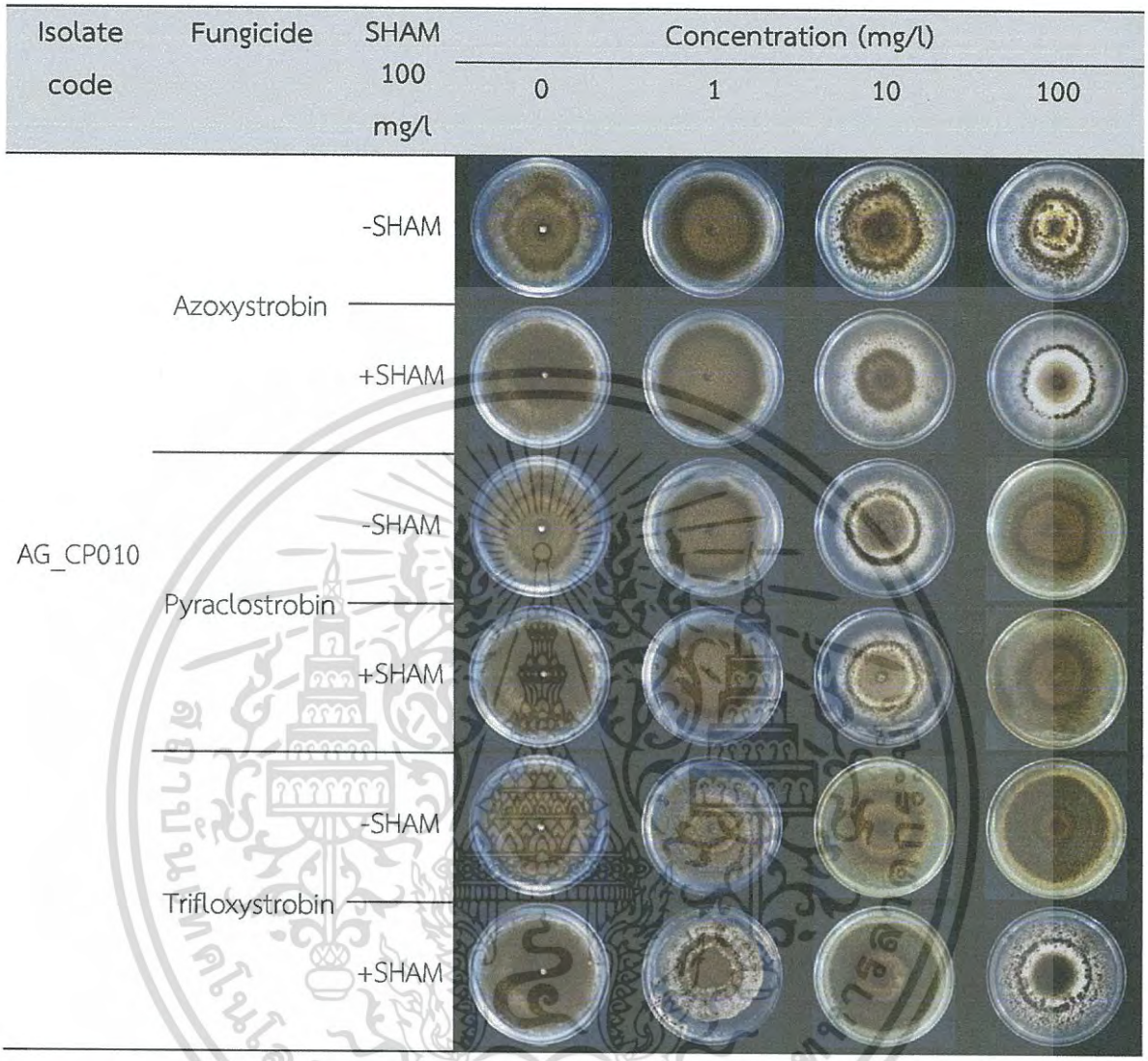


Figure 4.5 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

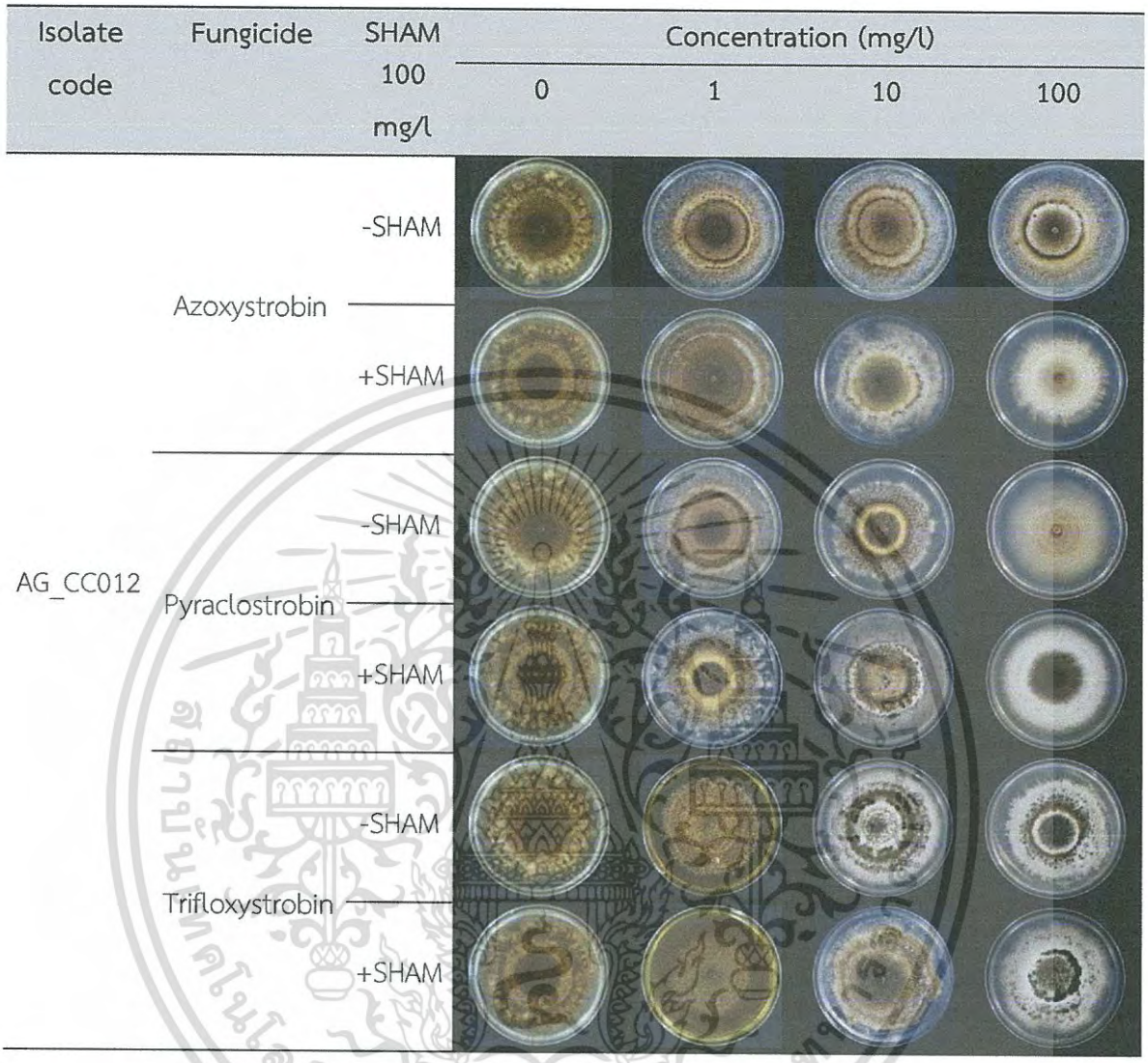


Figure 4.5 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

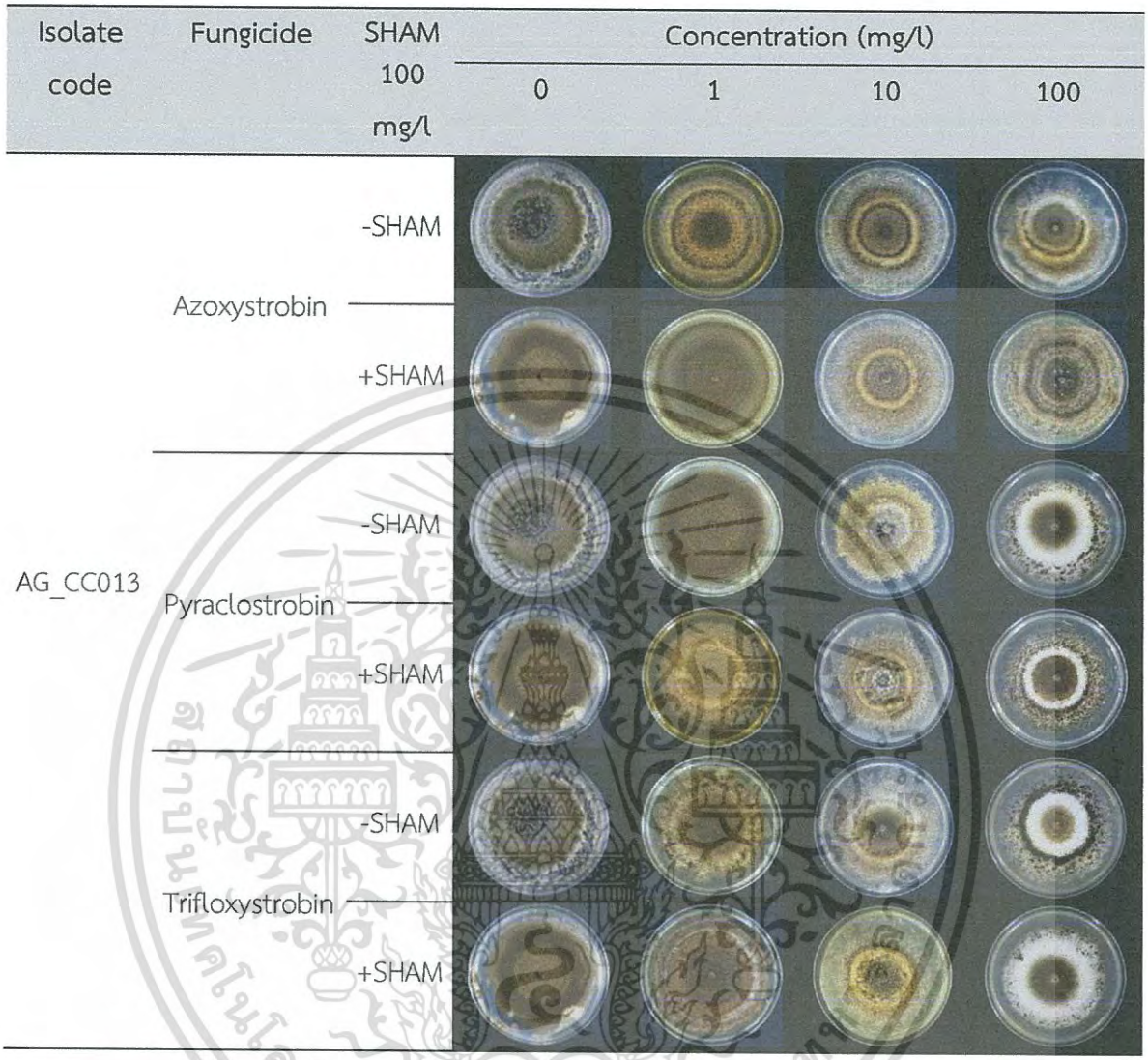


Figure 4.5 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

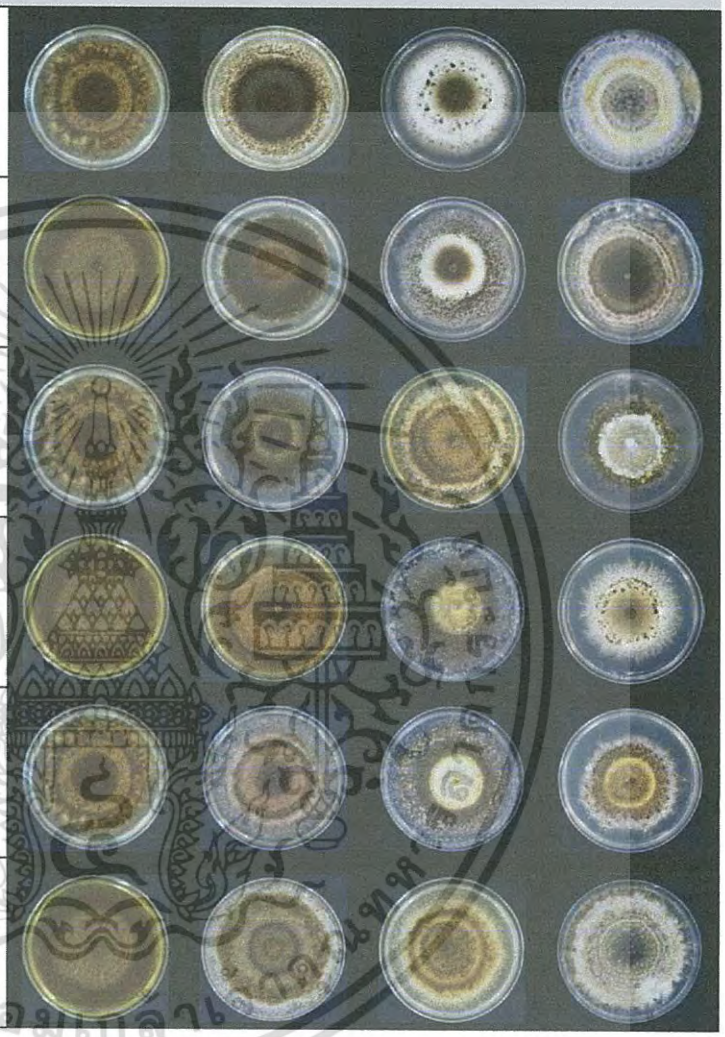
Isolate code	Fungicide	SHAM 100 mg/l	Concentration (mg/l)			
			0	1	10	100
AG_CC014	Azoxystrobin	-SHAM				
		+SHAM				
	Pyraclostrobin	-SHAM				
		+SHAM				
	Trifloxystrobin	-SHAM				
		+SHAM				

Figure 4.5 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

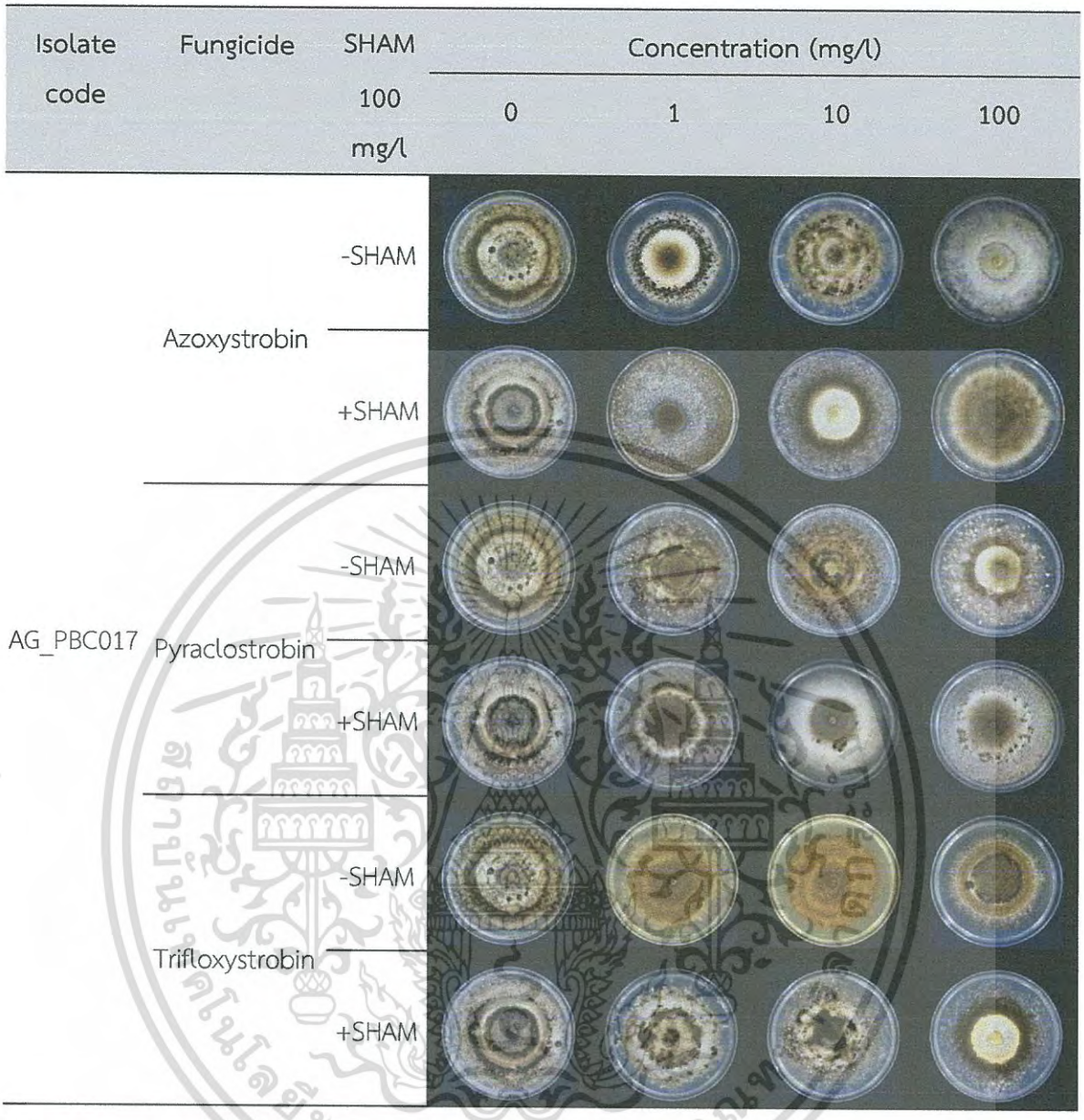


Figure 4.5 Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 เชื้อรา *Phytophthora* spp.

จากการทดสอบความต้านทานของเชื้อรา *Phytophthora* spp. ต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI คือ azoxystrobin (AZ), pyraclostrobin (PY) และ trifloxystrobin (TR) บนอาหาร potato dextrose agar (PDA) ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราดังกล่าว ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 10 และ 100 mg/l ทดสอบร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ที่ความเข้มข้น 100 mg/l และกรรมวิธีที่ไม่ผสม SHAM จำนวน 4 ซ้ำ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตทางเส้นใยของเชื้อรา *Phytophthora* spp. ไอโซเลท P14, P18, P19, P20, P26, P27, P28, P29, P31, P32 พบว่า เชื้อรา *Phytophthora* spp. ทุกไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตบนอาหาร PDA ที่ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับ SHAM คือ AZ+SHAM , PY+SHAM และ TR+SHAM น้อยกว่าที่ไม่ผสม SHAM ทั้งนี้เพราะ SHAM ซึ่งเป็น alternative oxidase (AOX inhibition) ไปยับยั้งการแสดงออกของการหายใจ (alternative respiration) ตรงตามรายงานของ Ishii (2006) และ Fernández-Qrtuño et al. (2008) และในการทดลองครั้งนี้ พบว่าเชื้อทุกไอโซเลทมีการเจริญเติบโตทางเส้นใยน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ บนอาหาร PDA ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราทั้งสามชนิดที่มีระดับความเข้มข้น 100 mg/l ทั้งที่ผสม SHAM และไม่ผสม SHAM เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Table 4.5 และ Figure 4.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.5 Fungicide resistant assay of *Phytophthora* spp. isolates causing durian disease on V8 agar with quinone outside inhibitors.

Isolate code	Fungicide	SHAM 100 mg/l	Mycelial growth (%)			
			0	1	10	100 (mg/l)
P14	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	45.22	32.93	6.21
		+SHAM	84.55	41.93	27.93	0.00
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	57.76	41.55	5.57
		+SHAM	84.55	55.79	19.95	0.00
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	63.39	51.42	0.00
		+SHAM	84.55	51.80	36.10	0.00
P18	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	49.55	33.57	6.39
		+SHAM	92.20	41.43	31.78	0.00
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	64.07	50.96	6.39
		+SHAM	92.20	57.54	50.96	0.00
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	51.28	43.80	0.00
		+SHAM	92.20	43.48	40.92	0.00
P19	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	64.31	23.91	0.00
		+SHAM	77.67	49.91	19.24	2.92
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	52.65	35.86	0.00
		+SHAM	77.67	43.85	18.66	5.13
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	64.49	43.15	0.00
		+SHAM	77.67	49.10	29.74	0.00
P20	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	79.37	46.11	7.48
		+SHAM	94.33	61.22	26.46	7.63
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	71.81	35.53	0.00
		+SHAM	94.33	55.93	21.16	0.00
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	87.68	46.11	7.56
		+SHAM	94.33	65.76	40.82	0.00
P26	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	39.11	24.67	9.45
		+SHAM	86.82	39.71	22.26	5.90
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	42.84	30.20	0.00
		+SHAM	86.82	33.09	6.80	0.00
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	52.95	36.70	0.00
		+SHAM	86.82	49.94	34.90	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.5 Continued

Isolate code	Fungicide	SHAM 100 mg/l	Mycelial growth (%)			
			0	1	10	100 (mg/l)
P27	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	44.57	41.92	5.50
		+SHAM	97.91	55.78	17.41	3.69
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	52.23	28.55	0.00
		+SHAM	97.91	35.52	24.37	0.00
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	62.67	42.48	0.00
		+SHAM	97.91	46.03	15.32	0.00
P28	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	46.59	37.14	11.82
		+SHAM	84.54	41.19	27.68	5.33
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	51.99	34.44	0.00
		+SHAM	84.54	41.19	35.11	0.00
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	54.69	54.02	0.00
		+SHAM	84.54	54.69	21.61	0.00
P29	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	81.90	41.03	0.00
		+SHAM	81.41	65.44	42.59	4.10
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	50.78	29.48	8.19
		+SHAM	81.41	41.77	18.02	0.00
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	40.95	20.48	0.00
		+SHAM	81.41	37.67	17.20	0.00
P31	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	82.83	37.65	3.77
		+SHAM	95.71	71.54	21.08	0.00
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	77.56	30.87	7.45
		+SHAM	95.71	53.46	15.81	0.00
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	75.30	52.71	0.00
		+SHAM	95.71	53.46	45.18	0.00
P32	Azoxystrobin	-SHAM	100.00	64.37	56.05	9.77
		+SHAM	87.74	66.59	33.30	5.55
	Pyraclostrobin	-SHAM	100.00	56.60	29.97	0.00
		+SHAM	87.74	59.38	30.52	0.00
	Trifloxystrobin	-SHAM	100.00	61.04	38.85	0.00
		+SHAM	87.74	55.49	28.30	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

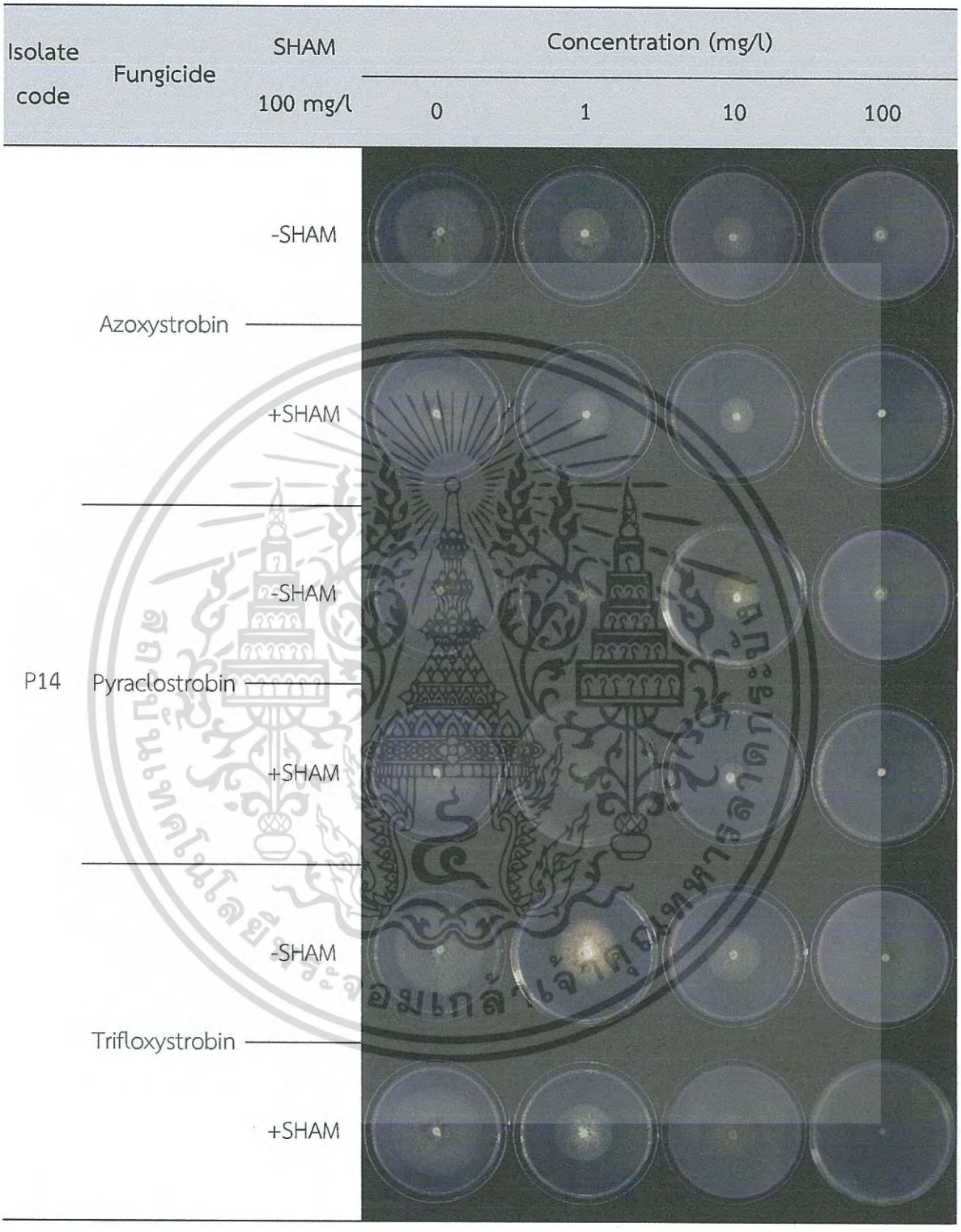


Figure 4.6 Fungicide resistant assay of *Phytophthora* spp. causing durian disease on V8 agar with fungicide.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

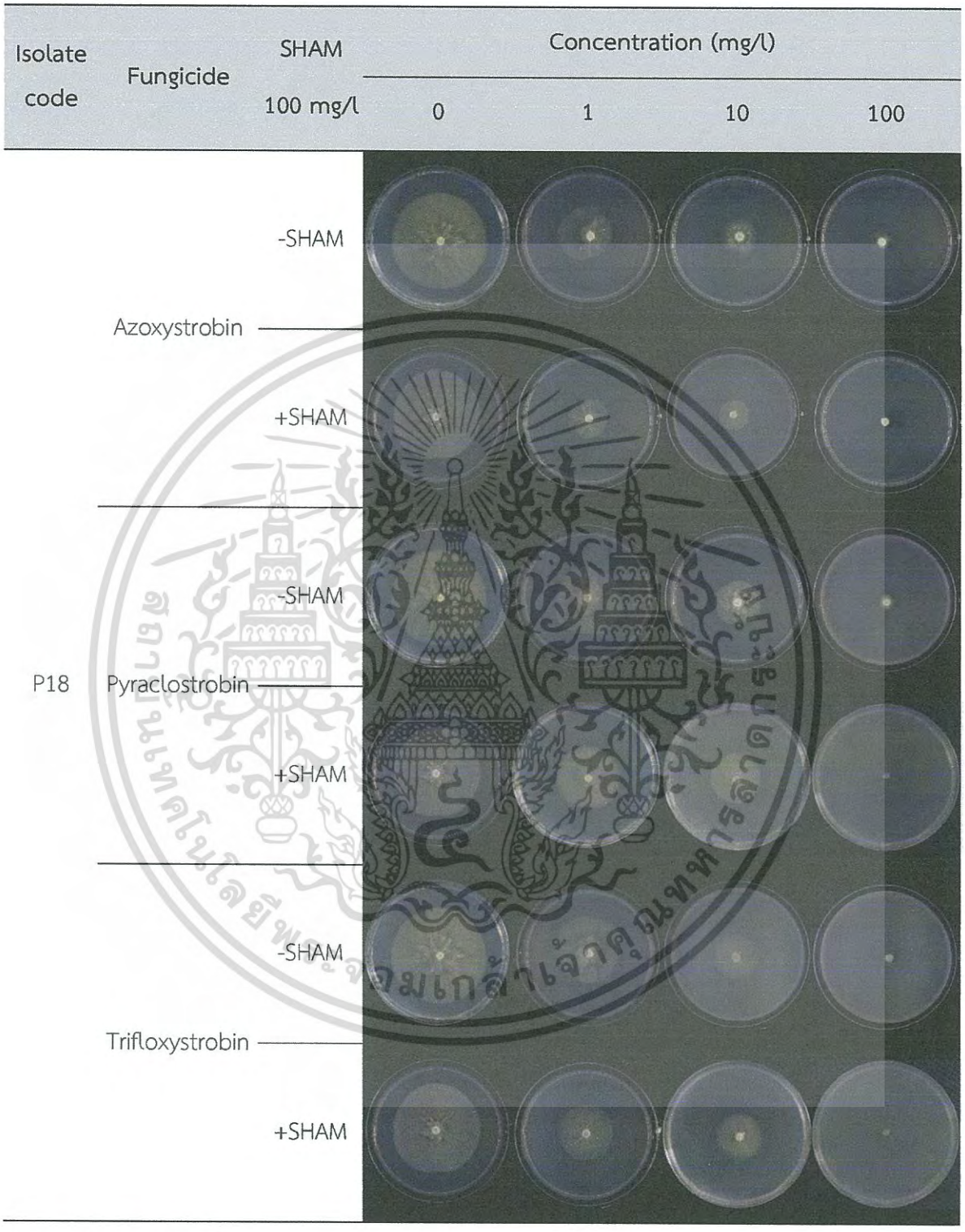


Figure 4.6 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

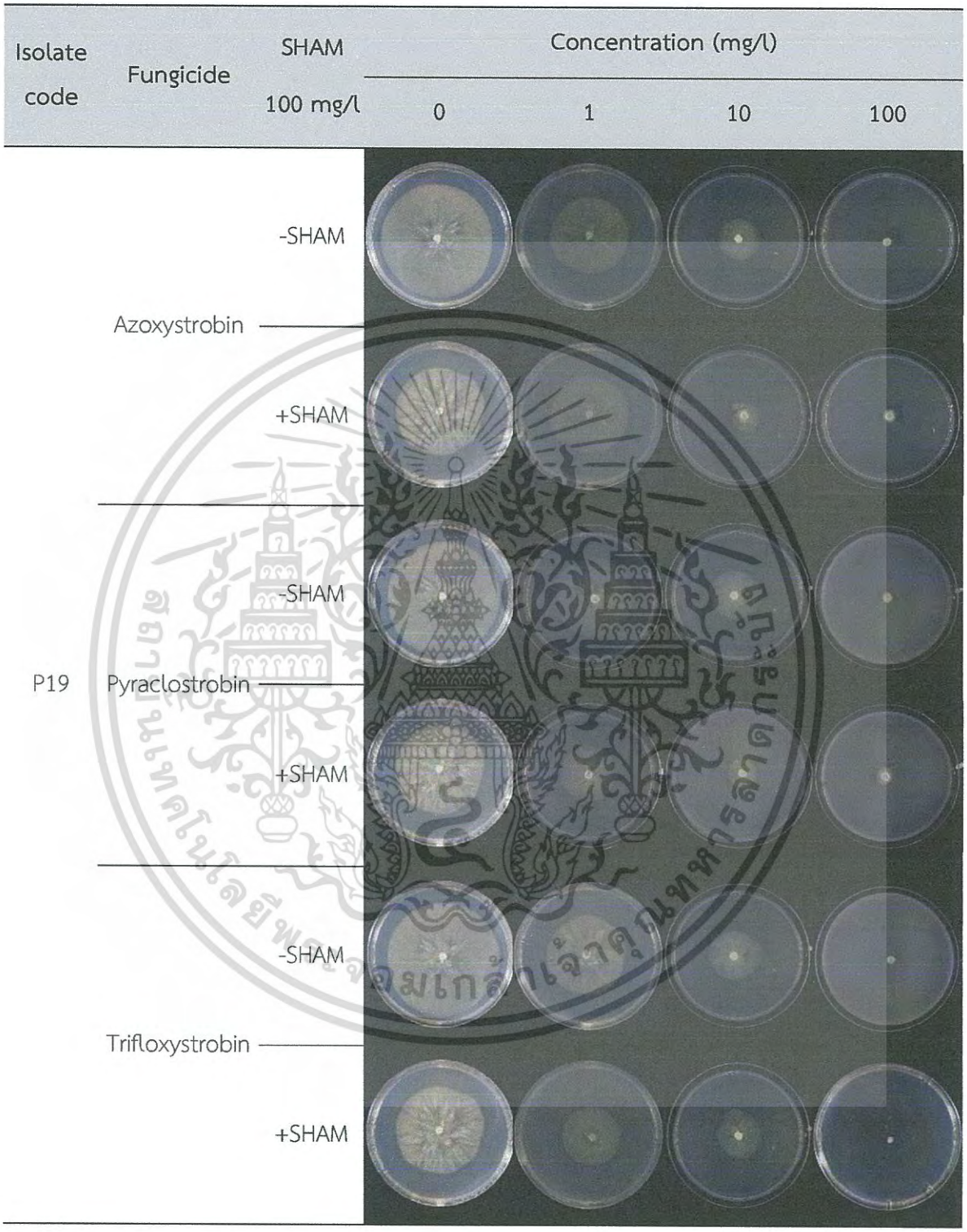


Figure 4.6 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

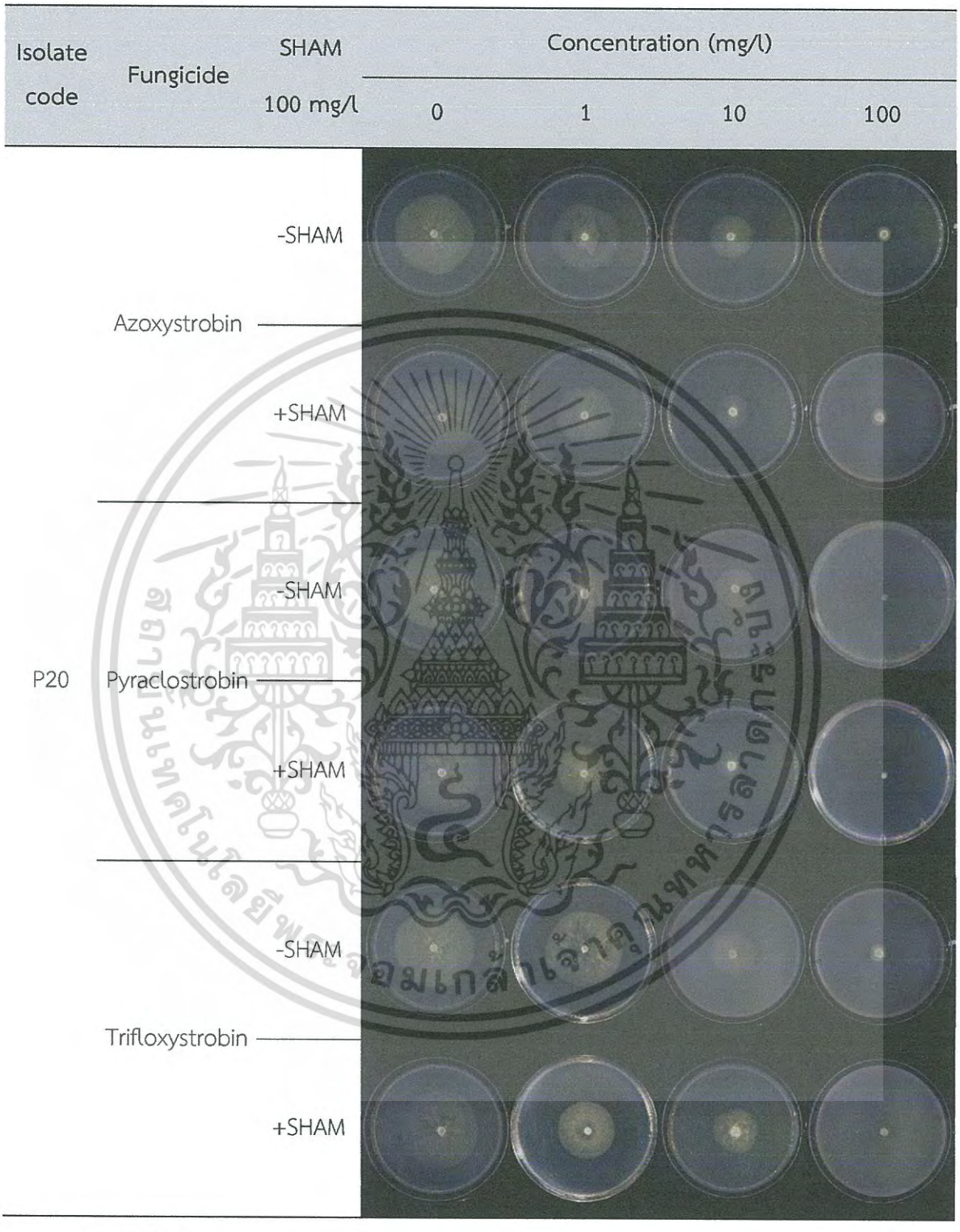


Figure 4.6 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Isolate code	Fungicide	SHAM 100 mg/l	Concentration (mg/l) 0	1	10	100
P26	Azoxystrobin	-SHAM				
		+SHAM				
	Pyraclostrobin	-SHAM				
		+SHAM				
	Trifloxystrobin	-SHAM				
		+SHAM				

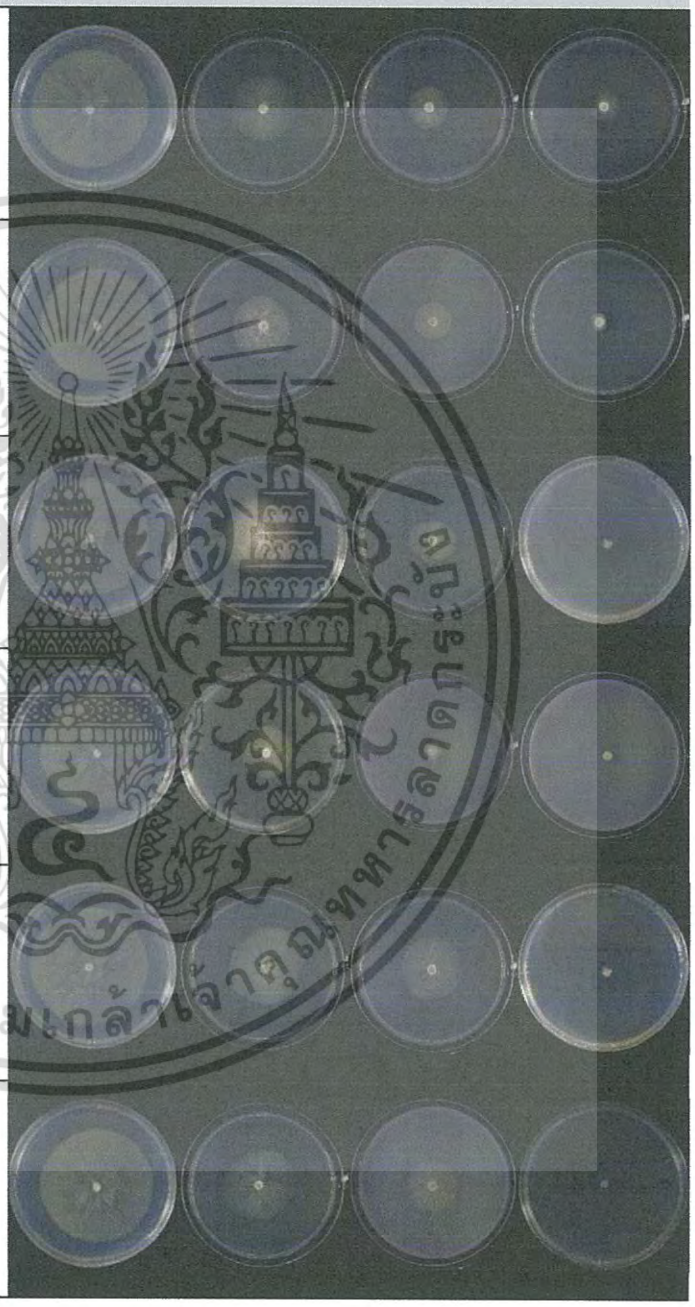


Figure 4.6 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

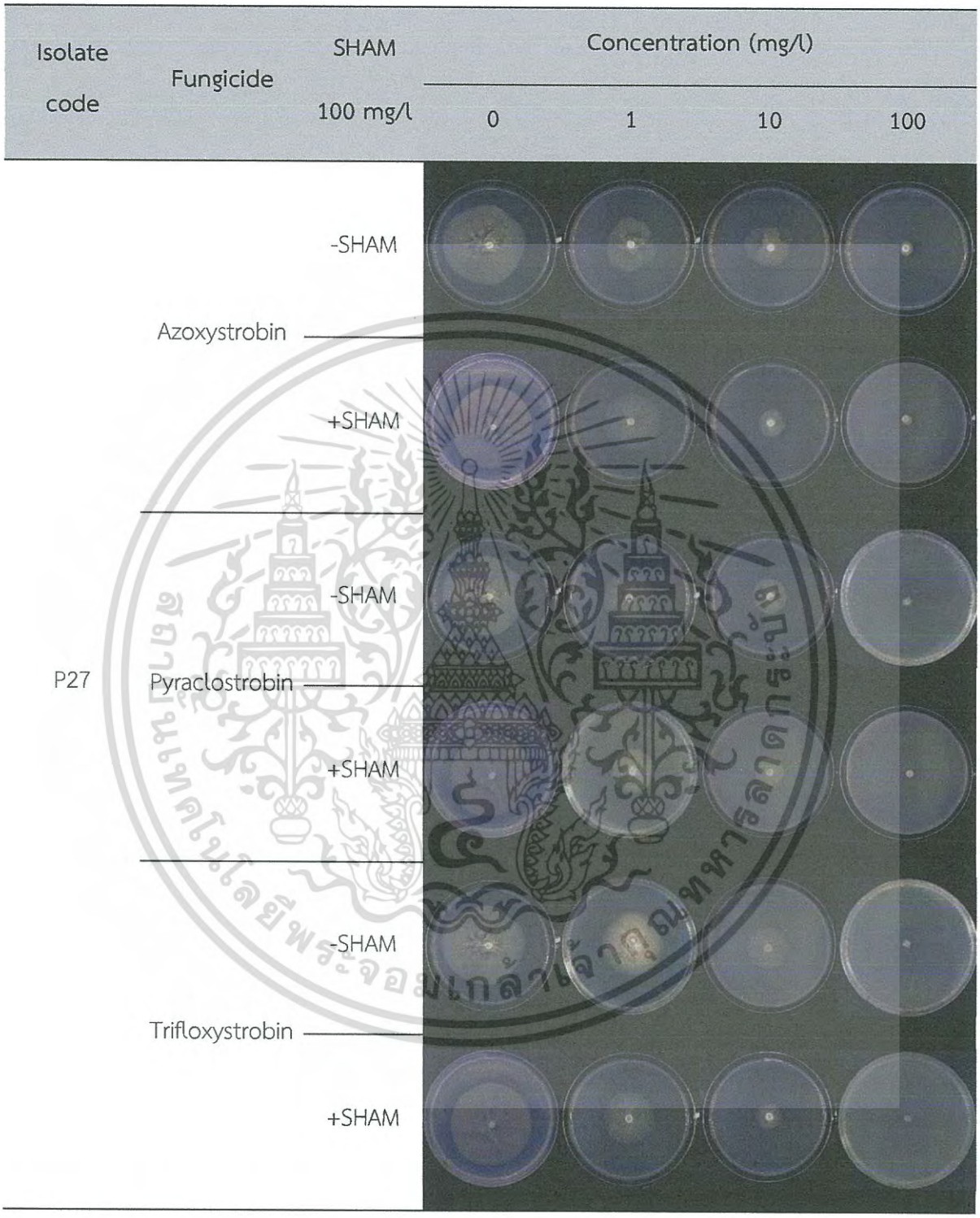


Figure 4.6 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

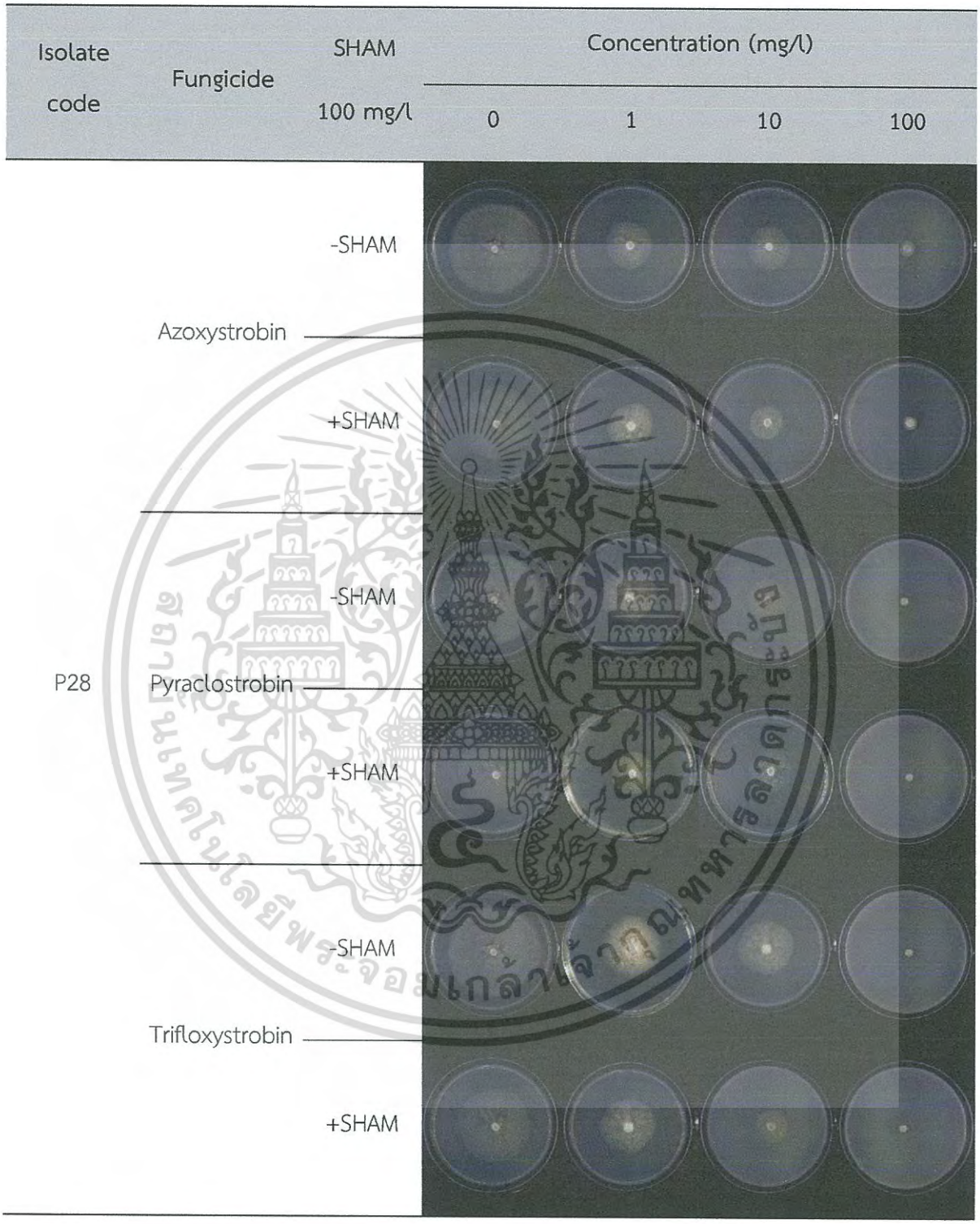


Figure 4.6 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

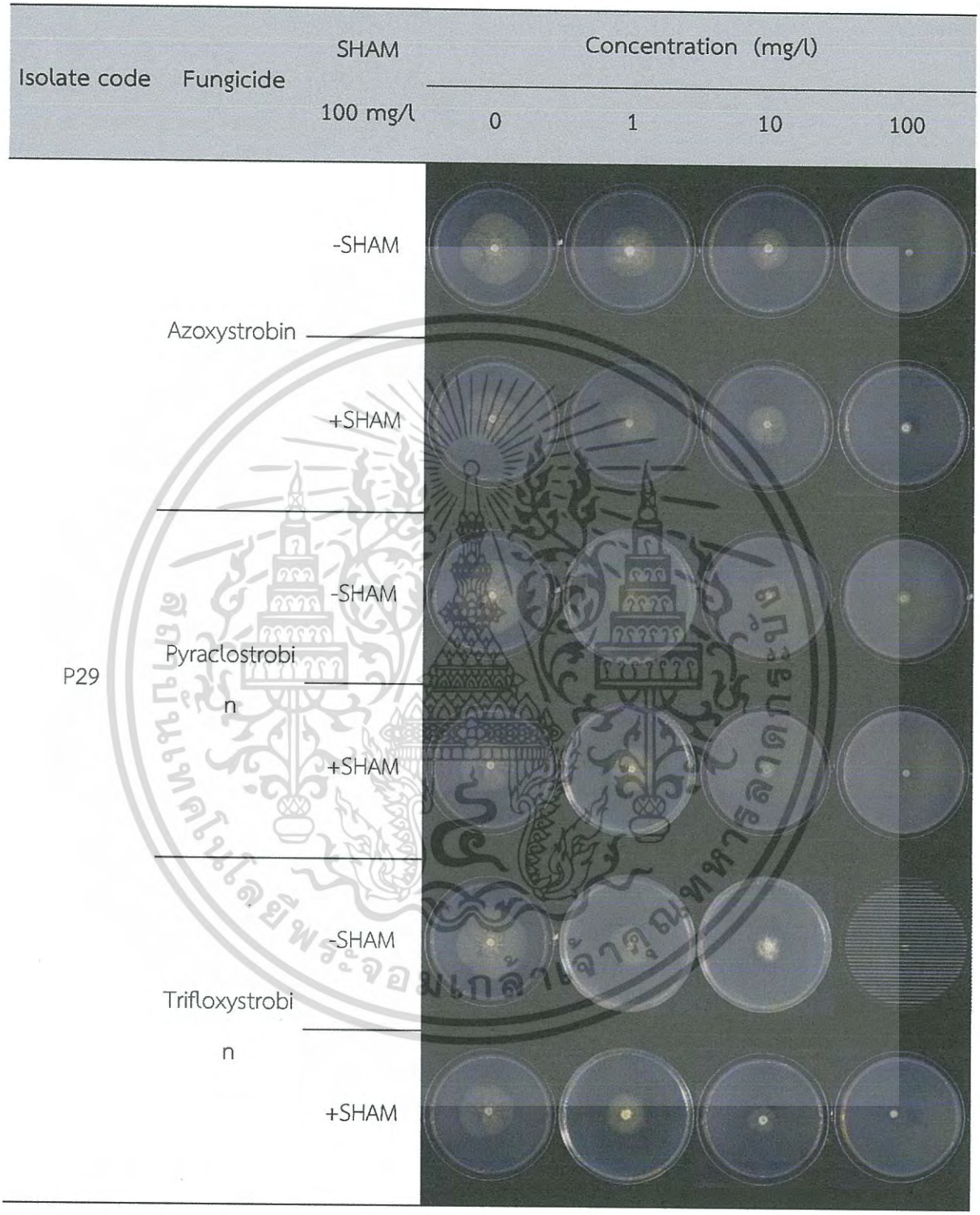


Figure 4.6 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

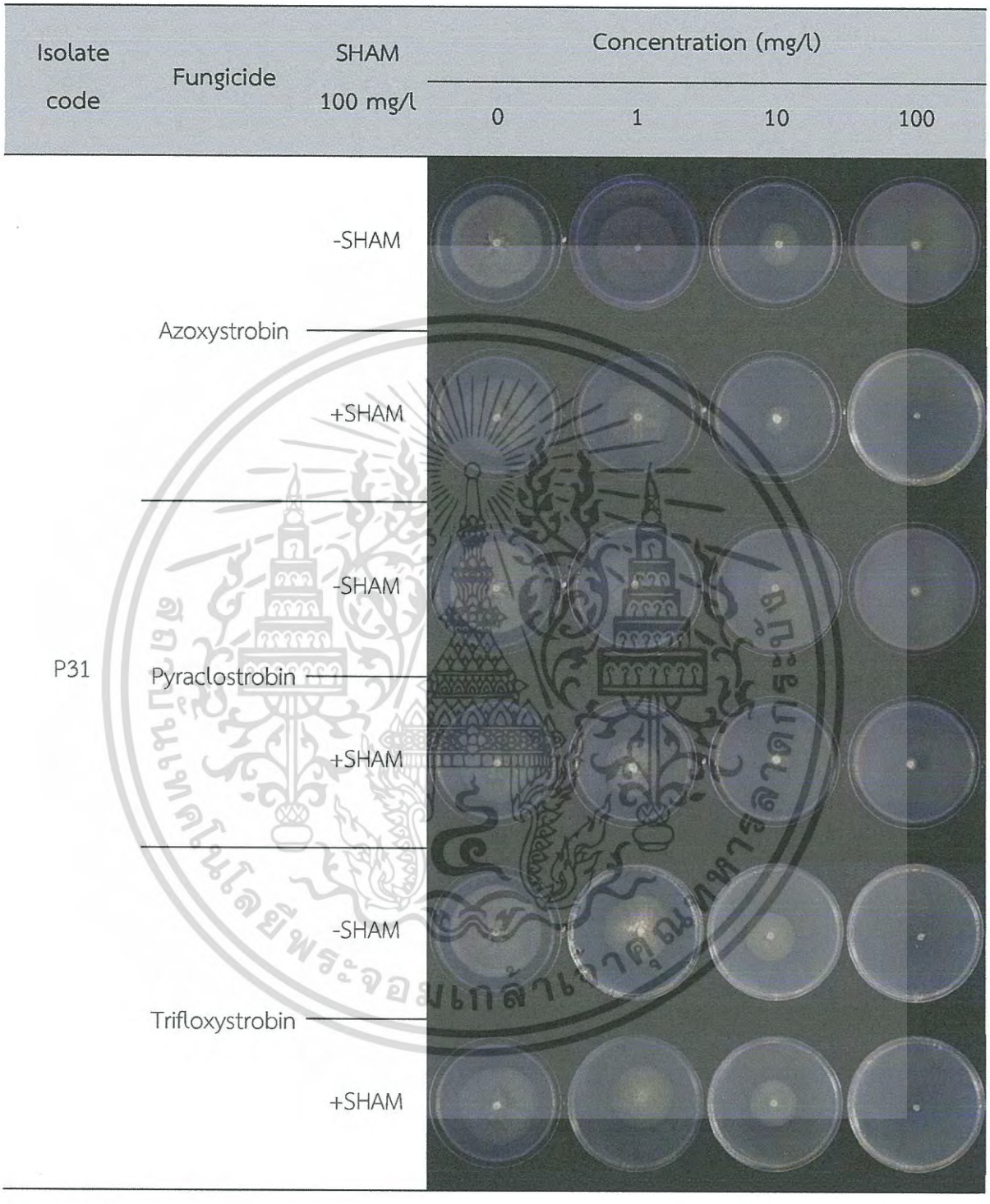


Figure 4.6 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

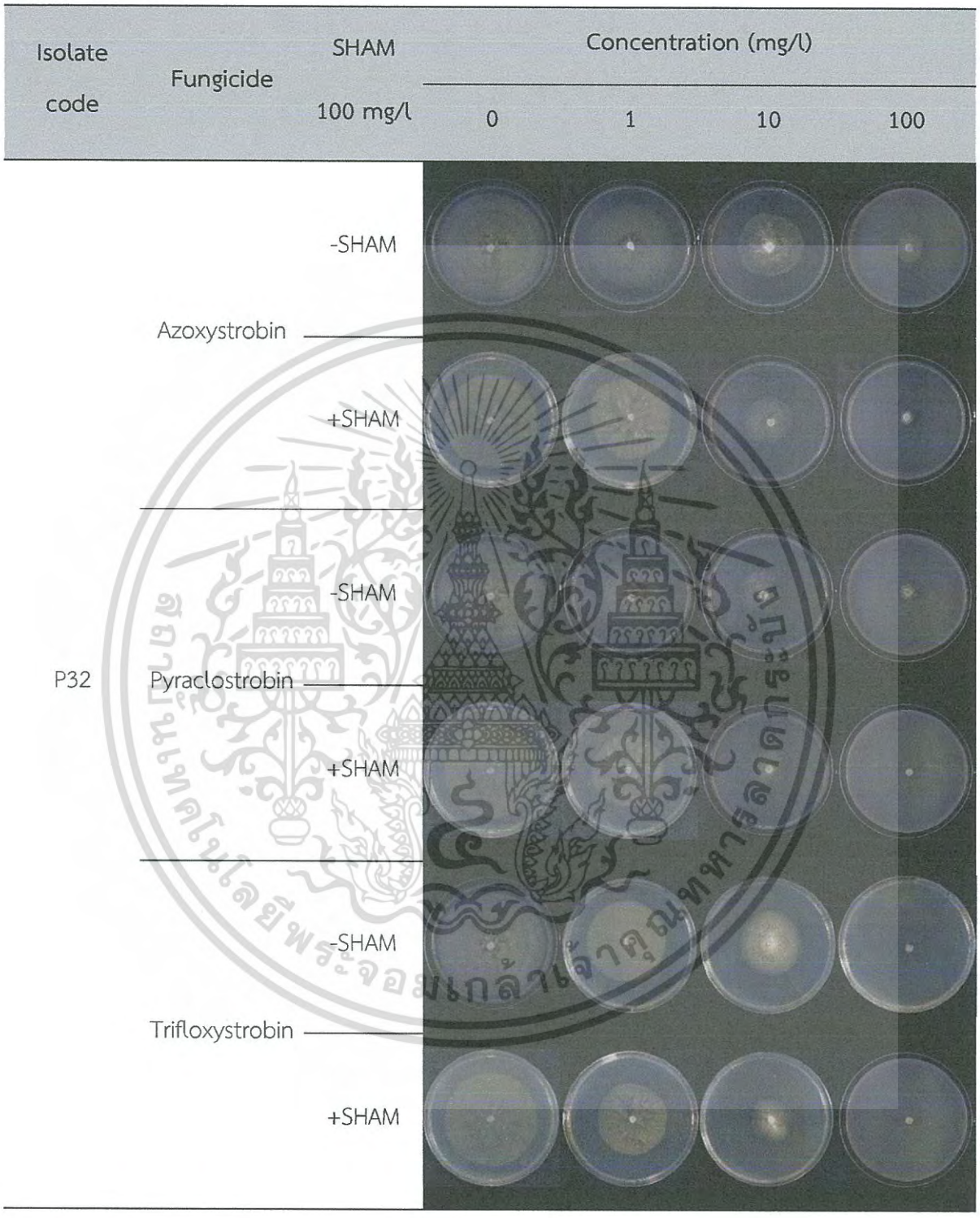


Figure 4.6 Continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ตรวจสอบการดื้อต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI ต่อการงอกของสปอร์

4.3.1 เชื้อรา *Colletotrichum* spp.

จากการนับการงอกของสปอร์ พบว่าทุกไอโซเลท สปอร์สามารถงอกได้บนอาหาร PDA ผสมสารเคมีกลุ่ม QoI ทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้น 1 mg/l และไม่สามารถงอกได้ที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 100 mg/l ทั้งที่ผสม SHAM และไม่ผสม SHAM (Table 4.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.6 Spore germination of *Colletotrichum* spp. causing chilli and mango anthracnose disease on patato dextose agar with quinone outside inhibitors.

Isolate code	Fungicide type	SHAM 100 mg/l	Spore germination		
			1	10	100 (mg/l)
CC_P003	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
CC_J025	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
CC_J026	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
CC_J030	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
CM_002	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-

+ = spore germination > 50%

- = spore germination ≤ 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.6 Continued

Isolate code	Fungicide	SHAM 100 mg/l	Spore germination		
			1	10	100 (mg/l)
CM_P_C005	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
CM_PG011	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
CM_PG012	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
CM_S013	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-

+ = spore germination > 50%

- = spore germination < 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.6 Continued

Isolate code	Fungicide	SHAM 100 mg/l	Mycelial growth (%)		
			1	10	100 (mg/l)
CM_R0015	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
CM_B016	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
CM_TC017	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
CM_TC018	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-

+ = spore germination > 50%

- = spore germination < 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.6 Continued

Isolate code	Fungicide	SHAM 100 mg/l	% Growth of mycelia Concentration (mg/l)		
			1	10	100 (mg/l)
CM_C_0019	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
CM_C020	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-

+ = spore germination > 50%

- = spore germination ≤ 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 เชื้อรา *Cercospora* spp.

จากการนับการงอกของสปอร์ พบว่าทุกไอโซเลท สปอร์สามารถงอกได้บนอาหาร PDA ผสมสารเคมีกลุ่ม QoI ทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้น 1 mg/l และไม่สามารถงอกได้ที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 100 mg/l ทั้งที่ผสม SHAM และไม่ผสม SHAM (Table 4.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.7 Spore germination of *Cercospora* spp. causing leave spot disease on patato dextose agar with quinone outside inhibitors.

Isolate code	Fungicide type	SHAM 100 mg/l	Spore germination		
			1	10	100 (mg/l)
GO_12	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
CO_43	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
CO_46	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
GO_09	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
CO_64	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.7 Continued

Isolate code	Fungicide	SHAM 100 mg/l	Spore germination 1	10	100 (mg/l)
Bh_32	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
Bh_36	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
GO_08	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
Fi_53	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
Fi_49	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 เชื้อรา *Alternaria* spp.

จากการนับการงอกของสปอร์ พบว่าทุกไอโซเลท สปอร์สามารถงอกได้บนอาหาร PDA ผสมสารเคมีกลุ่ม QoI ทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้น 1 mg/l และไม่สามารถงอกได้ที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 100 mg/l ทั้งที่ผสม SHAM และไม่ผสม SHAM (Table 4.8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.8 Spore germination of *Alternaria* spp. causing leave spot disease on patato dextose agar with quinone outside inhibitors.

Isolate code	Fungicide type	SHAM 100 (mg/l)	Spore germination		
			1	10	100 (mg/l)
RO_012	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
RO_013	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
RO_015	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
RO_018	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
GO_001	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.8 Continues

Isolate code	Fungicide type	SHAM 100 (mg/l)	Spore germination		
			1	10	100 (mg/l)
GO_003	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
GO_005	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
GO_006	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
GO_008	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 เชื้อรา *Aspergillus* spp.

จากการนับการงอกของสปอร์ พบว่าทุกไอโซเลท สปอร์สามารถงอกได้บนอาหาร PDA ผสมสารเคมีกลุ่ม QoI ทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้น 1, 10 และ 100 mg/l ทั้งที่ผสม SHAM และไม่ผสม SHAM (Table 4.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.9 Spore germination of *Aspergillus* spp. isolates causing garlic disease on PDA with quinone outside inhibitors.

Isolate code	Fungicide type	SHAM 100 mg/l	Spore germination		
			1	10	100 (mg/l)
AG_RP001	Azoxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
AG_RP002	Azoxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
AG_CP004	Azoxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
AG_CP007	Azoxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
AG_CP009	Azoxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.9 Continued

Isolate code	Fungicide	SHAM 100 mg/l	Spore germination 1	10	100 (mg/l)
AG_CP010	Azoxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
AG_CP012	Azoxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
AG_CP013	Azoxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
AG_CP014	Azoxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
AG_CP017	Azoxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	+	+
		+SHAM	+	+	+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 เชื้อรา *Phytophthora* spp.

จากการนับการงอกของสปอร์ พบว่าทุกไอโซเลท สปอร์สามารถงอกได้บนอาหาร PDA ผสมสารเคมีกลุ่ม QoI ทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้น 1 mg/l และไม่สามารถงอกได้ที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 100 mg/l ทั้งที่ผสม SHAM และไม่ผสม SHAM (Table 4.10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.10 Spore germination of *Phytophthora* spp. causing durian disease on V8 agar with quinone outside inhibitors.

Isolate code	Fungicide	SHAM 100 mg/l	Spore germination 1	10	100 (mg/l)
P14	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
P18	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
P19	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
P20	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-

+ = spore germination > 50%

- = spore germination ≤ 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.10 Continued

Isolate code	Fungicide	SHAM 100 mg/l	Spore germination		
			1	10	100(mg/l)
P26	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
P27	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
P28	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
P29	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-

+ = spore germination > 50%

- = spore germination ≤ 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.10 Continued

Isolate code	Fungicide type	Add	Mycelial growth (%)		
			1	10	100 (mg/l)
P31	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
P32	Azoxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Pyraclostrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-
	Trifloxystrobin	-SHAM	+	-	-
		+SHAM	+	-	-

+ = spore germination > 50%

- = spore germination ≤ 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การจัดระดับความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา

4.4.1 เชื้อรา *Colletotrichum* spp.

จากการนำค่าเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตทางเส้นใยของแต่ละไอโซเลทของสารเคมีทั้งสามชนิดที่ระดับความเข้มข้น 1, 10, 100 mg/L ของสารออกฤทธิ์ หาค่าความสัมพันธ์เชิงเส้น ในสมการ Regression equation หาค่า antilog เพื่อคำนวณค่า Effective concentration ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ (EC_{50}) เพื่อจัดกลุ่มระดับความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเชื้อราที่มีความอ่อนแอ (S) มีค่า $EC_{50} \leq 10$ mg/l, กลุ่มต้านทานระดับปานกลาง (IR) มีค่า $10 > EC_{50} \leq 100$ mg/l และกลุ่มต้านทาน (R) มีค่า $EC_{50} > 100$ mg/l ทั้งนี้พบว่า ค่า EC_{50} ลดลง ในกรรมวิธีที่มีการผสม SHAM ส่งผลให้ระดับความต้านทานลดลงเช่นกัน โดยผลการทดลองนี้ได้จัดระดับความต้านทานต่อสารเคมีดังกล่าว จากกรรมวิธีที่ผสม SHAM ที่ความเข้มข้น 100 mg/l พบว่า ทุกไอโซเลทอ่อนแอต่อสารเคมีทั้งสามชนิด ยกเว้น ไอโซเลท CC_P003 ที่มีค่า EC50 เท่ากับ 16.52 mg/l จัดอยู่ในกลุ่มต้านทานระดับปานกลาง (IR) ต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา Azoxystrobin โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.8002 (Table 4.11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.11 Fungicide regression equation, coefficient of determination (R^2), sensitivity and 50% effective concentration of mycelium growth (EC_{50}) of *Colletotrichum* spp.

Isolate code	SHAM 100 mg/l	Fungicide	Regression equation*	R^2	EC_{50} ** (mg/l)	R***
CC_P003	-SHAM	Azoxystrobin	y = -6.286ln(x) + 79.925	0.9806	>100	R
		Pyracostrobin	y = -2.193ln(x) + 53.5	0.7574	4.93	S
		Trifloxystrobin	y = -2.551ln(x) + 57.792	0.9213	21.21	IR
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -5.809ln(x) + 66.292	0.8002	16.52	IR
		Pyracostrobin	y = -1.781ln(x) + 38.367	0.9875	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -1.694ln(x) + 33.417	0.9946	<1	S
CC_J025	-SHAM	Azoxystrobin	y = -6.21ln(x) + 53.583	0.9652	1.78	S
		Pyracostrobin	y = -6.352ln(x) + 43.208	0.8634	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -1.813ln(x) + 50.575	0.9462	1.37	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -4.354ln(x) + 37.725	0.8611	<1	S
		Pyracostrobin	y = -4.94ln(x) + 35.342	0.9932	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -2.334ln(x) + 38.708	0.9211	<1	S
CC_J026	-SHAM	Azoxystrobin	y = -4.929ln(x) + 53.033	0.9882	1.85	S
		Pyracostrobin	y = -3.996ln(x) + 43.633	0.9769	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -3.594ln(x) + 52.342	0.9971	1.92	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -3.485ln(x) + 43.258	0.7197	<1	S
		Pyracostrobin	y = -5.168ln(x) + 34.95	0.8619	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -0.901ln(x) + 38.092	0.9828	<1	S
CC_J030	-SHAM	Azoxystrobin	y = -13.16ln(x) + 82.633	0.9384	11.94	IR
		Pyracostrobin	y = -12.41ln(x) + 81.642	0.996	12.80	IR
		Trifloxystrobin	y = -11.14ln(x) + 55.483	0.9948	1.64	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -14.48ln(x) + 66.267	0.8326	3.08	S
		Pyracostrobin	y = -14.44ln(x) + 66.917	0.9333	3.23	S
		Trifloxystrobin	y = -10.5ln(x) + 43.592	0.8959	<1	S

*y = percentage of mycelial growth; x = fungicide concentration.

**Calculated by the concentration equation (mg L-1).

***Resistant of fungicide: sensitivity(S), Insensitive resistant (IR), resistant (R). (Passo Fundo, RS, 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.11 Continued

Isolate code	SHAM 100 mg/l	Fungicide	Regression equation*	R^2	EC_{50} ** (mg/l)	R***
CM_002	-SHAM	Azoxystrobin	y = -0.489ln(x) + 35.842	0.9805	<1	S
		Pyracostrobin	y = -6.195ln(x) + 31.562	0.8382	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -1.75ln(x) + 50.677	0.9459	1.47	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -1.917ln(x) + 20.475	0.9916	<1	S
		Pyracostrobin	y = -1.674ln(x) + 7.1117	0.9326	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -2.043ln(x) + 25.608	0.8506	<1	S
CM_PC005	-SHAM	Azoxystrobin	y = -5.522ln(x) + 75.665	0.9809	>100	R
		Pyracostrobin	y = -6.048ln(x) + 48.138	0.9416	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -5.646ln(x) + 65.043	0.9922	14.36	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -1.55ln(x) + 44.687	0.8166	<1	S
		Pyracostrobin	y = -6.141ln(x) + 28.187	0.9664	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -4.653ln(x) + 49.882	0.9756	<1	S
CM_PG011	-SHAM	Azoxystrobin	y = -1.965ln(x) + 50.542	0.9635	1.32	S
		Pyracostrobin	y = -6.091ln(x) + 30.242	0.9980	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -2.171ln(x) + 47.5	0.7874	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -2.193ln(x) + 20.617	1.000	<1	S
		Pyracostrobin	y = -1.314ln(x) + 10.208	0.8115	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -0.858ln(x) + 16.492	0.8432	<1	S
CM_PG012	-SHAM	Azoxystrobin	y = -2.052ln(x) + 36.762	0.8777	<1	S
		Pyracostrobin	y = -3.522ln(x) + 16.683	0.9813	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -0.615ln(x) + 35.692	0.9721	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -1.075ln(x) + 11.575	0.8176	<1	S
		Pyracostrobin	y = -4.145ln(x) + 17.122	0.8869	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -1.066ln(x) + 22.455	0.9378	<1	S

*y = percentage of mycelial growth; x = fungicide concentration.

**Calculated by the concentration equation (mg L-1).

***Resistant of fungicide: sensitivity(S), Insensitive resistan (IR), resistan(R). (Passo Fundo, RS, 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.11 Continued

Isolate code	SHAM 100 mg/l	Fungicide	Regression equation*	R^2 (%)	EC_{50} ** (mg/l)	R***
CM_S013	-SHAM	Azoxystrobin	y = -1.086ln(x) + 40.817	0.9780	<1	S
		Pyracostrobin	y = -0.847ln(x) + 8.5	0.8622	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -2.399ln(x) + 44.525	0.7940	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -2.139ln(x) + 15.458	0.9975	<1	S
		Pyracostrobin	y = -0.847ln(x) + 8.5	0.8622	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -2.432ln(x) + 17.067	0.9592	<1	S
CM_R0015	-SHAM	Azoxystrobin	y = -1.531ln(x) + 41.455	0.9213	<1	S
		Pyracostrobin	y = -5.817ln(x) + 31.725	0.9850	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -0.641ln(x) + 34.248	0.9014	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -1.155ln(x) + 16.45	0.8239	<1	S
		Pyracostrobin	y = -2.617ln(x) + 12.745	0.9616	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -0.367ln(x) + 12.688	0.9889	<1	S
CM_B0016	-SHAM	Azoxystrobin	y = -1.629ln(x) + 45.417	0.9323	<1	S
		Pyracostrobin	y = -5.233ln(x) + 36.467	0.9654	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -1.781ln(x) + 46.117	0.9976	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -1.455ln(x) + 24.95	0.9486	<1	S
		Pyracostrobin	y = -2.106ln(x) + 11.6	0.9800	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -2.475ln(x) + 27.633	0.8311	<1	S
CM_TC017	-SHAM	Azoxystrobin	y = -1.976ln(x) + 45.033	0.9932	<1	S
		Pyracostrobin	y = -4.777ln(x) + 37.783	0.9992	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -0.869ln(x) + 42.5	1.000	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -2.421ln(x) + 21.125	0.9999	<1	S
		Pyracostrobin	y = -0.141ln(x) + 5.7083	0.9119	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -1.791ln(x) + 27.442	0.9985	<1	S

*y = percentage of mycelial growth; x = fungicide concentration.

**Calculated by the concentration equation (mg L-1).

***Resistant of fungicide: sensitivity(S), Insensitive resistan (IR), resistan(R). (Passo Fundo, RS, 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.11 Continued

Isolate code	SHAM 100 mg/l	Fungicide	Regression equation*	R^2	EC_{50} ** (mg/l)	R***
CM_TC018	-SHAM	Azoxystrobin	y = -0.73ln(x) + 45.797	0.9264	<1	S
		Pyracostrobin	y = -2.636ln(x) + 22.737	0.9718	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -1.24ln(x) + 54.522	0.9223	38.35	IR
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -1.689ln(x) + 22.103	0.9997	<1	S
		Pyracostrobin	y = -4.189ln(x) + 16.075	0.7500	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -6.855ln(x) + 50.645	0.8893	1.10	S
CM_C0019	-SHAM	Azoxystrobin	y = -2.682ln(x) + 52.142	0.9999	2.22	S
		Pyracostrobin	y = -4.419ln(x) + 32.808	0.9178	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -2.953ln(x) + 54.983	0.9617	5.41	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -3.268ln(x) + 25.408	0.9787	<1	S
		Pyracostrobin	y = -1.086ln(x) + 5.8333	0.7500	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -1.618ln(x) + 17.725	0.9892	<1	S
CM_C020	-SHAM	Azoxystrobin	y = -2.58ln(x) + 41.627	0.9979	<1	S
		Pyracostrobin	y = -3.731ln(x) + 22.257	0.9268	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -0.714ln(x) + 30.938	0.9847	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -2.823ln(x) + 19.62	0.9222	<1	S
		Pyracostrobin	y = -1.544ln(x) + 10.928	0.8412	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -0.78ln(x) + 14.972	0.9928	<1	S

*y = percentage of mycelial growth; x = fungicide concentration.

**Calculated by the concentration equation (mg L-1).

***Resistant of fungicide: sensitivity(S), Insensitive resistan (IR), resistan(R). (Passo Fundo, RS, 2011)

4.4.2 เชื้อรา *Cercospora* spp.

จากการนำค่าเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตทางเส้นใยของแต่ละไอโซเลทของสารเคมีทั้งสามชนิดที่ระดับความเข้มข้น 1, 10, 100 mg/L ของสารออกฤทธิ์ หาค่าความสัมพันธ์เชิงเส้น ในสมการ Regression equation หาค่า antilog เพื่อคำนวณค่า Effective concentration ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ (EC_{50}) เพื่อจัดกลุ่มระดับความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเชื้อราที่มีความอ่อนแอ (S) มีค่า $EC_{50} \leq 10$ mg/l, กลุ่มต้านทานระดับปานกลาง (IR) มีค่า $10 > EC_{50} \leq 100$ mg/l และกลุ่มต้านทาน (R) มีค่า $EC_{50} > 100$ mg/l พบว่า ทุกไอโซเลทอ่อนแอต่อสารเคมีทั้งสามชนิด (Table 4.12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.12 Fungicide resistant assay of *Cercospora* spp causing leaf spot on lettuce from hydroponics on patato dextose agar with fungicide.

Isolate code	SHAM 100 mg/l	Fungicide	Regression equation*	R^2	EC_{50} ** (mg/l)	R***
GO_12	-SHAM	Azoxystrobi	y = -2.38ln(x) + 23.873	0.9870	<1	S
		Pyraclostrobin	y=0	#N/A	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -1.157ln(x) + 18.608	0.7669	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y=0	#N/A	<1	S
		Pyraclostrobin	y=0	#N/A	<1	S
		Trifloxystrobin	y=0	#N/A	<1	S
CO_43	-SHAM	Azoxystrobin	y = -1.57ln(x) + 20.675	0.9103	<1	S
		Pyraclostrobin	y=0	#N/A	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -0.871ln(x) + 22.688	0.9126	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y=0	#N/A	<1	S
		Pyraclostrobin	y = -1.259ln(x) + 11.277	0.9960	<1	S
		Trifloxystrobin	y=0	#N/A	<1	S
CO_46	-SHAM	Azoxystrobin	y = -2.2ln(x) + 32.068	0.9948	<1	S
		Pyraclostrobin	y = -3.437ln(x) + 17.618	0.8719	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -3.079ln(x) + 14.137	0.9999	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y=0	#N/A	<1	S
		Pyraclostrobin	y = -0.879ln(x) + 3.375	0.7500	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -1.223ln(x) + 4.6917	0.7500	<1	S
GO_09	-SHAM	Azoxystrobin	y = -3.985ln(x) + 19.408	0.9616	<1	S
		Pyraclostrobin	y = -1.418ln(x) + 13.048	0.8793	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -2.363ln(x) + 12.027	0.8824	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y=0	#N/A	<1	S
		Pyraclostrobin	y=0	#N/A	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -1.303ln(x) + 5.6667	0.9643	<1	S

*y = percentage of mycelial growth; x = fungicide concentration.

**Calculated by the concentration equation (mg L-1).

***Resistant of fungicide: sensitivity(S), Insensitive resistant (IR), resistant (R). (Passo Fundo, RS, 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.12 Continued.

Isolate code	SHAM 100 mg/l	Fungicide	Regression equation*	R^2	EC_{50} ** (mg/l)	R***
CO_64	-SHAM	Azoxystrobi	y = -6.569ln(x) + 37.398	0.9875	<1	S
		Pyraclostrobin	y = -1.494ln(x) + 6.7767	0.9973	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -1.765ln(x) + 6.775	0.7500	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -2.308ln(x) + 11.878	0.8580	<1	S
		Pyraclostrobin	y = -1.494ln(x) + 5.7333	0.7500	<1	S
		Trifloxystrobin	y=0	#N/A	<1	S
Bh_32	-SHAM	Azoxystrobin	y = -0.636ln(x) + 14.752	0.8009	<1	S
		Pyraclostrobin	y = -1.694ln(x) + 8.7433	0.8507	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -3.474ln(x) + 18	0.8421	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y=0	#N/A	<1	S
		Pyraclostrobin	y=0	#N/A	<1	S
		Trifloxystrobin	y=0	#N/A	<1	S
Bh_36	-SHAM	Azoxystrobin	y = -10.27ln(x) + 52.428	0.9962	1.27	S
		Pyraclostrobin	y = -3.572ln(x) + 20.502	0.9674	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -7.631ln(x) + 34.457	0.8733	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y=0	#N/A	<1	S
		Pyraclostrobin	y = -0.202ln(x) + 2.645	0.7500	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -8.321ln(x) + 32.307	0.7719	<1	S
GO_08	-SHAM	Azoxystrobi	y = -0.923ln(x) + 19.318	0.7641	<1	S
		Pyraclostrobin	y = -3.383ln(x) + 18.153	0.9793	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -2.063ln(x) + 17.193	0.9489	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y=0	#N/A	<1	S
		Pyraclostrobin	y = -3.62ln(x) + 13.892	0.7500	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -1.809ln(x) + 6.9417	0.7500	<1	S

*y = percentage of mycelial growth inhibition; x = fungicide concentration.

**Calculated by the concentration equation (mg L-1).

***Resistant of fungicide: sensitivity(S), Insensitive resistant (IR), resistant (R). (Passo Fundo, RS, 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.12 Continued.

Isolate code	SHAM 100 mg/l	Fungicide	Regression equation*	R^2	EC_{50} ** (mg/l)	R***
Fi_53	-SHAM	Azoxystrobin	y = -4.808ln(x) + 21.07	0.9727	<1	S
		Pyraclostrobin	y = -1.55ln(x) + 7.0467	0.9980	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -0.558ln(x) + 9.4283	0.9648	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -1.55ln(x) + 6.4267	0.8930	<1	S
		Pyraclostrobin	y=0	#N/A	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -1.52ln(x) + 5.8333	0.7500	<1	S
Fi_49	-SHAM	Azoxystrobin	y = -0.977ln(x) + 9.5867	0.9067	<1	S
		Pyraclostrobin	y = -1.991ln(x) + 10.698	0.7500	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -3.837ln(x) + 23.888	0.8537	<1	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y=0	#N/A	<1	S
		Pyraclostrobin	y = -1.809ln(x) + 6.9417	0.7500	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -1.991ln(x) + 7.6417	0.7500	<1	S

*y = percentage of mycelial growth; x = fungicide concentration.

**Calculated by the concentration equation (mg L-1).

***Resistant of fungicide: sensitivity(S), Insensitive resistant (IR), resistant (R). (Passo Fundo, RS, 2011)

4.4.3 เชื้อรา *Alternaria* spp.

จากการนำค่าเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตทางเส้นใยของแต่ละไอโซเลทของสารเคมีทั้งสามชนิดที่ระดับความเข้มข้น 1, 10, 100 mg/L ของสารออกฤทธิ์ หาค่าความสัมพันธ์เชิงเส้น ในสมการ Regression equation หาค่า antilog เพื่อคำนวณค่า Effective concentration ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ (EC_{50}) เพื่อจัดกลุ่มระดับความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเชื้อราที่มีความอ่อนแอ (S) มีค่า $EC_{50} \leq 10$ mg/l, กลุ่มต้านทานระดับปานกลาง (IR) มีค่า $10 > EC_{50} \leq 100$ mg/l และกลุ่มต้านทาน (R) มีค่า $EC_{50} > 100$ mg/l พบว่า ทุกไอโซเลทอ่อนแอต่อสารเคมีทั้งสามชนิด (Table 4.13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.13 Fungicide resistant assay of *Alternaria* spp. causing leaf spot on lettuce from hydroponics on patato dextose agar with fungicide.

Isolate code	SHAM 100 mg/l	Fungicide	Regression equation*	R^2	EC_{50} ** (mg/l)	R***
RO_012	-SHAM	Azoxystrobin	y = -15.89ln(x) + 75.63	0.8163	<1	S
		Pyracostrobin	y = -14.26ln(x) + 96.295	0.8041	25.70	IR
		Trifloxystrobin	y = -10.05ln(x) + 88.382	0.8363	45.56	IR
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -14.19ln(x) + 75.17	0.8326	5.89	S
		Pyracostrobin	y = -18.76ln(x) + 89.222	0.9986	8.09	S
		Trifloxystrobin	y = -16.13ln(x) + 82.973	0.8675	7.72	S
RO_013	-SHAM	Azoxystrobin	y = -8.089ln(x) + 82.605	0.9212	56.30	IR
		Pyracostrobin	y = -13.11ln(x) + 88.95	0.9091	19.51	IR
		Trifloxystrobin	y = -11.94ln(x) + 91.087	0.9678	31.22	IR
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -14.61ln(x) + 85.213	0.9975	11.14	IR
		Pyracostrobin	y = -16.91ln(x) + 88.978	0.9265	10.04	IR
		Trifloxystrobin	y = -14.98ln(x) + 74.9	0.9346	5.27	S
RO_015	-SHAM	Azoxystrobin	y = -15.2ln(x) + 93.997	0.9842	18.08	IR
		Pyracostrobin	y = -13.11ln(x) + 88.95	0.9091	19.51	IR
		Trifloxystrobin	y = -13.02ln(x) + 83.063	0.9407	12.67	IR
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -17.61ln(x) + 88.335	0.9652	8.82	S
		Pyracostrobin	y = -14.97ln(x) + 80.32	0.8340	7.58	S
		Trifloxystrobin	y = -16.01ln(x) + 85.69	0.8960	9.29	S
RO_018	-SHAM	Azoxystrobin	y = -12.1ln(x) + 87.698	0.9658	29.97	IR
		Pyracostrobin	y = -12.63ln(x) + 91.142	0.959	25.98	IR
		Trifloxystrobin	y = -11.91ln(x) + 86.68	0.9503	31.73	IR
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -17.03ln(x) + 78.977	0.9994	5.48	S
		Pyracostrobin	y = -13.83ln(x) + 69.112	0.9964	3.98	S
		Trifloxystrobin	y = -11.18ln(x) + 64.287	0.9985	3.59	S

*y = percentage of mycelial growth inhibition; x = fungicide concentration.

**Calculated by the concentration equation (mg L-1).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

***Resistant of fungicide: sensitivity(S), Insensitive resistan (IR), resistan(R). (Passo Fundo, RS, 2011)

Table 4.13 Continued

Isolate code	SHAM 100 mg/l	Fungicide	Regression equation*	R^2	EC_{50} ** (mg/l)	R***
GO_001	-SHAM	Azoxystrobin	y = -10.99ln(x) + 78.102	0.8192	12.90	IR
		Pyracostrobin	y = -14.62ln(x) + 90.438	0.9479	15.89	IR
		Trifloxystrobin	y = -16.16ln(x) + 96.222	0.9747	3.40	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -10.47ln(x) + 69.782	0.9465	6.62	S
		Pyracostrobin	y = -14.05ln(x) + 59.788	0.9351	2.01	S
		Trifloxystrobin	y = -13.86ln(x) + 73.38	0.8767	5.40	S
GO_003	-SHAM	Azoxystrobin	y = -13.58ln(x) + 81.205	0.9902	9.95	S
		Pyracostrobin	y = -12.75ln(x) + 83.668	0.8680	14.02	IR
		Trifloxystrobin	y = -15.2ln(x) + 82.647	0.9998	8.57	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -14.02ln(x) + 68.017	0.9791	3.62	S
		Pyracostrobin	y = -12.56ln(x) + 71.4	0.6819	5.49	S
		Trifloxystrobin	y = -14.69ln(x) + 74.8	0.9142	5.41	S
GO_005	-SHAM	Azoxystrobin	y = -15.03ln(x) + 95.382	0.8486	20.48	IR
		Pyracostrobin	y = -12.77ln(x) + 82.353	0.8928	12.60	IR
		Trifloxystrobin	y = -15.33ln(x) + 94.115	0.7500	17.77	IR
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -18.92ln(x) + 98.107	0.9604	12.71	IR
		Pyracostrobin	y = -14.05ln(x) + 69.828	0.9302	4.10	S
		Trifloxystrobin	y = -14.69ln(x) + 76.768	0.8210	6.19	S
GO_006	-SHAM	Azoxystrobin	y = -11.74ln(x) + 86.263	0.9739	21.95	IR
		Pyracostrobin	y = -14.05ln(x) + 87.84	0.9205	14.78	IR
		Trifloxystrobin	y = -11.01ln(x) + 79.905	0.9970	15.12	IR
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -10.72ln(x) + 53.125	0.8371	1.34	S
		Pyracostrobin	y = -11.5ln(x) + **50.587**	0.9768	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -8.94ln(x) + 59.408	0.9976	2.86	S

*y = percentage of mycelial growth inhibition; x = fungicide concentration.

**Calculated by the concentration equation (mg L-1).

***Resistant of fungicide: sensitivity(S), Insensitive resistan (IR), resistan(R). (Passo Fundo, RS, 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.13 Continued

Isolate code	SHAM 100 mg/l	Fungicide	Regression equation*	R^2	EC_{50} ** (mg/l)	R***
GO_008	-SHAM	Azoxystrobin	y = -19.16ln(x) + 93.14	0.9643	9.50	S
		Pyracostrobin	y = -17.88ln(x) + 94.115	0.8033	11.79	IR
		Trifloxystrobin	y = -17.88ln(x) + 74.508	0.9019	3.94	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -14.18ln(x) + 68.135	0.9777	3.59	S
		Pyracostrobin	y = -8.942ln(x) + 34.317	0.7500	<1	S
		Trifloxystrobin	y = -7.663ln(x) + 29.408	0.7500	<1	S

*y = percentage of mycelial growth inhibition; x = fungicide concentration.

**Calculated by the concentration equation (mg L-1).

***Resistant of fungicide: sensitivity(S), Insensitive resistant (IR), resistant (R). (Passo Fundo, RS, 2011)

4.4.4 เชื้อรา *Aspergillus* spp.

จากการนำค่าเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตทางเส้นใยของแต่ละไอโซเลทของสารเคมีทั้งสามชนิดที่ระดับความเข้มข้น 1, 10, 100 mg/L ของสารออกฤทธิ์ หาค่าความสัมพันธ์เชิงเส้น ในสมการ Regression equation หาค่า antilog เพื่อคำนวณค่า Effective concentration ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ (EC_{50}) เพื่อจัดกลุ่มระดับความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเชื้อราที่มีความอ่อนแอ (S) มีค่า $EC_{50} \leq 10$ mg/l, กลุ่มต้านทานระดับปานกลาง (IR) มีค่า $10 > EC_{50} \leq 100$ mg/l และกลุ่มต้านทาน (R) มีค่า $EC_{50} > 100$ mg/l พบว่า ทุกไอโซเลทต้านทานต่อสารเคมีทั้งสามชนิด แต่ทั้งนี้พบว่ากรรมวิธีผสม SHAM และไม่ผสม เชื้อรา *Aspergillus* spp. เจริญไม่แตกต่างกัน (Table 4.14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.14 Fungicide resistant assay of *Aspergillus* spp. isolates causing garlic disease on PDA with quinone outside inhibitors.

Isolate code	SHAM 100 mg/l	Fungicide	Regression equation*	R^2	EC_{50} ** (mg/l)	R***
AG_RP001	-SHAM	Azoxystrobi	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
	+SHAM	Azoxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
AG_RP002	-SHAM	Azoxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
	+SHAM	Azoxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
AG_CP004	-SHAM	Azoxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
	+SHAM	Azoxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
AG_CP007	-SHAM	Azoxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
	+SHAM	Azoxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R

*y = percentage of mycelial growth; x = fungicide concentration.

**Calculated by the concentration equation (mg L-1).

***Resistant of fungicide: sensitivity(S), Insensitive resistant (IR), resistant (R). (Passo Fundo, RS, 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.14 Continued.

Isolate code	SHAM 100 mg/l	Fungicide	Regression equation*	R^2	EC_{50} ** (mg/l)	R***
AG_CP009	-SHAM	Azoxystrobi	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
	+SHAM	Azoxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
AG_CP010	-SHAM	Azoxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
	+SHAM	Azoxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
AG_CP012	-SHAM	Azoxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -1.34ln(x) + 101.03	0.75	>100	R
		Pyraclostrobin	y = -1.448ln(x) + 101.11	0.75	>100	R
		Trifloxystrobin	y = -1.329ln(x) + 101.02	0.75	>100	R
AG_CP013	-SHAM	Azoxystrobi	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
	+SHAM	Azoxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = -2.389ln(x) + 101.83	0.75	>100	R

*y = percentage of mycelial growth ; x = fungicide concentration.

**Calculated by the concentration equation (mg L-1).

***Resistant of fungicide: sensitivity(S), Insensitive resistant (IR), resistant (R). (Passo Fundo, RS, 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.14 Continued.

Isolate code	SHAM 100 mg/l	Fungicide	Regression equation*	R^2	EC_{50} ** (mg/l)	R***
AG_CP014	-SHAM	Azoxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
	+SHAM	Azoxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
AG_CP017	-SHAM	Azoxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
	+SHAM	Azoxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Pyraclostrobin	y = 100	#N/A	>100	R
		Trifloxystrobin	y = 100	#N/A	>100	R

*y = percentage of mycelial growth; x = fungicide concentration.

**Calculated by the concentration equation (mg L-1).

***Resistant of fungicide: sensitivity(S), Insensitive resistant (IR), resistant (R). (Passo Fundo, RS, 2011)

4.4.5 เชื้อรา *Phytophthora* spp.

จากการนำค่าเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตทางเส้นใยของแต่ละไอโซเลทของสารเคมีทั้งสามชนิดที่ระดับความเข้มข้น 1, 10, 100 mg/L ของสารออกฤทธิ์ หาค่าความสัมพันธ์เชิงเส้น ในสมการ Regression equation หาค่า antilog เพื่อคำนวณค่า Effective concentration ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ (EC50) เพื่อจัดกลุ่มระดับความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเชื้อราที่มีความอ่อนแอ (S) มีค่า EC50 < 10 mg/l, กลุ่มต้านทานระดับปานกลาง (IR) มีค่า 10> EC50 < 100 mg/l และกลุ่มต้านทาน (R) มีค่า EC50 >100 mg/l พบว่า ทุกไอโซเลทอ่อนแอต่อสารเคมีทั้งสามชนิด (Table 4.15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.15 Fungicide regression equation, coefficient of determination (R^2), sensitivity and 50% effective concentration of mycelium growth (EC_{50}) of *Phytophthora* spp.

Isolate code	SHAM 100 mg/l	Fungicide	Regression equation*	R^2	EC_{50} ** (mg/l)	R***
P14	-SHAM	Azoxystrobin	y = -8.471ln(x) + 47.625	0.9564	0.76	S
		Pyracostrobin	y = -11.33ln(x) + 61.055	0.9544	2.65	S
		Trifloxystrobin	y = -13.76ln(x) + 69.965	0.8857	4.27	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -9.105ln(x) + 44.252	0.9645	0.53	S
		Pyracostrobin	y = -12.11ln(x) + 53.142	0.9737	1.30	S
		Trifloxystrobin	y = -11.25ln(x) + 55.2	0.9508	1.59	S
P18	-SHAM	Azoxystrobin	y = -9.372ln(x) + 51.417	0.9780	1.60	S
		Pyracostrobin	y = -12.53ln(x) + 69.313	0.9098	3.13	S
		Trifloxystrobin	y = -11.14ln(x) + 57.333	0.8567	1.93	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -8.996ln(x) + 45.118	0.9132	0.58	S
		Pyracostrobin	y = -12.49ln(x) + 64.937	0.8345	3.31	S
		Trifloxystrobin	y = -9.442ln(x) + 49.873	0.7940	0.99	S
P19	-SHAM	Azoxystrobin	y = -13.96ln(x) + 61.562	0.9786	2.29	S
		Pyracostrobin	y = -11.43ln(x) + 55.828	0.9581	1.67	S
		Trifloxystrobin	y = -14ln(x) + 68.125	0.9633	3.65	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -10.2ln(x) + 47.518	0.9699	0.78	S
		Pyracostrobin	y = -8.408ln(x) + 41.907	0.9707	0.38	S
		Trifloxystrobin	y = -10.66ln(x) + 50.83	0.9853	1.08	S
P20	-SHAM	Azoxystrobin	y = -15.61ln(x) + 80.265	0.9981	6.95	S
		Pyracostrobin	y = -15.59ln(x) + 71.685	1.0000	4.02	S
		Trifloxystrobin	y = -17.4ln(x) + 87.177	0.9995	8.47	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -11.64ln(x) + 58.565	0.9714	2.09	S
		Pyracostrobin	y = -12.15ln(x) + 53.662	0.9806	1.35	S
		Trifloxystrobin	y = -14.28ln(x) + 68.407	0.9809	3.63	S

*y = percentage of mycelial growth inhibition; x = fungicide concentration.

**Calculated by the concentration equation (mg L-1).

***Resistant of *Phytophthora* spp. to fungicide: sensitivity (S), Insensitive resistan (IR), resistan(R).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.15 Continued

Isolate code	SHAM 100 mg/l	Fungicide	Regression equation*	R^2	EC_{50}** (mg/l)	R***
P26	-SHAM	Azoxystrobin	y = -6.441ln(x) + 39.24	0.9998	0.19	S
		Pyracostrobin	y = -7.342ln(x) + 39.528	0.9997	0.24	S
		Trifloxystrobin	y = -9.303ln(x) + 45.767	0.9470	0.63	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -7.185ln(x) + 29.842	0.8963	0.06	S
		Pyracostrobin	y = -11.5ln(x) + 56.358	0.9526	1.74	S
		Trifloxystrobin	y = -10.84ln(x) + 53.25	0.9499	1.35	S
P27	-SHAM	Azoxystrobin	y = -8.484ln(x) + 50.198	0.8006	1.02	S
		Pyracostrobin	y = -11.34ln(x) + 53.042	0.9971	1.31	S
		Trifloxystrobin	y = -7.713ln(x) + 37.723	0.9559	0.20	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -13.61ln(x) + 66.385	0.9595	3.33	S
		Pyracostrobin	y = -9.995ln(x) + 43.465	0.9641	0.52	S
		Trifloxystrobin	y = -7.55ln(x) + 49.235	0.9351	0.90	S
P28	-SHAM	Azoxystrobin	y = -7.787ln(x) + 42.663	0.9801	0.39	S
		Pyracostrobin	y = -11.29ln(x) + 54.805	0.9660	1.53	S
		Trifloxystrobin	y = -8.944ln(x) + 46.028	0.8579	0.64	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -11.88ln(x) + 63.582	0.7592	3.14	S
		Pyracostrobin	y = -11.88ln(x) + 52.778	0.9855	1.26	S
		Trifloxystrobin	y = -17.78ln(x) + 81.927	1.000	6.02	S
P29	-SHAM	Azoxystrobin	y = -13.32ln(x) + 68.047	0.9788	3.88	S
		Pyracostrobin	y = -9.248ln(x) + 50.778	1.000	1.09	S
		Trifloxystrobin	y = -9.248ln(x) + 50.778	1.000	1.09	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -9.07ln(x) + 40.815	0.9938	0.36	S
		Pyracostrobin	y = -8.892ln(x) + 40.952	1.00	0.36	S
		Trifloxystrobin	y = -8.18ln(x) + 37.125	0.9975	0.21	S

*y = percentage of mycelial growth inhibition; x = fungicide concentration.

**Calculated by the concentration equation (mg L-1).

***Resistant of *Phytophthora* spp. to fungicide: sensitivity (S), Insensitive resistan (IR), resistan(R).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.15 Continued

Isolate code	SHAM 100 mg/l	Fungicide	Regression equation*	R^2	EC_{50} ** (mg/l)	R***
P31	-SHAM	Azoxystrobin	y = -17.17ln(x) + 80.947	6.06	0.9932	S
		Pyracostrobin	y = -15.53ln(x) + 66.643	2.92	0.9468	S
		Trifloxystrobin	y = -15.22ln(x) + 73.682	4.74	0.9646	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -11.61ln(x) + 49.82	0.98	0.9473	S
		Pyracostrobin	y = -16.35ln(x) + 80.32	6.39	0.9494	S
		Trifloxystrobin	y = -11.61ln(x) + 59.61	2.29	0.8630	S
P32	-SHAM	Azoxystrobin	y = -11.86ln(x) + 70.697	5.73	0.8612	S
		Pyracostrobin	y = -13.25ln(x) + 65.667	3.26	0.9973	S
		Trifloxystrobin	y = -12.29ln(x) + 57.157	1.79	0.9988	S
	+SHAM	Azoxystrobin	y = -12.89ln(x) + 59.657	2.12	0.9997	S
		Pyracostrobin	y = -13.25ln(x) + 63.817	2.84	0.9758	S
		Trifloxystrobin	y = -12.05ln(x) + 55.675	1.60	0.9999	S

*y = percentage of mycelial growth inhibition; x = fungicide concentration.

**Calculated by the concentration equation (mg L^{-1}).

***Resistant of fungicide: sensitivity(S), Insensitive resistant (IR), resistant (R). (Passo Fundo, RS, 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ตรวจสอบเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่ดื้อต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI ด้วยเทคนิคชีวโมเลกุล

4.5.1 การสกัด DNA

จากการทดลองสกัด genomic DNA จำแนกเชื้อราโดยเทคนิคชีวโมเลกุล บนส่วนของ ITS rDNA โดยวิธี polymerase chain reaction (PCR) โดยใช้ไพรเมอร์ ITS4 and ITS5 และทำการเปรียบเทียบลำดับลำดับนิวคลีโอไทด์ โดยใช้โปรแกรม BLAST กับฐานข้อมูล GenBank NCBI database เพื่อความแม่นยำในการจำแนกเชื้อราสาเหตุโรคพืช (Figure 4.7)

Figure 4.7 Amplification of the partial ITS region for species identification of fungal pathogen isolates by PCR using primers of ITS4 and ITS5.
-ve : PCR no-template control (water to replace DNA template)
+ve : Positive control, Fungal gDNA, 10 ng

4.5.2 ตรวจสอบระดับโมเลกุลโดยใช้เทคนิค polymerese chain reaction (PCR) เพื่อวิเคราะห์ point mutation บนยีน cytochrome *b*

ผลการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บนยีน cytochrome *b* ไม่พบ point mutation

4.5.3 ตรวจสอบระดับโมเลกุลโดยใช้เทคนิค polymerase chain reaction (PCR-RFLP)

จากการนำ PCR product มาบ่มกับ enzyme ตัดจำเพาะ ไม่สามารถตัดจำเพาะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 พบเชื้อรา *Colletotrichum* sp. สาเหตุโรค anthracnose ของพริก จำนวน 1 ไอโซเลท ต้านทานระดับปานกลางต่อสารเคมีป้องกันกำจัด azoxystrobin แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์

5.1.2 เชื้อรา *Cercospora* spp., *Alternaria* spp. และ *Phytophthora* spp. อ่อนแอต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ต้องทำการสำรวจซ้ำทุกปีเพื่อเฝ้าระวังการต้านทานต่อสารเคมีของเชื้อราสาเหตุโรคพืชต่อไป

5.2.2 ควรศึกษาความต้านทานของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราต่างกลไกการออกฤทธิ์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

6.1 สรุปรายชื่อและรายละเอียดผลผลิตงานวิจัยที่ผลิตได้

6.1.1 การประชุมระดับชาติ

- ได้เข้าร่วมประชุมวิชาการระดับชาติ ประจำปี 2560 ครั้งที่ 2 ด้านสารสนเทศการเกษตร การจัดการ บริหารธุรกิจ วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (IAMBEST) แบบภาคบรรยาย เรื่อง "Sensitivity to Azoxystrobin and Pyraclostrobin of *Colletotrichum capsici* causing chili Anthracnose" ระหว่างวันที่ 31 พฤษภาคม – 1 มิถุนายน 2560 ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2558. http://www.oae.go.th

Agrios, G.N. 2004 (copyright 2005). Plant Pathology, 5th Ed. Academic Press, San Diego.

Asadollahi, M., Szojka, A. Fekete, E., Karaffa, L., Takacs, F., Flipphi, M., and Sandor, E. 2013. Resistance to QoI fungicide and cytochrome *b* diversity in the Hungarian *Botrytis cinerea* population. J. Agr. Sci. Tech. 15:397-407.

Avila-Adame, C., and Köller, W. 2003. Characterization of spontaneous mutants of *Magnaporthe grisea* expressing stable resistance to the Qo-inhibiting fungicide azoxystrobin. *Current Genetics* 42:332-338.

Fernández-Ortuño, D. Torés, J. A., Vicente, A., and Pérez-García. 2008. Mechanisms of resistance to QoI fungicides in phytopathogenic fungi. Int. Microbiol. 11:1-9.

Fungicide Resistance Action Committee. 2013. http://www.frac.info

Ishii, H.: 2006. "Impact of fungicide resistance in plant pathogens on crop disease control and agricultura environment." JARQ 40: 205-211

Ishii, H., Fountaine, J., Chung, W., Kansako, M. Nishimura, K. Takahashi, K. and Oshima, M. 2009. Characterisation of QoI-resistant field isolates of *Botrytis cinerea* from citrus and strawberry. Pest Manag. Sci. 65: 916-922.

Ishii, H., Fraaije, B. A., Sugiyama, T., Noguchi, K., Takeda, T., Amano, T., and Hollomon, D.W. Occurrence and molecular characterization of strobilurin resistance in cucumber powdery mildew and downy mildew. Phyto 91(12): 1166-1171.

Ishii, H., Yano, K., Date, H., Furuta, A., Sagehashi, Y., Yamaguchi, T., Sugiyama, T. Nishimura, K., and Hasama, W. 2007. Moleculr characterization and diagnosis of QoI resistance in cucumber and eggplant fungal pathogens. Phyto 97(11): 1458-1466.

Langston, D. 2002. Quadris Resistance in Gummy Stem Blight Confirmed. *Georgia Extension Vegetable News* 2 (1):1-2.Gisi 2002),

Lu, Y.L., Sutton, T.B. and Ypema, H. 2003. Sensitivity of *Alternaria mali* from North Carolina apple orchards to pyraclostrobin and boscalid. (Abstr.). Phytop. 93:54.

Ma, Z., Felts, D. and Michailides, T.J. 2003. Resistance to azoxystrobin in Alternaria isolates from pistachio in California. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 77:66-74.

Pasche, J. S., Wharam, C. M., and Gudmestad, N. C. 2004. Shift in sensitivity of *Alternaria solani* in response to QoI fungicides. Plant Dis. 88:181-187.

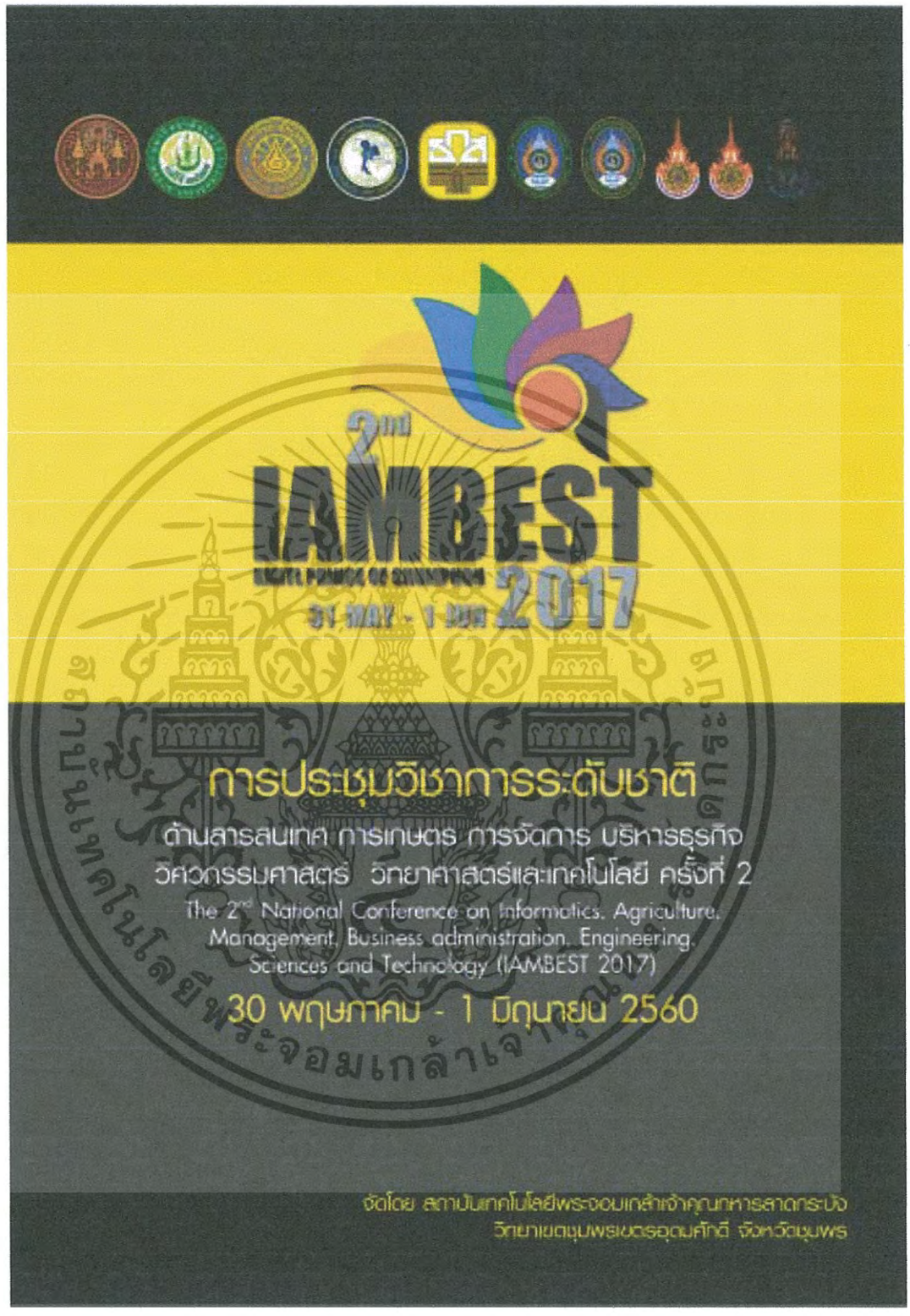
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารหลักฐานอ้างอิงของผลผลิต จากบทที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AO-03	ความต้านทานของเชื้อรา *Phytophthora* spp. สาเหตุโรคหุเรียนต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา Dimethomorph, Fosetyl-aluminium, Mancozeb และ Metalxyl *อาทิตยญา ลายสันหัด และพรประพา คงตระกูล*	14
AO-04	ความไวต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา Azoxystrobin และ Pyraclostrobin ของเชื้อรา *Colletotrichum capsici* สาเหตุโรคแอนแทรกโนสพริก *พิชญ์พินเจ ทองนอก และพรประพา คงตระกูล*	16
AO-05	ความไวต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา Pyraclostrobin ของเชื้อรา *Aspergillus* spp. สาเหตุโรคเน่ารากดำของกระเทียม *ภัญจน์ชญา ธงศิลา และพรประพา คงตระกูล*	18
AO-06	ความไวต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา Quinone outside Inhibitors ของเชื้อรา *Alternaria* spp. สาเหตุโรคใบจุดผักสลัดที่ปลูกในระบบไฮโดรโปรนิกส์ *อมรรัตน์ เพชรช่วย และพรประพา คงตระกูล*	20
AO-07	ผลของความเค็มต่อการเลี้ยงปลาทองสายพันธุ์ออรันดา (*Carassius auratus*) *อลงกรณ์ พฤกษาภร และแชวลี วิบูลย์กิจ*	22
กลุ่ม E : Engineering (ด้านวิศวกรรมศาสตร์)		
EO-01	การวิเคราะห์ปริมาณชิ้นงานที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขความต้องการที่ไม่แน่นอนโดยโปรแกรม Excel Solver *วรรณา จันทร์ฝาก และพีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล*	24
EO-02	ผลของอากาศเวียนกลับต่อการใช้พลังงานของการอบแห้งยางพาราแผ่น *ชลดา วัฒนปัญชา พีณพิพย์ พยัคเกท พงศ์สรรค์ บุญนิรันดร์ บฤบดี ศรีสังข์ นิตยา จันกา และชัยวัฒน์ รัตนมีชัยสกุล*	26
EO-03	การออกแบบและทดลองเครื่องเคลือบแบบสเปรย์ฟลูอิไดซ์เบดสำหรับการควบคุมเชื้อราในข้าวเปลือก *จารุวิทย์ รักชุนส่อง นนทกร ทรายรักษ์ นานท์ บานแก้ว พรประพา คงตระกูล บฤบดี ศรีสังข์ นิตยา จันกา และชัยวัฒน์ รัตนมีชัยสกุล*	28
EO-04	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งยางพาราแผ่นแบบชั้นบางด้วยอากาศร้อน *ภัญจนกรณ์ จิตรซื่อ นพพร ม่วงศรี อนันตชัย บุหงา นิตยา จันกา และชัยวัฒน์ รัตนมีชัยสกุล*	30
EO-05	ผลของอุณหภูมิและความสูงเบดที่มีผลต่อจลน์ศาสตร์การอบแห้ง คุณภาพและการวิเคราะห์ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานของการอบแห้งกาแฟกะลาด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชัน *นิศากร สารจันทร์ ศิริโรจน์ กล่อมจิตร์ อิสระ สันโดด บฤบดี ศรีสังข์ นิตยา จันกา และชัยวัฒน์ รัตนมีชัยสกุล*	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่ม A : Agriculture (ด้านเกษตร) ห้องประชุมพุทธชาติ

Chairman ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกพร บุญญะอติชาติ สจล.วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนต์สรวง ยางทอง สจล.วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ว่าที่เรือตรี วัชรวิทย์ รัศมี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			
ลำดับ	เวลานำเสนอ	รหัส	เรื่อง
1	13.00 น. – 13.15 น.	AO-01	อิทธิพลของความยาวคลื่นแสงต่อการเจริญเติบโตของกล้าพืชผัก ทิพย์จุฬา โยหลง ตุลา จูตะรสก ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์ และณัฐกฤต คำหนู
2	13.15 น. – 13.30 น.	AO-02	ผลของสารสกัดหยาบจากพืชสกุลสะค้านต่อเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง ปริญญา จันทอง เฉลิมพล ดุวรรณภักดี ธีระชาติ ลี้ประเสริฐ และพรประพา คงตระกูล
3	13.30 น. – 13.45 น.	AO-03	ความต้านทานของเชื้อรา *Phytophthora* spp. สาเหตุโรคทุเรียนต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา Dimethomorph, Fosetyl-aluminium, Mancozeb และ Metalxyl อาทิตยญา ลายสันทัด และพรประพา คงตระกูล
4	13.45 น. – 14.00 น.	AO-04	ความไวต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา Azoxystrobin และ Pyraclostrobin ของเชื้อรา *Colletotrichum capsici* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสพริก พิชญ์พิมล หองนอก และพรประพา คงตระกูล
5	14.00 น. – 14.15 น.	AO-05	ความไวต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา Pyraclostrobin ของเชื้อรา *Aspergillus* spp. สาเหตุโรคเน่ารากดำของกระเทียม กัญจน์ชญา ธงศิลา และพรประพา คงตระกูล
6	14.15 น. – 14.30 น.	AO-06	ความไวต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา Quinone outside Inhibitors ของ *Alternaria* spp. สาเหตุโรคใบจุดผักสลัดที่ปลูกในระบบไฮโดรโปรนิกส์ อมรรัตน์ เพชรช่วย และพรประพา คงตระกูล
	14.30 น. – 15.00 น.		รับประทานอาหารว่าง
7	15.00 น. – 15.15 น.	AO-07	ผลของความเค็มต่อการเลี้ยงปลาทองสายพันธุ์ออรันดา (*Carassius auratus*) อลงกรณ์ พฤกษากร และแขวลี วิบูลย์กิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 2
The 2nd National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Sciences and Technology

ความไวต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา Azoxystrobin และ Pyraclostrobin ของเชื้อรา *Colletotrichum capsici* สาเหตุโรคแอนแทรกโนสพริก

Sensitivity to Azoxystrobin and Pyraclostrobin of *Colletotrichum capsici* Causing Chili Anthracnose

พิชญ์พิมล ทองนอก[1] และ พรประพา คงตระกูล[2*]
Pitpimon Thongnoak and Pornprapa Kongtragoul

บทคัดย่อ

การนำเชื้อรา *Colletotrichum capsici* สาเหตุโรคแอนแทรกโนสพริก จำนวน 5 ไอโซเลท ที่แยกได้จากการเข้าทำลายบนผลพริก มาทดสอบความไวต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา azoxystrobin (AZ) and pyraclostrobin (PR) โดยประเมินจากการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar ผสมกับสารป้องกันกำจัดเชื้อราแต่ละชนิดในระดับความเข้มข้น 0, 1, 10, 100 mg/L ของสารออกฤทธิ์ จัดกลุ่มระดับความไวต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเชื้อราที่มีความอ่อนแอ (S) มีค่า $EC_{50} \leq 10$ µl/ml, กลุ่มต้านทานระดับปานกลาง (IR) มีค่า $10 > EC_{50} \leq 100$ µl/ml และ กลุ่มต้านทาน (R) มีค่า $EC_{50} > 100$ µl/ml พบเชื้อราจำนวน 3 ไอโซเลท มีความอ่อนแอต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา AZ และ PR, จำนวน 1 ไอโซเลท มีความต้านทานระดับปานกลางต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา AZ และ 2 ไอโซเลท มีความต้านทานระดับปานกลางต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา PR แต่มีเพียง 1 ไอโซเลทที่ต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา AZ

คำสำคัญ: โรคแอนแทรกโนสบนพริก, เชื้อรา *Colletotrichum capsici*, ความไวต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา

[1]นักศึกษา, [2]อาจารย์, หลักสูตรพืชสวน ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 86160
*อีเมล์: kkpornpr@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

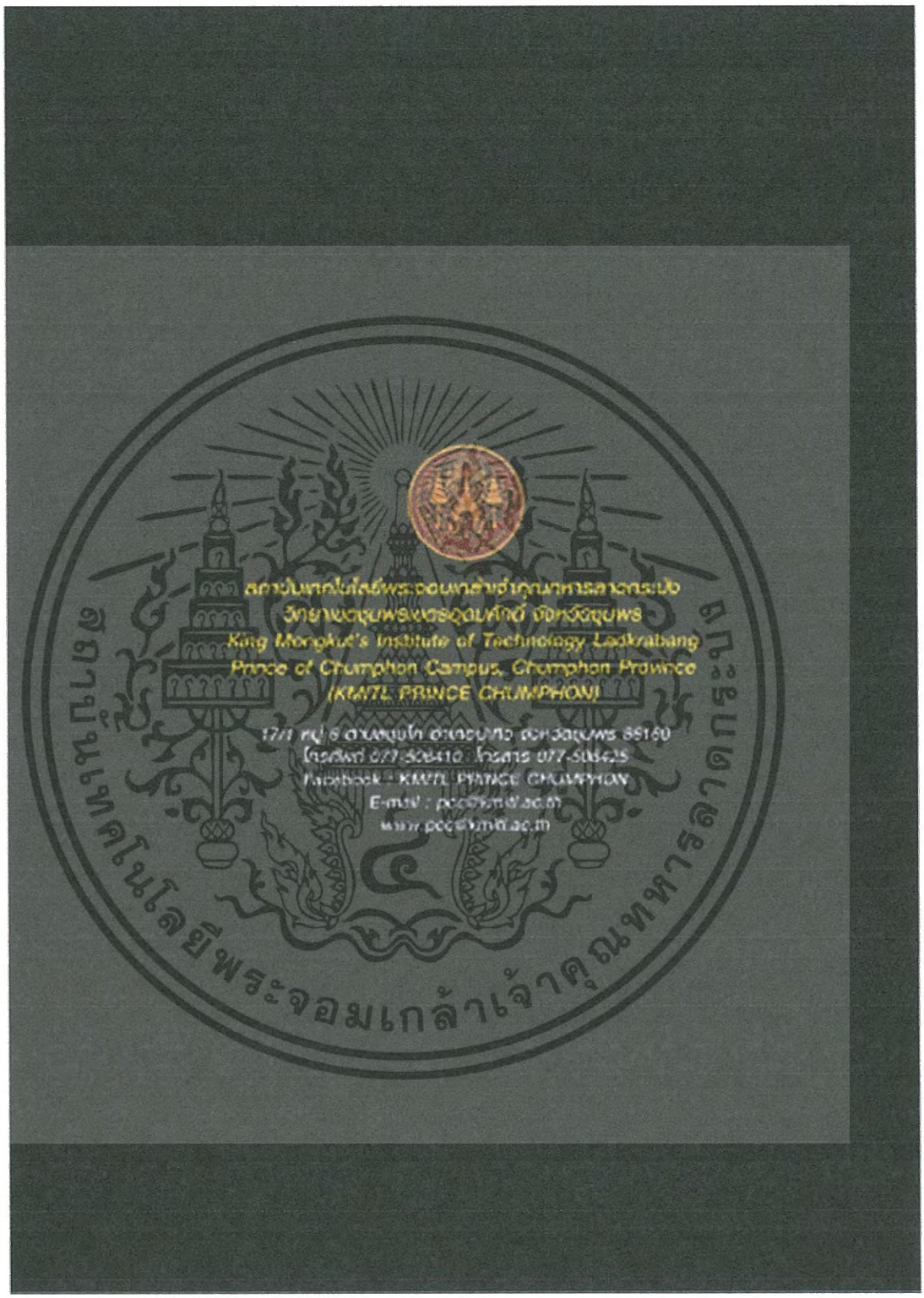
Abstract

Five isolates of *Colletotrichum capsici* causing chili anthracnose were obtained from naturally infected chili fruits. The sensitivity of each isolate to azoxystrobin (AZ) and pyraclostrobin (PR) was evaluated from measuring the colony diameter on potato dextrose agar amended with each fungicide at 0, 1, 10, and 100 mg/l of the active ingredient. The level of sensitivity to fungicide was evaluated and grouped into three representative phenotype reactions which sensitive (S) at $EC_{50} \leq 10$ µl/ml, intermediately resistant (IR) at $10 > EC_{50} \leq 100$ µl/ml and resistant (R) at $EC_{50} > 100$ µl/mL. Three isolates were classified as the S to AZ and PR, one isolate was classified as IR to AZ and two isolates were classified as IR to PR., but only one isolate was classified as R to AZ.

Keywords: chili anthracnose, *Colletotrichum capsici*, fungicide sensitivity

[1]Student, [2]Lecturer, Major of Horticulture, Department of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Prince of Chumphon 86160
*e-mail: kipornpr@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปการใช้จ่ายเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสโครงการ/รหัสสัญญา A118-345630

แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 1 รอบ 18 เดือน ประจำปีงบประมาณ 2560

☑ แหล่งงบประมาณแผ่นดิน ☐ แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ตรวจสอบการดื้อของเชื้อราสาเหตุโรคพืชบางชนิดต่อสารกำจัดเชื้อรากลุ่ม QoI

(ภาษาอังกฤษ) Detection of resistance in some phytopathogenic fungi to QoI fungicides

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย (อ./ดร./ผศ./รศ./ศ.) ดร.พรประพา คงตระกูล

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2559 **ถึงวันที่** 30 กันยายน 2560

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี เดือน **ตั้งแต่วันที่** 1 ตุลาคม 2559 **ถึงวันที่** 30 กันยายน 2560

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ (กรณีการจ่ายเงินล้าจ่ายงวดเดียวให้ลบข้อที่ไม่เกี่ยวข้องออก)

งวดที่ 1 339,150 บาท 85 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว) 13 มกราคม 2560

งวดที่ 2 59,850 บาท 15 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว) 15 มิถุนายน 2560

2. สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย	คงเหลือ
งบบุคลากร : ค่าจ้างชั่วคราว	-	-	
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน	-	-	-
ค่าใช้สอย	117,000	117,000	0
ค่าวัสดุ	282,000	282,000	0
ค่าสาธารณูปโภค	-	-	-
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	-	-	-
รวม	399,000	399,000	0

พรประพา คงตระกูล

(นางสาวพรประพา คงตระกูล)

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

30 พฤษภาคม 2560

พรประพา คงตระกูล

(นางสาวพรประพา คงตระกูล)

ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

30 พฤษภาคม 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : นักวิจัยหรือเจ้าหน้าการเงินสามารถปรับหรือเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมข้อความได้ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับการดำเนินงาน อาทิเช่น นักวิจัยอยู่ระหว่างการดำเนินการเคลียร์ด้านเอกสารทางการเงิน หรือข้อความอื่นๆ

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวพรประพา คงตระกูล
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Pornprapa Kongtragoul
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-8601-00744-50-5
2. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
   17/1 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160 โทรศัพท์ 0-7750-6431 โทรสาร 0-7750-6433
   E-mail: kkpornpr@kmitl.ac.th
3. ประวัติการศึกษา

ปีสำเร็จการศึกษา	ระดับปริญญา	สาขาวิชา	สถานศึกษา	ประเทศ
2554	ปริญญาเอก	โรคพืช	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ไทย
2546	ปริญญาโท	เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2541	ปริญญาตรี	เกษตรศาสตร์ (พืชสวน)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ไทย

4. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

   5.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว:

   - หัวหน้าโครงการวิจัย

   1. เรื่อง การใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Using Organic Solution Fertilizer in Hydroponics) ทุน วช. ปี 2549

   5.2 งานวิจัยที่กำลังทำ:

   - หัวหน้าโครงการวิจัย

   1. เรื่อง สำรวจและประเมินระดับความรุนแรงของโรคยางพารา (Survey and Disease Severity Evaluation of Para rubber) งบประมาณ 100,000 บาท แหล่งเงินรายได้
      ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี เริ่มทำการวิจัยเมื่อ ตุลาคม 2555 ถึง กันยายน 2556
      สถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละ 80
   2. เรื่อง ความแปรปรวนในการดื้อต่อสารเคมีเมทาแล็กซิลของประชากรเชื้อรา *Phytophthora* spp. จากสวนยางพาราและทุเรียน (Variability on Metalaxyl-resistant *Phytophthora* spp. Population from Para-rubber and Durian Orchards) งบประมาณ 295,000 บาท กองทุนวิจัย สจล. ประจำปี 2556
      ระยะเวลาโครงการ 1 ปี ตั้งแต่ เมษายน 2556 ถึง เมษายน 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้