



ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin ร่วมกับ
salicylhydroxamic acid ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora*
สาเหตุโรครุเรียน ในสภาพห้องปฏิบัติการ

In vitro evaluation of pyraclostrobin with salicylhydroxamic acid for
controlling *Phytophthora palmivora*, causal agent of durian disease

ประไพภักดิ์ ศรีขยัน

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับที่...../.....
งานทะเบียนและประมวลผล

โครงการพิเศษปีการศึกษา 2563

ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid ในการควบคุมเชื้อรา
Phytophthora palmivora สาเหตุโรครุเรียน ในสภาพห้องปฏิบัติการ

In vitro evaluation of pyraclostrobin with salicylhydroxamic acid for controlling
Phytophthora palmivora, causal agent of durian disease

ประไพศักดิ์ ศรีชยัณ

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
(เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)
ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เห็นชอบ/รับรอง

P. Kongtragoul

(ผศ.ดร.พรประพา คงตระกูล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

โครงการพิเศษนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษ

ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid
ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรคทุเรียน ในสภาพ
ห้องปฏิบัติการ

In vitro evaluation of pyraclostrobin with salicylhydroxamic acid for
controlling *Phytophthora palmivora*, causal agent of durian disease



โดย

นางสาวประไพภักดิ์ ศรีขยัน

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.พรประพา คงตระกูล

เสนอ

หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เรื่อง** : ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรคทุเรียน ในสภาพห้องปฏิบัติการ
- ผู้เขียน** : นางสาวประไพภักดิ์ ศรีขยัน
- ปริญญา** : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)
- หลักสูตร** : เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช
- ภาควิชา** : เทคโนโลยีการเกษตร
- อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก** : ผศ.ดร. พรประพา คงตระกูล

บทคัดย่อ

เชื้อรา *Phytophthora palmivora* เป็นสาเหตุของราก ลำต้น และผลเน่าในทุเรียน นับเป็นโรคที่สำคัญของชาวสวนทุเรียน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยการวัดความเข้มข้นของสารเคมีที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (EC_{50}) สามารถแยกเชื้อราได้ 48 ไอโซเลท จาก 5 สวน ในพื้นที่อำเภอเมือง, อำเภอสวี, อำเภอทุ่งตะโก และอำเภอปะทิว ภายในจังหวัดชุมพร ทุกไอโซเลททดสอบด้วยสารเคมีป้องกันกำจัด pyraclostrobin ระดับความเข้มข้น 0, 0.1, 1, 10 และ 100 ppm ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 100 ppm และ salicylhydroxamic acid (SHAM) ที่ความเข้มข้น 100 ppm และ สารเคมีป้องกันกำจัด pyraclostrobin ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.1, 1, 10 และ 100 ppm (ที่ไม่ได้ผสม SHAM) ผลการทดลองพบว่า ไอโซเลททั้งหมดถูกยับยั้งโดยสารเคมีป้องกันกำจัด pyraclostrobin ร่วมกับ SHAM สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า $EC_{50} < 0.1$ mg/l นอกจากนี้ สารเคมีป้องกันกำจัด pyraclostrobin เพียงอย่างเดียวสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า $EC_{50} > 100$ mg/l จำนวน 27 ไอโซเลท

คำสำคัญ: alternative oxidase inhibitor, Quinone-outside Inhibitor (Qoi)

Title : *In vitro* evaluation of pyraclostrobin with salicylhydroxamic acid for controlling *Phytophthora palmivora*, causal agent of durian disease

Author : Miss Prapaipak Srikayan

Degree : Bachelor of Science (Management Technology for Plant Production)

Program : Management Technology for Plant Production

Department : Agricultural Technology

Advisor : Asst. Dr. Pornprapa Kongtragoul

Abstract

Phytophthora palmivora is the cause of root, stem, and fruit rot in durian. It is a serious disease of durian farmer. The objective of this study was to evaluate the effect of pyraclostrobin combined with salicylhydroxamic acid (SHAM) for controlling *Phytophthora palmivora* in vitro by measuring the effective fungicide concentration at which 50% of the inhibition of mycelial growth (EC_{50}). Forty-eight isolates were isolated from 5 durian orchards in Mueang, Sawi, Thung Tako, Pathio districts, Chumphon province. All isolates were tested with pyraclostrobin at 0, 0.1, 1, 10, and 100 ppm and salicylhydroxamic acid (SHAM) at 100 ppm and only pyraclostrobin. The results showed that all isolates were inhibited by pyraclostrobin combined with SHAM at $EC_{50} < 0.1$ mg/l. Moreover, the only pyraclostrobin can inhibit the mycelial growth at $EC_{50} > 100$ mg/l of 27 isolates.

Keywords: alternative oxidase inhibitor, Quinone-outside Inhibitor (Qoi)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีต้องขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.พรประพา คงตระกูล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ที่ให้คำแนะนำในการทำการทดลองนี้ รวมถึงเสียสละเวลา แรงกาย แรงใจ อบรมสั่งสอน แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการพิเศษ ตลอดจนชี้แนะข้อบกพร่องในการจัดทำโครงการพิเศษ ทั้งเอาใจใส่ดูแลเป็นอย่างดี และตรวจสอบข้อผิดพลาดต่าง ๆ ด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืชที่ให้คำแนะนำในการทำโครงการพิเศษ ให้คำปรึกษา และแนวทางแก้ปัญหาจนสำเร็จได้ด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณเพื่อน พี่ และน้อง ๆ หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืชทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือให้กำลังใจ จนทำให้โครงการพิเศษนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้อง ที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษา และการทำโครงการพิเศษจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ประไพภักดิ์ ศรีขยัน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	3
2.1 ความสำคัญทางเศรษฐกิจของทุเรียน	3
2.2 เชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp.	3
2.3 โรคทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp.	4
2.4 สารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp.	7
2.5 Alternative oxidase	8
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	13
3.1 เก็บรวบรวมและศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	13
3.2 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin ในการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	15
3.3 การคำนวณ และประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin ร่วมกับ SHAM	16
บทที่ 4 ผลการทดลอง	17
4.1 การแยกและรวบรวมเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	17
4.2 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	19
4.3 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ในการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	42
5.1 การแยกและรวบรวมเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	42
5.2 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ในการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	42
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	46
เอกสารอ้างอิง	47
ประวัติผู้เขียน	51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 PAR(PH) – V8 agar: For <i>Phytophthora</i> species	15
4.1 List of location details and condition in Chumphon	17
4.2 List of <i>P. palmivora</i> isolates from each location.	18
4.3 Morphology characterization of <i>P. palmivora</i> Isolates causing durian disease.	19
4.4 Fungicide Resistant assay of <i>P. palmivora</i> causing durian disease on V8 agar amended pyraclostrobin with salicylhydroxamic acid (SHAM).	30
4.5 Pyraclostrobin fungicide with salicylhydroxamic acid (SHAM), regression equation, coefficient of determination (R^2), sensitivity and 50% effective concentration of mycelium growth of <i>Phytophthora</i> spp. Causing durian disease.	34

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 Pyraclostrobin	7
2.2 Modeling of enzyme groups complex I-IV	8
4.1 Symptoms of <i>P. palmivora</i> disease on (a) stem rot disease, (b) fruit rot disease	17
4.2 Morphological characterization of <i>P. palmivora</i> isolates causing durian disease; colony (a), sporangium (b), hypha (c) and chlamydospores (d)	22
4.3 The pyraclostrobin sensitivity of <i>P. palmivora</i> in each isolate on clarified V8 juice agar amended with 0 (control), 0.1, 1, 10 and 100 mg ^l ⁻¹ (a.i.).	38
4.4 The pyraclostrobin with salicylhydroxamic acid (SHAM) sensitivity of <i>P. palmivora</i> in each isolate on clarified V8 juice agar amended with 0 (control), 0.1, 1, 10 and 100 mg ^l ⁻¹ (a.i.).	40

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทุเรียน (*Durio zibethinus* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เพราะเป็นผลไม้ที่สร้างรายได้เป็นจำนวนมากในแต่ละปี ทั้งนี้ประเทศไทยมีการส่งออกทุเรียนเป็นอันดับ 1 ของโลก (APAARI, 2018) ในปี 2562 มีพื้นที่ปลูกประมาณ 938,000 ไร่ ผลผลิตต่อไร่ 1,403 กิโลกรัม และมีมูลค่าผลผลิตทุเรียนรวม 1,017,000 ตัน มูลค่า 101,558 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) แต่ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งในการปลูกทุเรียน คือ การเกิดโรคจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Phytophthora* spp. เนื่องจากสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น มีฝนตกชุกเกือบตลอดทั้งปี ประกอบกับลักษณะเด่นของเชื้อราชนิดนี้อาศัยได้ทั้งในน้ำ ดิน และสามารถอยู่ข้ามปีได้นานหลายปี (ทวี, 2545)

เชื้อรา *Phytophthora* spp. โดยเชื้อราชนิดนี้อาศัยอยู่ในดิน แพร่กระจายโดยการปล่อยสปอร์ที่เคลื่อนที่ในน้ำ เข้าทำลายราก หรือลำต้นของทุเรียน ทำให้ส่วนของต้นทุเรียนที่ถูกเข้าทำลายเกิดอาการเน่าของราก และลำต้น เมื่อสังเกตลักษณะของพุ่มต้นทุเรียนพบอาการที่ใบของทุเรียนมีสีเขียวสลับเหลือง ใบร่วง โดยทรงพุ่มของต้นทุเรียนจะมีลักษณะโทรม หากเชื้อสาเหตุเข้าทำลายต้นทุเรียนในระยะออกดอกจะส่งผลทำให้ดอกผสมเกสรไม่ติด และดอกร่วง โดยโรครากเน่าโคนเน่ามีกระบาดในช่วงฤดูฝนเป็นส่วนใหญ่ (มานิตย์, 2553) และสามารถสร้าง zoospore หรือ chlamyospore ที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี โดยอาศัย หรือพักตัวในดิน และเศษซากพืชอาศัยได้เป็นเวลานาน การเข้าทำลายพืชของเชื้อสาเหตุโรค โดยเชื้อจะปล่อย zoospore ออกมาจาก sporangia แพร่กระจายโดยน้ำไปยังราก หรือลำต้นของพืช จากนั้นจะไปเกาะอยู่บริเวณผนังเซลล์ และสร้าง cyst ผนังหนาขึ้น และสร้าง appressorium แทงเส้นใยเข้าสู่พืชต่อไป (อำพล และคณะ, 2562)

เนื่องจากเชื้อรา *Phytophthora* spp. ได้สร้างความเสียหายให้เกษตรกรชาวสวนทุเรียนเป็นอย่างมาก จึงทำให้เกษตรกรชาวสวนทุเรียนส่วนใหญ่นิยมใช้สารเคมีในการควบคุมเชื้อราในกลุ่มนี้ เพราะสะดวกและได้ผลรวดเร็ว โดยสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่ใช้ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora* spp. มีจำนวน 10 กลุ่ม แบ่งตามกลไกการเข้าทำลาย (Gisi and Sierotzki, 2015) ซึ่งการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้นั้นเน้นศึกษาประสิทธิภาพสารเคมีป้องกันกำจัด pyraclostrobin ควบคุมเชื้อรา *Phytophthora* spp. ในสภาพห้องปฏิบัติการร่วมกับ alternative inhibitor

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรคทุเรียน ในสภาพห้องปฏิบัติการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ทูเรียน

ทูเรียนเป็นผลไม้ที่ทำรายได้ให้กับประเทศไทยเป็นจำนวนมากในแต่ละปี ในปี 2562 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกทูเรียนทั้งหมด 937,607 ไร่ โดยมีพื้นที่ปลูก แบ่งเป็น ภาคใต้ 503,513 ไร่ ภาคกลาง 360,641 ไร่ ภาคเหนือ 59,334 ไร่ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 14,119 ไร่ ประเทศไทยมีผลผลิตทูเรียนรวม 1,017,097 ตัน โดยมีพื้นที่ผลผลิต แบ่งเป็น ภาคกลาง 503,988 ตัน ภาคใต้ 482,140 ตัน ภาคเหนือ 27,270 ตัน มีการบริโภคทูเรียนในประเทศไทย 321,771 ตัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 20.64 ต่อปี มีปริมาณการส่งออกผลผลิตทูเรียน 682,778 ตัน มูลค่า 50,776.31 ล้านบาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 14.62 และร้อยละ 34.09 ต่อปี ตามลำดับ การส่งออกทูเรียนจำแนกตามประเภททูเรียน ได้แก่ ทูเรียนสด 656,709 ตัน มูลค่า 45,035.23 ล้านบาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 15.26 และร้อยละ 34.88 ต่อปี ทูเรียนแช่แข็ง 24,459 ตัน มูลค่า 5,338.87 ล้านบาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.90 และร้อยละ 32.24 ต่อปี ทูเรียนอบแห้ง 285 ตัน มูลค่า 260.05 ล้านบาท ลดลงร้อยละ 4.65 และร้อยละ 0.14 ต่อปี ทูเรียนกวน 1,325 ตัน มูลค่า 142.17 ล้านบาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 22.78 และร้อยละ 17.77 ต่อปี สำหรับพันธุ์ทูเรียนที่นิยมปลูก ได้แก่ หมอนทอง ชะนี ก้านยาว พวงมณี กระดุม และรวง ประเทศไทยมีคู่ค้าที่ส่งออกทูเรียนที่สำคัญ ได้แก่ เวียดนาม จีน ฮองกง สหรัฐอเมริกา รัสเซีย เนเธอร์แลนด์ และฟิลิปปินส์ คู่แข่งที่สำคัญ ได้แก่ เวียดนาม มาเลเซีย และออสเตรเลีย เป็นต้น (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2563)

2.2 เชื้อรา *Phytophthora* spp.

เชื้อ *Phytophthora* spp. เป็นเชื้อสาเหตุโรคพืช ทำให้เกิดอาการเน่ารุนแรงแก่พืชหลายชนิด เมื่อปี พ.ศ. 2419 โดย Heinrich Anton de Bary ในปี 1876 ได้เป็นผู้ตั้งชื่อเชื้อราชนิดนี้ว่า *Phytophthora* (Greek: Phyton and Phtherio Plat destroyer) ซึ่งมีความหมายว่า “ผู้ทำลาย” เนื่องจากในช่วงกลางศตวรรษที่ 19 เกิดโรคระบาดทำลายมันฝรั่งระบาดรุนแรงของชาวไอริส ประเทศไอร์แลนด์ จนไม่สามารถผลิตมันฝรั่งให้เพียงพอ จึงเป็นสาเหตุให้ชาวไอริสอดอยากล้มตายเป็นจำนวนมาก และยังมีการอพยพย้ายถิ่นหนีความอดอยากไปยังประเทศอื่น ๆ (Drenth and Goodwin, 1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อรา *Phytophthora* spp. จัดอยู่ใน

Kingdom: Chromista

Class: Oomycetes

Order: Peronosporales

Family: Pythiaceae

Genus: *Phytophthora* (Brich and Whisson, 2001)

เชื้อ *P. palmivora* สาเหตุโรค รากเน่า และโคนเน่าของทุเรียน มีลักษณะเด่น คือ สามารถสร้างสปอร์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศ สำหรับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศสร้าง sporangium รูปร่างแบน ovate หรือ elongate elliptical ส่วนปลายของ sporangium มี papilla ผนังหนา และเมื่อแก่เต็มที่ zoospore จะหลุดออกจากกัน ภายใน sporangium ผลิต zoospore ได้ 10-64 zoospores เป็น biflagella บริเวณปลายเส้นใยสร้าง chlamydospore รูปร่างกลม ผนังเรียบ และบาง ส่วนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อชนิดนี้เป็นแบบ heterothallic สร้าง oogonium รูปร่างกลม ผนังบาง ขรุขระ มีสีเหลืองถึงสีทอง antheridium เป็นแบบ amphigynous รูปร่างกลม oospore มีผนังหนา สีเหลืองถึงสีเหลืองน้ำตาล เชื้อเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 16- 32 องศาเซลเซียส แต่ที่เหมาะสมที่สุดคือ อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อ *P. palmivora* เป็นพวก heterothallic ประกอบไปด้วย 2 mating types คือ A1 และ A2 zoospore เกิดจากการผสมกันของ 2 mating types โดย antheridium และ oogonium ถูกสร้างขึ้นจากเส้นใยของแต่ละ mating type ซึ่งการผสมพันธุ์ของเชื้อพวก heterothallic จะทำให้เกิดลักษณะใหม่ๆ ของพันธุกรรม (มณีรัตน์, 2561; Worral, 1999)

2.3 โรคทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora* sp.

2.3.1 โรครากเน่าโคนเน่า (Root rot and stem rot)

โรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียนเป็นโรคที่ทำความเสียหายต่อการทำสวนทุเรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นโรคนี้ทำให้ต้นทุเรียนที่กำลังเจริญเติบโต และให้ผลผลิตทำให้ต้นทุเรียนยืนต้นตาย เมื่อโรคนี้อัระบาดทำความเสียหายกับทุเรียนในทุกแหล่งปลูกของประเทศไทยทำให้สวนทุเรียนเป็นโรคเกือบทั้งสิ้น ซึ่งเชื้อราสาเหตุเกิดจากเชื้อรา *P. palmivora* สามารถเข้าทำลายพืชได้ทุกส่วน เช่น ส่วนของราก ลำต้น กิ่ง ใบ และผล อีกทั้งเชื้อราจะอาศัยอยู่ในดิน และสามารถแพร่ระบาดได้ทั้งในน้ำ และในอากาศ ทำให้การแพร่ระบาดของเชื้อราเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ทำความเสียหายให้กับเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนอย่างมาก นับเป็นโรคที่สำคัญต่อการผลิตทุเรียนเป็นอย่างมาก (มณีรัตน์, 2561)

ลักษณะอาการ :

อาการที่ใบ ใบอ่อนจะแสดงอาการเหี่ยว สีเหลือง บริเวณแผลมีลักษณะฉ่ำน้ำ สีน้ำตาลอ่อน และเปลี่ยนเป็นสีดำ ตายหนึ่งคล้ายโดนน้ำร้อนลวก และเส้นใบมีสีน้ำตาลดำ เกิดอาการไหม้แห้งคาต้นอย่างรวดเร็วและค่อย ๆ ร่วงไป พบมากในช่วงฝนตกหนักต่อเนื่องหลายวัน

อาการที่กิ่ง ลำต้น และโคนต้น ระยะแรกจะเห็นได้ว่าทุเรียนมีอาการใบเหลืองเป็นบางกิ่ง สังเกตเห็นคล้ายคราบน้ำบนผิวเปลือกของกิ่ง หรือต้น ในช่วงเช้าที่มีอากาศชื้นจะเห็นเป็นหยดของเหลวสีน้ำตาลแดงเยิ้มออกมาจากบริเวณแผล และจะค่อย ๆ แห้งไปในช่วงที่มีแดดจัด ทำให้เห็นเป็นคราบ เมื่อใช้มีดถากบริเวณคราบน้ำนั้น จะพบเนื้อเยื่อเปลือก และเนื้อไม้เป็นแผลสีน้ำตาล ถ้าแผลมีขยายใหญ่ ลูกกลมจนรอบโคนต้น จะทำให้ทุเรียนใบร่วงจนหมดต้น และยืนต้นแห้งตาย ต้นทุเรียนที่ถูกทำลายมักพบรูพรุนตามโคนต้น และกิ่ง ซึ่งเป็นการเข้าทำลายของมอด และมอดจะนำเชื้อสาเหตุของโรครากเน่า โคนแพร่กระจายไปยังส่วนอื่นของต้นทุเรียน

อาการที่ราก หากขุดดูบริเวณรากจะพบรากฝอยแสดงอาการเน่ามีลักษณะเปลือกอ่อนและเปื่อยยุ่ยเป็นสีน้ำตาล เมื่ออาการรุนแรงจะลามไปยังรากแขนง และโคนต้น ทำให้ต้นทุเรียนโทรมและยืนต้นตาย (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, 2562; Lim and Chan, 1986)

การป้องกันกำจัด :

1. แปลงปลูกทุเรียนควรมีการระบายน้ำที่ดี ไม่ควรมีน้ำท่วมขัง แต่หากมีน้ำท่วมขังควรระบายออก
2. การปรับปรุงดิน โดยใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปรับสภาพดินให้มีค่าความเป็นกรดต่างของดินประมาณ 6.5 กรณีดินที่เป็นกรดจัด ให้ใส่ปูนขาวหรือโดโลไมท์ อัตรา 100-200 กิโลกรัม/ไร่
3. ควรหลีกเลี่ยงการกระทำที่อาจทำให้ราก หรือลำต้นเกิดแผล ซึ่งจะเป็นช่องทางให้เชื้อราสาเหตุโรคเข้าทำลายพืชได้ง่ายขึ้น
4. ต้นทุเรียนที่เป็นโรครุนแรงมาก หรือยืนต้นแห้งตาย ควรขุดออกแล้วนำไปทำลายนอกแปลงปลูกแล้วตากดินไว้ระยะหนึ่ง จึงค่อยปลูกต้นใหม่ทดแทน
5. ควรตรวจแปลงอย่างสม่ำเสมอ เมื่อพบส่วนของใบ ดอก และผลที่เป็นโรค ตัดแต่งส่วนที่เป็นโรคนำไปทำลายนอกแปลงปลูก
6. ไม่นำเครื่องมือที่ใช้ตัดแต่งต้นที่เป็นโรคไปใช้ร่วมกับต้นปกติ และควรทำความสะอาดเครื่องมือก่อนนำไปใช้ใหม่ทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว ควรตัดแต่งกิ่งที่เป็นโรค กิ่งแห้ง และตัดขั้วผลที่ค้างอยู่ แล้วนำไปทำลายนอกแปลงปลูก เพื่อลดการสะสมของเชื้อสาเหตุโรค (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, 2562)

นอกจากนี้การรักษา และควบคุมโรครากเน่าโคนเน่า จำเป็นจะต้องอาศัยหลาย ๆ วิธี ร่วมกัน ได้แก่ การใช้พันธุ์ต้านทาน การใช้วิธีเขตกรรม ในการเผาทำลายต้นที่เป็นโรค การใช้เชื้อจุลินทรีย์ ปฏิกิริยา และการใช้สารเคมี ได้แก่ metalaxyl, phosphorus acid ฉีดเข้าลำต้น หรือกิ่ง ในบริเวณตรงข้ามกับอาการที่เป็นโรค หรือส่วนที่เป็นเนื้อไม้ใต้บริเวณที่เป็นโรค การพ่นทางใบ และการราดลงดิน (Guest et al., 1994)

2.3.2 โรคผลเน่า (Fruit rot)

โรคผลเน่าของทุเรียนเป็นโรคที่มีความสำคัญต่อชาวสวนทุเรียนเช่นกัน เพราะส่วนใหญ่จะเกิดในช่วงผลอายุก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 1 เดือน ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณการผลิตและคุณภาพของผลิตผล ลักษณะอาการที่ผล เริ่มแรกเกิดจุดแผลขนาดเล็กสีน้ำตาลดำบนผล จุดแผลจะขยายใหญ่ลุกลามมากขึ้นตามการสุกของผล ในสภาพที่มีความชื้นสูงอาจพบเส้นใยสีขาวของเชื้อราสาเหตุโรคบนแผล พบอาการโรคได้ตั้งแต่ผลที่ยังอยู่บนต้น ซึ่งถ้าอาการรุนแรงมากผลจะเน่าร่วงหล่นก่อนกำหนด โรคนี้พบได้ตั้งแต่ระยะผลอ่อน แต่ส่วนใหญ่มักพบในผลช่วง 1 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวจนกระทั่งเก็บเกี่ยว และระหว่างการบ่มผลให้สุก (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, 2562)

การป้องกันกำจัด :

1. สำรวจแปลงปลูกอย่างสม่ำเสมอ หากพบโรคผลเน่า ตัดผลที่เป็นโรค และเก็บผลเน่าที่ร่วงหล่นไปทำลายนอกแปลงปลูก แล้วพ่นด้วยสารป้องกันกำจัดโรคพืช เมทาแลกซิล (metalaxyl) 25% WP อัตรา 30-50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ ฟอสอีทิล-อะลูมิเนียม (fosetyl-aluminium) 80% WP อัตรา 30-50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ให้ทั่วทรงพุ่ม จำนวน 1-2 ครั้ง ทุก 7-10 วัน และควรหยุดพ่นสารก่อนเก็บเกี่ยวผล อย่างน้อย 15 วัน

2. ไม่นำเครื่องมือที่ใช้ตัดแต่งต้นที่เป็นโรคไปใช้ร่วมกับต้นปกติ และควรทำความสะอาดเครื่องมือก่อนนำไปใช้ใหม่ทุกครั้ง

3. ในแปลงปลูกที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคผลเน่าสูง เนื่องจากมีต้นที่เป็นโรครากเน่าและโคนเน่าในแปลงมาก และมีฝนตกชุก หรือมีความชื้นในอากาศสูงในช่วงทุเรียนใกล้เก็บเกี่ยวผล เชื้อสาเหตุโรคอาจจะติดไปกับผลได้โดยยังไม่แสดงอาการ ดังนั้น การเก็บเกี่ยวผลต้องระมัดระวังไม่ให้ผลสัมผัสกับดิน หรือปูพื้นดินที่จะวางผลด้วยวัสดุหรือกระสอบที่สะอาด เพื่อลดโอกาสที่ผลจะสัมผัสกับดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีเชื้อสาเหตุโรค และการขนย้ายควรรวมั้ดระวังบาดแผลที่จะเกิดขึ้นกับผล (ปัญจมา และสมศิริ, 2545.; สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, 2562)

2.4 สารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดเชื้อรา *Phytophthora* spp.

ปัจจุบันการป้องกันกำจัดโรครากเน่าโคนเน่า และโรคผลเน่า ยังคงใช้สารเคมีอยู่ เนื่องจากสะดวกรวดเร็วต่อการควบคุมโรค และการใช้สารเคมีแบบดูดซึมที่มีสารออกฤทธิ์เพียงชนิดเดียวต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้เชื้อราเกิดการต้านทาน สาเหตุเหล่านี้ทำให้ไม่สามารถควบคุมการแพร่ระบาดของโรคได้ และยังเป็น การเพิ่มต้นทุนการผลิต อีกทั้งเชื้อรายังเกิดความต้านทานข้าม ระหว่างกลุ่มของสารเคมีได้ ในการแก้ปัญหาการดื้อยา ได้แก่ การใช้สารออกฤทธิ์ต่างกลุ่มฉีดพ่นสลับกัน และต้องคำนึงถึงความเสี่ยงต่อการดื้อยาที่ได้มีรายงานใน Fungicide resistance action committee (2020)

กลุ่มสารเคมีที่ใช้ทำการทดลองความต้านทานของเชื้อรา *P. palmivora* สาเหตุโรคทุเรียน คือ สารเคมีกลุ่ม Quinone outside inhibitors ซึ่งเป็นสารชนิดดูดซึม ที่มีกลไกทางเคมีที่จำเพาะ และมีความเป็นพิษจำเพาะเจาะจงสูง ออกฤทธิ์โดยเข้ารบกวนกระบวนการหายใจของเชื้อรา (ธรรมศักดิ์, 2543; Lee et al., 1999) จากการค้นคว้าครั้งนี้เน้นศึกษาสารเคมีป้องกันกำจัดที่เกษตรกรชาวสวนทุเรียนในประเทศไทยนิยมใช้ควบคุมเชื้อรากกลุ่ม Qol คือ Pyraclostrobin (Figure 2.1)

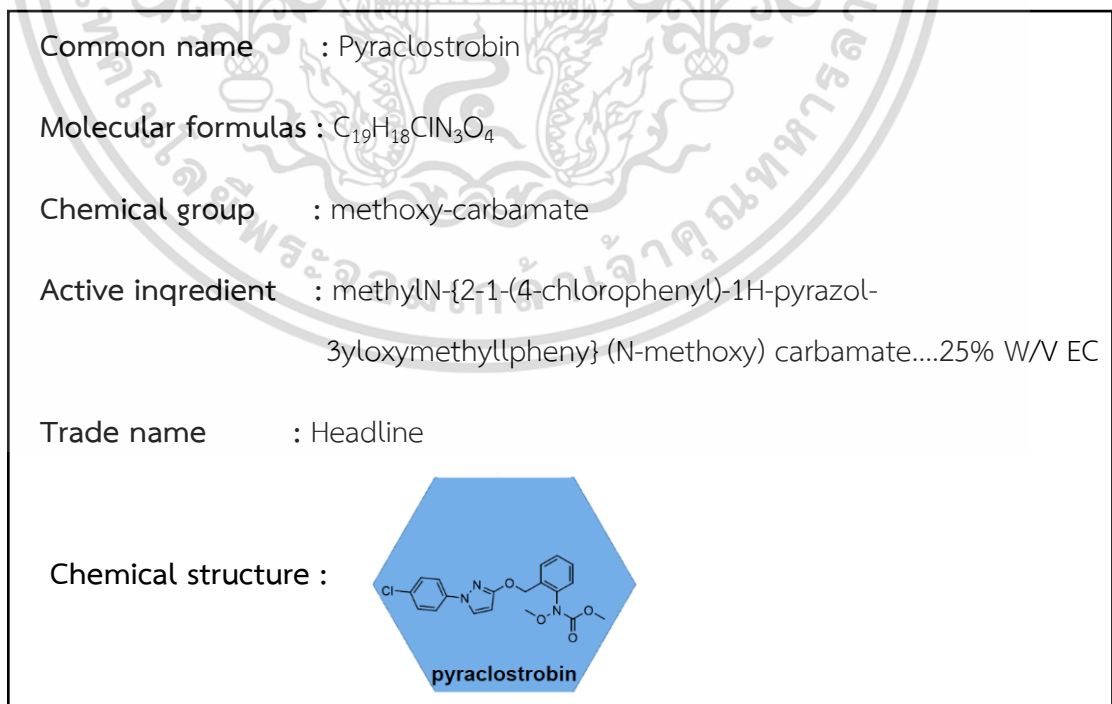


Figure 2.1 Pyraclostrobin (Source: Fungicide resistance action committee, 2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีกลไกขัดขวางกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนของกระบวนการหายใจ ซึ่งเกิดขึ้นในเยื่อหุ้มชั้นในของ ไมโทคอนเดรีย เกิดต่อเนื่องจากวัฏจักรเครบส์ แหล่งของอิเล็กตรอนคือ NADH และ FADH₂ เมื่อถูกออกซิไดซ์ อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะถูกส่งต่อเป็นทอด ๆ โดยผ่านตัวนำอิเล็กตรอนหลายตัวไปจนถึงปลายสุดของระบบ อิเล็กตรอนจะไปรีดิวซ์ O₂ ให้เป็น H₂O การถ่ายทอดอิเล็กตรอนจะเกิดขึ้นเป็นทอด ๆ ผ่านตัวอิเล็กตรอนซึ่งเป็นกลุ่มของโปรตีน (หลายตัวเป็นเอนไซม์) มีโคเอนไซม์ และโคแฟกเตอร์หลายตัวรวมอยู่ด้วยกัน กลุ่มโปรตีนเหล่านี้ ได้แก่ complex I, II, III, IV ผังตัวอยู่บนเยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย โดยสารกำจัดเชื้อราในกลุ่ม QoI มีความจำเพาะเจาะจงบริเวณ Qo site ของ cytochrome bc1 enzyme complex (complex III) ซึ่งพบการต้านทานข้ามในสารเคมีกลุ่ม QoI จัดอยู่ในความเสี่ยงต่อการต้านทานระดับสูง (Figure 2.2) (Gisi and Sierotzki, 2015; Fungicide resistance action committee, 2020)

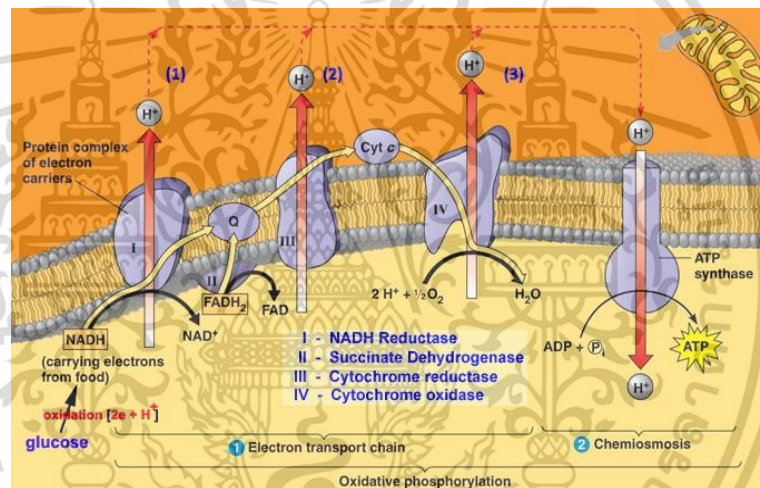


Figure 2.2 Modeling of enzyme groups complex I-IV (Source: www.ck12.org/book/CK-12-Biology-Advanced-Concepts/section/5.13)

2.5 Alternative oxidase

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ salicylhydroxamic acid (SHAM) ทำหน้าที่แทนออกซิเดสทางเลือก มีการดำเนินการเพื่อให้ทราบถึงกลไกของ pyraclostrobin ในการยับยั้งการหายใจของเส้นใย และอิทธิพลของ SHAM ในการทดสอบกิจกรรมของ pyraclostrobin และ SHAM ดำเนินการโดยใช้การทดสอบการเจริญเติบโตเชิงเส้นของเส้นใย และการทดสอบการงอกของสปอร์ ทางชีววิทยาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังพบคุณสมบัติ การยับยั้ง pyraclostrobin และ SHAM ต่อเชื้อรา เพื่อเพิ่มการยับยั้ง โดย pyraclostrobin การใช้ออกซิเจน ในการทดสอบของเส้นใย แสดงให้เห็นว่า pyraclostrobin ยับยั้งการหายใจของเชื้อราในระยะแรก ด้วยความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เมื่อเวลาผ่านไป

การหายใจของเส้นใย จะถูกยับยั้งด้วยสารเคมีป้องกันกำจัด (Li-hua et al., 2009) เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อนุญาดเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

➤ ภายในประเทศ

พิกุลและอัจฉรา (2558) ได้ทำการศึกษาผลของสารเคมี prochloraz, benomyl, carbendazim, azoxystrobin, mancozeb และ copper oxychloride ต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของแก้วมังกร จากการทดลองพบว่า สารเคมีแต่ละชนิดมีผลการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราแต่ละชนิดแตกต่างกัน สารเคมีที่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* ได้ดีที่สุดซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้สมบูรณ์คือ prochloraz และ mancozeb รองลง ได้แก่ สารเคมี carbendazim, benomyl, copper oxychloride และ azoxystrobin โดยมีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งได้เท่ากับ 91, 26, 88.33, 65.41 และ 31.73 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

พรประพาและคณะ (2562) ที่ได้ทำการศึกษาผลของสารเคมีกำจัดเชื้อรา azoxystrobin pyraclostrobin และ trifloxystrobin ที่ความเข้มข้น 0, 1, 10 และ 100 mg/l ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 100 mg/l ต่อเชื้อรา *Aspergillus* spp. จากกลีบกระเทียมเน่า จากการศึกษพบว่า สารทั้ง 3 ชนิดมีประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญทางเส้นใยของเชื้อรา *Aspergillus* spp.

พรศิริ และ คณะ (2562) ได้ทำการทดสอบสารเคมี pyraclostrobin ต่อการงอกสปอร์ของเชื้อรา *Phomopsis* spp. สาเหตุโรคผลเน่าและโรคใบจุดทุเรียน พบว่าสารเคมี pyraclostrobin ที่ไม่ผสม SHAM สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามอัตราที่แนะนำ

➤ ต่างประเทศ

Alviter et al. (2007) ได้ทำการศึกษาความไวพื้นฐาน และความแตกต่างของสารฆ่าเชื้อรากลุ่ม QoI 2 ชนิดในกลุ่มของ *Phytophthora cactorum* ที่ทำให้ผิวน้ำ และยอดเน่าบนสตรอเบอร์รี่ จากการทดลองพบว่า การใช้ azoxystrobin และ pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, 1.0, 10 และ 30 µg/ml เมื่อสังเกตจากเส้นใย พบว่าการเติม SHAM ที่ความเข้มข้น 100 µg/ml สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของเส้นใย และการงอกของ zoospores ของ *P. cactorum* ได้ โดยมีความไวต่อ pyraclostrobin มากกว่า azoxystrobin ซึ่งความไวต่อ azoxystrobin และ pyraclostrobin อยู่ในระดับปานกลาง แต่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

Li-hua et al. (2009) ได้ทำการศึกษาการทำงานของสารเคมี azoxystrobin และ salicylhydroxamic (SHAM) ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยของเชื้อ *Colletotrichum capsici*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani* and *Magnaporthe grisea* จากการทดลองพบว่าการใช้สารเคมี azoxystrobin ที่ความเข้มข้นที่ 0, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 50 และ 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$ ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 100 $\mu\text{g/ml}$ แสดงให้เห็นว่าสามารถยับยั้งการหายใจของเชื้อราทั้ง 4 ชนิดได้เป็นอย่างดี

Wise et al. (2009) ได้ศึกษาความต้านทานต่อสารฆ่าเชื้อรากลุ่ม Qol ในเชื้อรา *Ascochyta rabiei* จากถั่วชิกพีในประเทศอังกฤษ โดยใช้สารเคมี pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 0, 0.001, 0.01, 0.1, 1, และ 10 $\mu\text{g/ml}$ azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 0, 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10 และ 100 $\mu\text{g/ml}$ ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 100 $\mu\text{g/ml}$ พบว่าจากการทดลองมีความไวต่อสารฆ่าเชื้อรา Qol ที่สามารถไปยับยั้งการงอกสปอร์ของเชื้อรา *Ascochyta rabiei* ได้ตามลำดับ

Seyran et al. (2010) ได้ทำการศึกษาความเป็นพิษในหลอดทดลองของสารยับยั้งออกซิเดสทางเลือก salicylhydroxamic acid (SHAM) และ propyl gallate บน *Fusicladium effusum* จากการทดลองพบว่าการใช้ azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 0, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.03, 0.1, 0.3, 1.0 และ 3.0 $\mu\text{L/ml}$ สารฆ่าเชื้อรา Qol ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยการใส่ และไม่ใส่ SHAM ที่ความเข้มข้น 100 $\mu\text{L/ml}$ แสดงให้เห็นการตอบสนองต่อยา azoxystrobin ทั้งสองอย่างชัดเจน มีค่า EC_{50} ที่คำนวณได้คือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

Bradley and Pedersen (2011) ได้ทำการศึกษาการต้านทานเชื้อรา *Cercospora zeae-maydis* เชื้อสาเหตุโรคใบจุดของข้าวโพดในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้สารเคมี azoxystrobin, pyraclostrobin และ trifloxystrobin จากการทดลองพบว่าสารทั้ง 3 ชนิดนี้ สามารถยับยั้งการงอกของเส้นใยได้ดี 50 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การใช้ azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 0, 0.001, 0.01, 0.1, 1, และ 10 $\mu\text{g/ml}$ ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 60 $\mu\text{g/ml}$ พบว่าสามารถยับยั้งการงอกของเส้นใยได้ดี

Duan et al. (2012) ได้ทำการศึกษาการยับยั้ง *Sclerotinia sclerotiorum* ในหลอดทดลอง โดยการผสมของ azoxystrobin, SHAM และ thiram จากการทดลองพบว่าการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย โดยสารเคมี azoxystrobin หรือ azoxystrobin ผสม thiram จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้ดีมากกว่า SHAM แต่การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ SHAM

Zhang et al. (2012) ได้ทำการศึกษาความต้านทานของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรากลุ่ม Qol ต่อโรคใบจุดในถั่วเหลืองเกิดจากเชื้อรา *Cercospora sojina* ที่ปลูกในทวีปอเมริกาเหนือ โดยใช้สาร 3 ชนิด ได้แก่ azoxystrobin, pyraclostrobin และ trifloxystrobin โดยทดสอบร่วมกับ SHAM ผสมกับอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA จากการทดสอบพบว่า สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0, 0.001, 0.01, 0.1 และ 1 $\mu\text{g mL}^{-1}$ ใช้ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 60 $\mu\text{g/ml}$ สามารถควบคุมเชื้อรา *Cercospora sojina* ได้ดี

Hincapie et al. (2013) ได้ทำการศึกษาความไวพื้นฐานของ *Cercospora sojina* ที่แยกได้จากรัฐฟลอริดา ไปยัง azoxystrobin และ pyraclostrobin จากการทดลองพบว่า การใช้สารเคมี azoxystrobin และ pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 0, 0.001, 0.01, 0.1, 1 และ 10 $\mu\text{g mL}^{-1}$ ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 10 และ 100 $\mu\text{g/ml}$ ซึ่งการเติม SHAM ที่ 10 $\mu\text{g / ml}$ ในความเข้มข้นต่ำสุดของ pyraclostrobin จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้ดีมากกว่า SHAM ที่ 100 $\mu\text{g / ml}$ หรือ pyraclostrobin เพียงอย่างเดียว

Liang et al. (2014) ได้ศึกษาความไวพื้นฐานของ Pyraclostrobin และความเป็นพิษของ SHAM ต่อเชื้อรา *Sclerotinia sclerotiorum* จากการทดลองพบว่า สำหรับสารเคมี pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 5, 15, และ 45 $\mu\text{g/ml}$ ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 20 $\mu\text{g/ml}$ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้ดีกว่า pyraclostrobin ที่ไม่มี SHAM แต่ในทำนองเดียวกัน SHAM ที่ความเข้มข้นที่ 20 $\mu\text{g/ml}$ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมของ pyraclostrobin ได้เป็นอย่างมาก

Wang et al. (2014) ได้ศึกษาความเป็นพิษต่อเชื้อรา และการทำงานร่วมกันของสารผสมของ fluopicolide และ pyraclostrobin ต่อเชื้อรา *Phytophthora infestans* ผลการวิจัย พบว่าส่วนผสมของ fluopicolide (F) และ pyraclostrobin (P) ที่อัตราส่วน 10 : 1 และ 1 : 4 (F: P) มีปฏิสัมพันธ์เสริมฤทธิ์กัน และมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *P. infestans* ได้อย่างดีเยี่ยม

Gao et al. (2017) ได้ทำการศึกษาความไวพื้นฐานของ *Colletotrichum acutatum* ต่อสารฆ่าเชื้อรา 6 ชนิด และการลดอิทธิพล และความรุนแรงของโรคแอนแทรกโนส ในพริกโดยใช้ pyraclostrobin จากการทดลองพบว่า pyraclostrobin และ azoxystrobin ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 100 $\mu\text{g/ml}$ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย และการงอกของสปอร์ ในขณะที่สารเคมี pyraclostrobin มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *Colletotrichum acutatum* ตามด้วย azoxystrobin และ mancozeb

Ma et al. (2018) ได้ศึกษาการตรวจหาและลักษณะเฉพาะของ *P. capsici* ที่ทนต่อสารเคมีกลุ่ม Qol ก่อให้เกิดเชื้อรา *P. capsici* โรคไหม้ของพริกไทย ในประเทศจีน จากการทดลองพบว่า azoxystrobin และ SHAM สามารถยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora capsici* ได้ ฤทธิ์การยับยั้งของ azoxystrobin เพื่อขึ้นอย่างมากเมื่อมี SHAM ที่ $50 \mu\text{g mL}^{-1}$ แต่ในขณะที่การยับยั้งของ azoxystrobin เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นได้ ในความเข้มข้นที่ $200 \mu\text{g mL}^{-1}$

Ma et al. (2018) ได้ศึกษาความไวพื้นฐานของ *Phytophthora capsici* ต่อยาฆ่าเชื้อรา strobilurin, benzothiostrubin และประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อรา จากการทดลองพบว่าสารเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยการผลิต sporangia และการปล่อย zoospore โดยมีการก่อตัวของ Sporangia เป็นระยะที่ไวต่อ benzothiostrubin มากที่สุด โดยมีอัตราการยับยั้งมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น $1.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ ในขณะที่การปล่อย zoospore มีอัตราการยับยั้งประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น $5.0 \mu\text{g mL}^{-1}$

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 เก็บรวบรวมและศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชื้อรา *Phytophthora* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

3.1.1 เก็บรวบรวมตัวอย่างทุเรียนที่แสดงอาการจากเชื้อสาเหตุ *Phytophthora* spp.

➤ การเก็บตัวอย่าง

โดยเก็บตัวอย่างทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora* spp. จากลำต้น และผลของทุเรียน ในพื้นที่ภาคใต้ คือ จังหวัดชุมพร ซึ่งแยกออกเป็น 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอปะทิว อำเภอเมือง อำเภอสวี และอำเภอทุ่งตะโก

วิธีการเก็บข้อมูลการทดลอง

1. บันทึกรายละเอียดของพืชที่พบตัวอย่าง
2. วัน/เดือน/ปี แหล่งที่พบ
3. พิกัดภูมิศาสตร์ (GPS)
4. ถ่ายภาพ

➤ การแยกเชื้อ *Phytophthora* spp.

โดยใช้วิธี Tissue transplanting technique ตัดชิ้นพืชบริเวณแผลที่พืชโดนเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุ ให้มีขนาด 0.5×0.5 cm. ฆ่าเชื้อบริเวณพื้นผิวโดยแช่ Clorox 10% ประมาณ 3-5 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ ประมาณ 3-5 นาที ซับด้วยกระดาษทิชชูที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อให้แห้ง แล้วนำชิ้นส่วนพืชไปวางบนอาหาร V8 agar ผสม Selective media เตรียมโดยแสดงตาม (Table 3.1) ภายในตู้ปลอดเชื้อ (Laminar flow clean bench) นำไปบ่มไว้ในตู้บ่มเชื้อ (Incubator) 2-3 วัน ที่อุณหภูมิ 30°C เมื่อสังเกตเห็นเส้นใยของเชื้อราที่เจริญออกมาใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm. ตัดบริเวณปลายเส้นใยที่เจริญออกมา แล้ววางบนอาหาร PDA (potato dextrose agar) บ่มไว้ในตู้บ่มเชื้อ 2-3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง และทำการแยกเชื้อราบริสุทธิ์ Single spore ตามกรรมวิธีของ Ho and Ko (1997) โดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm. ตัดชิ้นเชื้อที่บริเวณสร้างสปอร์ ใส่ในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร 500 μm จากนั้นนำไปเลี้ยงในอาหาร WA เป็นเวลา 12 – 24 ชั่วโมง ตัดชิ้นวุ้นที่มีสปอร์เพียงสปอร์เดียวภายใต้กล้องจุลทรรศน์ไปเลี้ยงในอาหาร PDA เป็นเวลา 5 – 7 วัน แล้วเก็บส่วนหนึ่งไว้ใน PDA slant สำหรับใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการเก็บข้อมูลการทดลอง

1. จำนวนตัวอย่างโรคที่เก็บ
2. จำนวนเชื้อรา *Phytophthora* spp. ที่แยกได้

3.1.2 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชื้อรา *Phytophthora* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

โดยการเลี้ยงเชื้อรา *Phytophthora* spp. ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (potato dextrose agar) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร และใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm. ที่ลนไฟฟ้าเชื้อแล้ว ตัดเส้นใยบริเวณขอบโคโลนีของเชื้อ วางให้ด้านที่มีเส้นใยของเชื้อคว่ำลงบนอาหารบริเวณกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องจนเชื้อเจริญเติบโตเต็มจานเลี้ยงเชื้อ และศึกษาดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์

วิธีการเก็บข้อมูลการทดลอง

1. ลักษณะโคโลนีเชื้อรา
2. ตรวจสอบลักษณะเส้นใยและการสร้าง sporangium ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

Table 3.1 PAR(PH) – V8 agar : For *Phytophthora* species.

Ingredient	Amount per		A.I. Concentration (PPM)
	1.0 Liter	0.5 Liter	
Basal Medium			
*Clarified V8 Concetrate	50 ml	25 ml	
Distilled Water	950 ml	475 ml	
Difco Bacto Agar	15 g	7.5 g	
Amendments			
Delvocid [50% pimaricin]	10 mg = 0.01 g	5 mg	5
Sodium Ampicillin	250 mg = 0.25 g	125 mg	~ 250
Rifamycin-SV [sodium salt]	10 mg =0.01 g	5 mg	~ 10
**Terraclor [70% PCNB]	66.7 mg =0.0667 g	33.4 mg	50
**Hymexazol	50 mg = 0.05 g	25 mg	50
or**Tachiaren[70% Hymexazol]	71.4 mg =0.071 g	35.7 mg	50

*Clarified V8 Concentrate = Buffered V8 Juice [1.0 g CaCO₃/100 ml V8 Juice] clarified by :

- Centrifugation [400 RPM for 20 min] & filtration [2 layers of Whatman No. 1 with vacuum], or
- spin @ 7000 rpm for 10 min then filtration is not necessary then, freeze at -20°C in 50- ml aliquots [e.g., in disposable 50- ml centrifuge tubes]

** PCNB and hymexazol are optional and can be omitted [e.g., to make PAR, PARP, & PARH]

- PCNB is particularly useful to inhibit soilborne fungi on soil dilution plates
- Hymexazol inhibits most *Pythium* spp. While allowing most *Phytophthora* spp. To grow

Sources : Jeffers and Martin (1986) and Ferguson and Jeffers (1999)

3.2 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี Pyraclostrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรคทุเรียน

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ V8 ผสมกับสารป้องกันกำจัดเชื้อรา pyraclostrobin (a.i. 25%) ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 0, 0.1, 1, 10 และ 100 ppm. และสารป้องกันกำจัดเชื้อรา pyraclostrobin (a.i. 25%) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 0, 0.1, 1, 10 และ 100 ppm. ร่วมกับ (SHAM) ที่ความเข้มข้น 100 ppm. ของสารออกฤทธิ์ โดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm. ตัดบริเวณของโคโลนีของเชื้อราแต่ละไอโซเลต และนำไปเลี้ยงบนอาหาร V8 agar ที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อราที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เปรียบเทียบการเจริญของโคโลนีเชื้อรากับชุดควบคุมคืออาหาร V8 agar ที่ไม่ได้ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ทำการทดลองความเข้มข้นละ 4 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกผลการทดลอง

1. วัดการเจริญของเชื้อรา โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา
2. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย เพื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

การคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Phytophthora* spp. และ salicylhydroxamic acid (SHAM)

$$\text{PIMC} = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100$$

R1 = รัศมีการเจริญของเชื้อรา

R2 = รัศมีโคโลนีชุดควบคุม

3.3 การคำนวณ และประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี Pyraclostrobin ร่วมกับ SHAM

นำผลการทดลองมาแสดงกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้น โดยกำหนดให้ (แกน X) เป็นค่า log ของความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่ใช้ทดสอบ และให้ (แกน y) เป็นค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา จากนั้นแทนค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโต จะได้ค่าความเข้มข้นนำมาหาค่า antilog จะได้ความเข้มข้นของสารเคมีที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ 50 เปอร์เซ็นต์ดังสมการ

$$Y = a \ln (X) + b$$

Y = เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา

X = ความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา

โดยนำค่า EC₅₀ (Effective concentration) ที่คำนวณได้จากสมการดังกล่าว ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin ร่วมกับ SHAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การแยกและรวบรวมเชื้อรา *Phytophthora* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

จากการเก็บตัวอย่างโรคทุเรียนจาก 5 ส่วน (Location) ในพื้นที่ 4 อำเภอ ในจังหวัดชุมพร ได้แก่ อำเภอปะทิว อำเภอเมือง อำเภอสวี และอำเภอทุ่งตะโก แสดงรายละเอียดใน Table 4.1 ที่คาดว่าจะเกิดจากเชื้อรา *Phytophthora* spp. ซึ่งมีลักษณะอาการจากลำต้น และผล จะพบลักษณะจุดฉ่ำน้ำ บริเวณเปลือกของลำต้นจะแตก พบเมือกเยิ้มออกมาจากลำต้น หรือที่บาดแผล เนื้อเยื่อเปลือกและเนื้อไม้จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม (Figure 4.1 a) ลักษณะทุเรียนที่เป็นโรคผลเน่า เปลือกทุเรียนเกิดจุดเล็ก ๆ สีน้ำตาลดำบนผลอาจจะมี 1 หรือ 2 จุดหรือมากกว่านั้น และแผลจะขยายใหญ่ลุกลามมากขึ้นตามการสุกของผล ซึ่งจะเกิดเป็นแผลเน่าเจริญลุกลามเข้าไปภายในเนื้อทุเรียน (Figure 4.1 b)

Table 4.1 List of location details and condition in Chumphon

District	Sub-district	Farmer name	GPS	Location code
Mueang	Tham Sing	Whanvara Thaitas	10 24 55 N, 99 3 33 E	CL1
Sawi	Na Sak	Sujita Manghintew	10 13 56 N, 99 0 2 E	CL2
Thung Tako	Thung Takhrai	Sritong Aunpinyo	10 8 25 N, 99 6 26 E	CL3
Pathio	Thale Sap	Vitaya Eimdang	10 48 36 N, 99 6 59 E	CL4
Pathio	Khao Chai Rat	Pasit Sae-ngu	10 54 51 N, 99 17 04 E	CL5



a

b

Figure 4.1 Symptoms of *P. palmivora* disease on (a) stem rot disease, (b) fruit rot disease

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยนำตัวอย่างมาทำการแยกด้วยวิธี Tissue transplanting technique จากตัวอย่างทุเรียน โรครากเน่าโคนเน่า และโรคผลเน่า ที่เก็บภายในจังหวัดชุมพร ซึ่งตัวอย่างที่แยกได้จำนวน 48 ไอโซเลท โดยแบ่งออกเป็น อำเภอเมือง (CL1) จำนวน 13 ไอโซเลท ซึ่งแยกได้จากอาการบนลำต้นทุเรียน อำเภอ สวี (CL2) จำนวน 5 ไอโซเลท แยกได้จากอาการบนลำต้นทุเรียน อำเภอทุ่งตะโก (CL3) จำนวน 10 ไอโซเลท แยกได้จากอาการบนลำต้นทุเรียน อำเภอปะทิว (CL4) จำนวน 9 ไอโซเลท ที่แยกได้จาก อาการบนลำต้นทุเรียน จำนวน 3 ไอโซเลท และผลทุเรียน จำนวน 6 ไอโซเลท ส่วน (CL5) จำนวน 11 ไอโซเลท ที่แยกได้จากผลทุเรียน (Table 4.2) หลังจากนั้นนำไปทำการแยกเชื้อราบริสุทธิ์ Single spore สำหรับใช้ในการทดลองครั้งต่อไป

Table 4.2 List of *P. palmivora* isolates from each location.

Location code	No. isolates	Tissue	
		Stem	Fruits
CL1	13	13	-
CL2	5	5	-
CL3	10	10	-
CL4	9	3	6
CL5	11	-	11

4.2 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชื้อรา *Phytophthora* spp. สาเหตุโรครุเรียน

จากการเก็บตัวอย่างจำนวน 48 ไอโซเลท จากเชื้อที่แยกได้ พบว่า เชื้อราทั้งหมด มีลักษณะโคโลนีบนอาหาร V8 agar ดังนี้ โคโลนีมีสีขาว เป็นเส้นใยสีขาวบาง ๆ ซ้อนกันเป็นชั้น (Figure 4.2 a) เจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อขนาด 85 มิลลิเมตร ประมาณ 5-7 วัน จากนั้นหยดน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ 1 หยด ใช้เข็มปลายแหลมเขี่ยเส้นใย หรือสปอร์เชื้อราบนอาหาร V8 agar นำไปวางบนแผ่นสไลด์ และเขี่ยให้ส่วนของเส้นใย หรือสปอร์เชื้อราให้แตกกระจาย แล้วปิดด้วยแผ่น cover slip หรือใช้วิธีตัดชิ้นวุ้นวางบนแผ่นสไลด์แล้วกดแผ่น cover slip เพื่อช่วยให้ส่วนของวุ้นแตกกระจายออกและบางลง ตรวจสอบลักษณะเส้นใย และ sporangium ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า การสร้าง sporangium แบบ ovoid, globose, pyriform, limoniform และ ellipsoid ใสไม่มีสี (hyaline) ส่วนตรงปลายมี papilla (Figure 4.2 b) ส่วนลักษณะเส้นใยเป็นแบบ non-septate เรียวยาว แตกกิ่งก้านแบบ simple sympodium หรืออาจไม่มีความแน่นอน (Figure 4.2 c) และพบการสร้าง chlamydospores รูปร่างค่อนข้างกลม (Figure 4.2 d) แต่ไอโซเลท CL5_F2, CL1_S13 และ CL5_F12 ไม่พบ chlamydospore

Table 4.3 Morphology characterization of *P. palmivora* Isolates causing durian disease.

Isolate code	Sporangium shape	Chlamydospores
CL1_S1	Ovoid	√
CL1_S2	Obpyriform	√
CL1_S3	Globose	√
CL1_S4	Ovoid	√
CL1_S5	Ovoid	√
CL1_S6	dead	-
CL1_S8	Obpyriform	√
CL1_S9	Obpyriform	√
CL1_S11	Ovoid	√
CL1_S12	Ovoid	√
CL1_S13	Ellipsoid	-
CL1_S14	Pyriform	√

√ = appeared

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.3 Continues

Isolate code	Sporangium shape	Chlamyospores
CL1_S15	Ovoid	√
CL2_S1	Ovoid	√
CL2_S2	Ovoid	√
CL2_S3	Obpyriform	√
CL2_S4	Ovoid	√
CL2_S7	Ovoid	√
CL3_S1	Ovoid	√
CL3_S2	Globose	√
CL3_S3	Pyriiform	-
CL3_S4	Ovoid	√
CL3_S6	Globose	√
CL3_S7	Ovoid	√
CL3_S9	Globose	√
CL3_S10	Ovoid	√
CL4_F1	Ovoid	√
CL4_F2	Obpyriform	√
CL4_S3	Globose	√
CL4_S4	Ovoid	√
CL4_S5	Ovoid	√
CL4_F7	Ellipsoid	√
CL4_F8	Ovoid	√
CL4_F9	Ovoid	√
CL4_F10	Ovoid	√
CL3_S11	Ovoid	√
CL5_F1	Ovoid	√
CL5_F2	Obpyriform	-
CL5_F3	Ovoid	√
CL5_F4	Globose	√
CL5_F5	Pyriiform	√

√ = appeared

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.3 Continues

Isolate code	Sporangium shape	Chlamyospores
CL5_F6	Limoniform	√
CL5_F7	Ellipsoid	√
CL5_F8	Ovoid	√
CL5_F9	Ovoid	√
CL5_F10	Globose	√
CL5_F11	Globose	√

√ = appeared



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

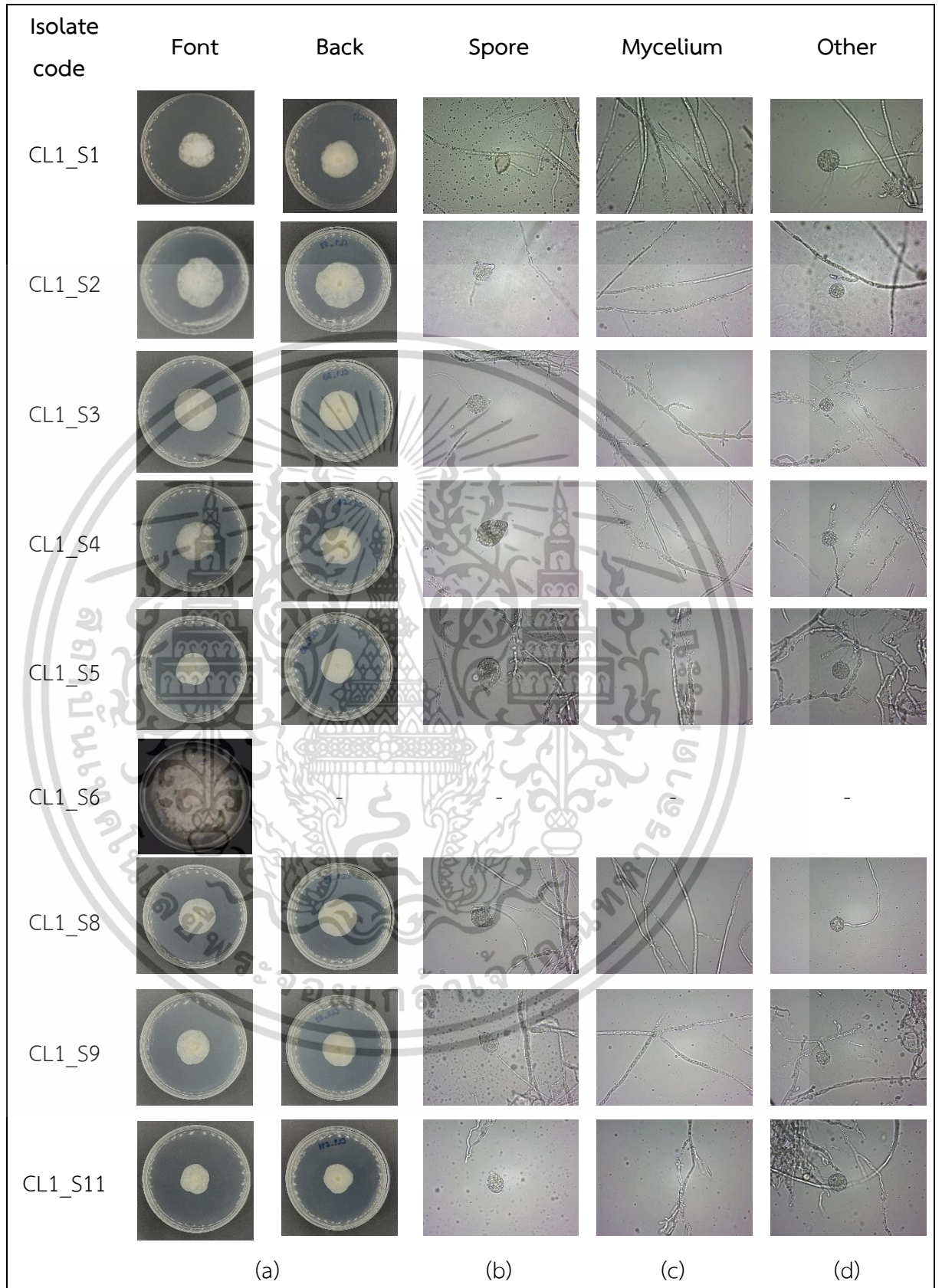


Figure 4.2 Morphological characterization of *P. palmivora* Isolates causing durian disease; colony (a), sporangium (b), hypha (c) and chlamydospores (d)

เอกสารนี้เป็นเอกสารหลังรุ่นผลิตสำหรับบริการเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

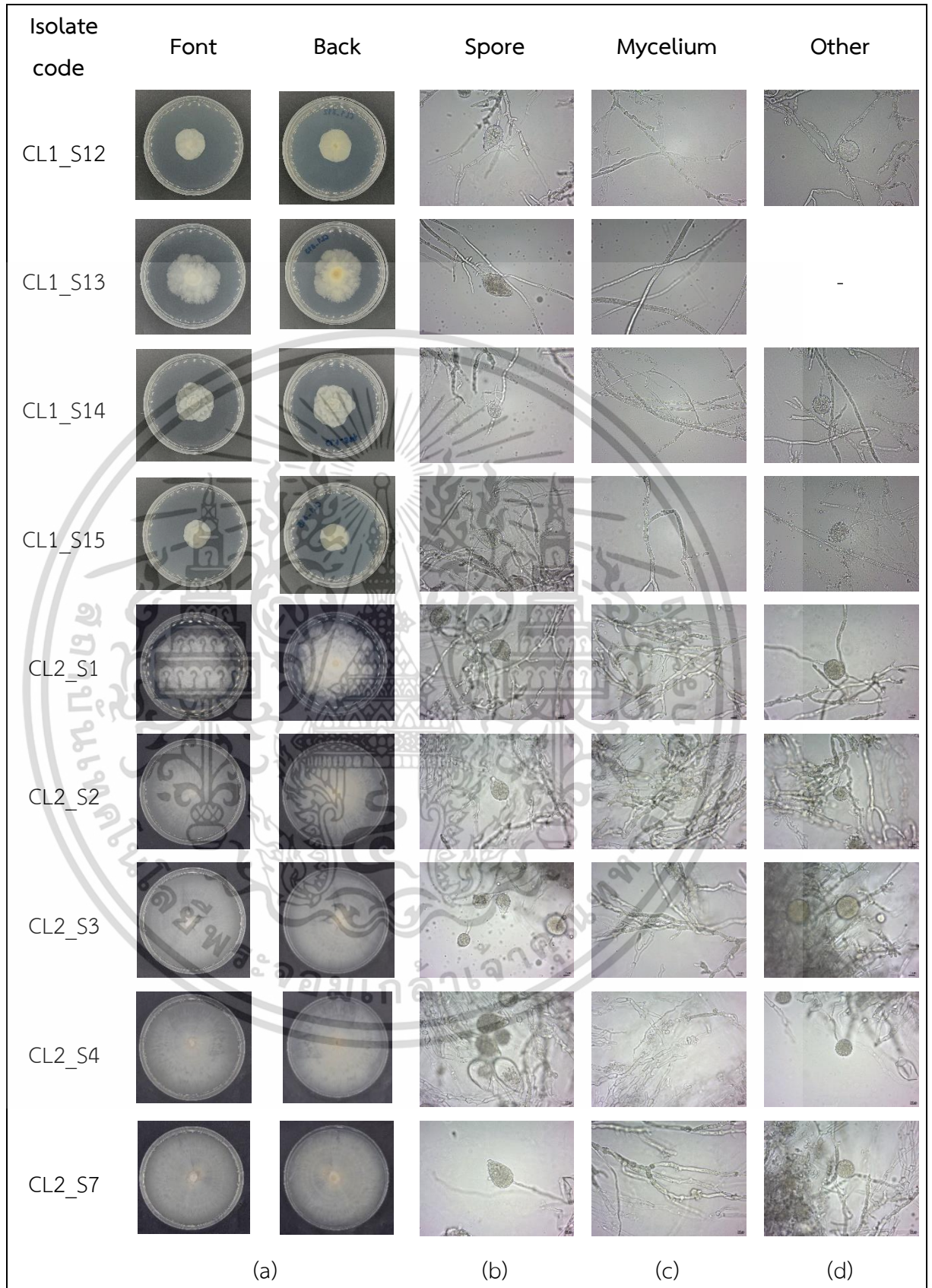


Figure 4.2 Continues

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

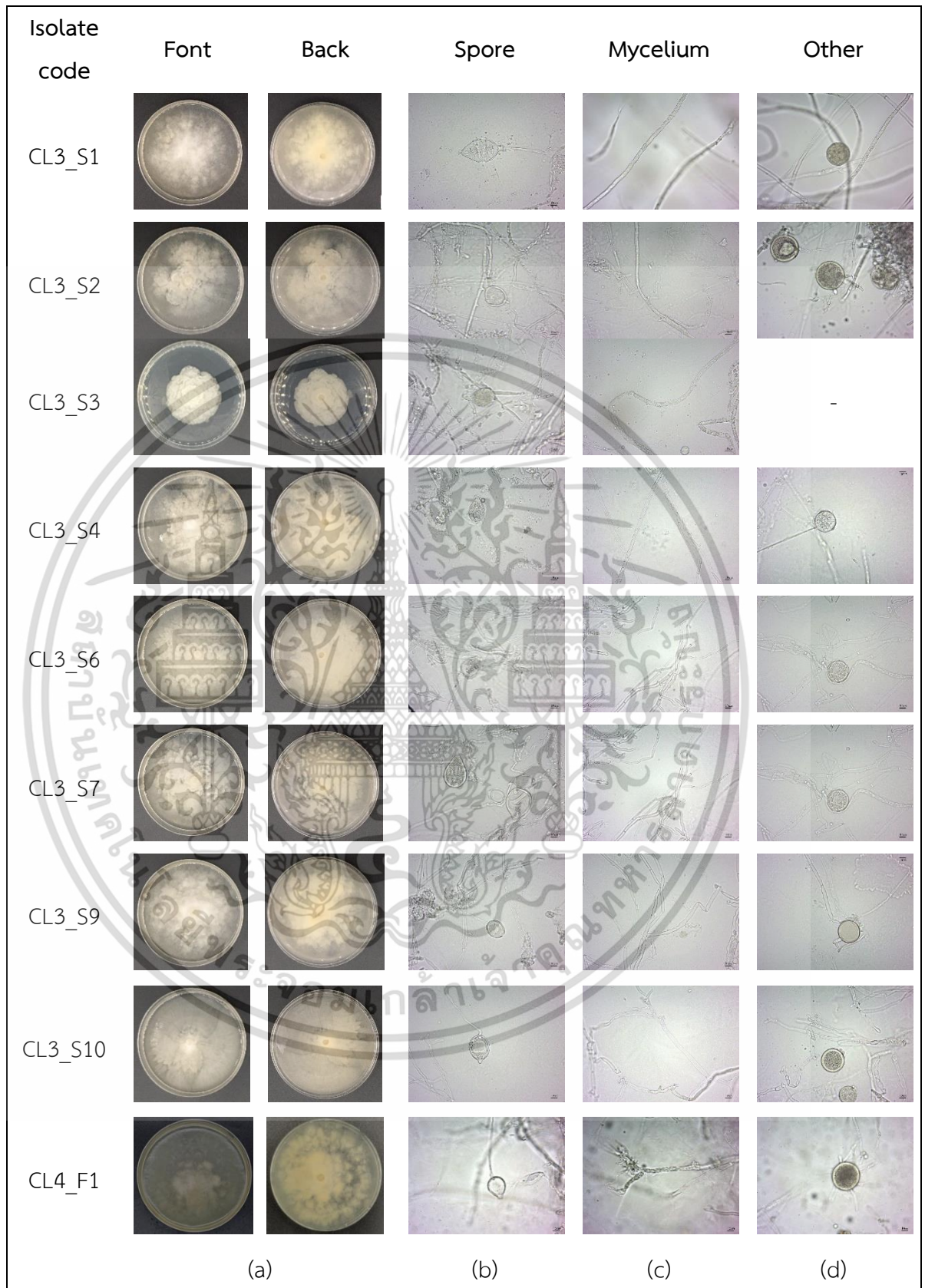


Figure 4.2 Continues

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

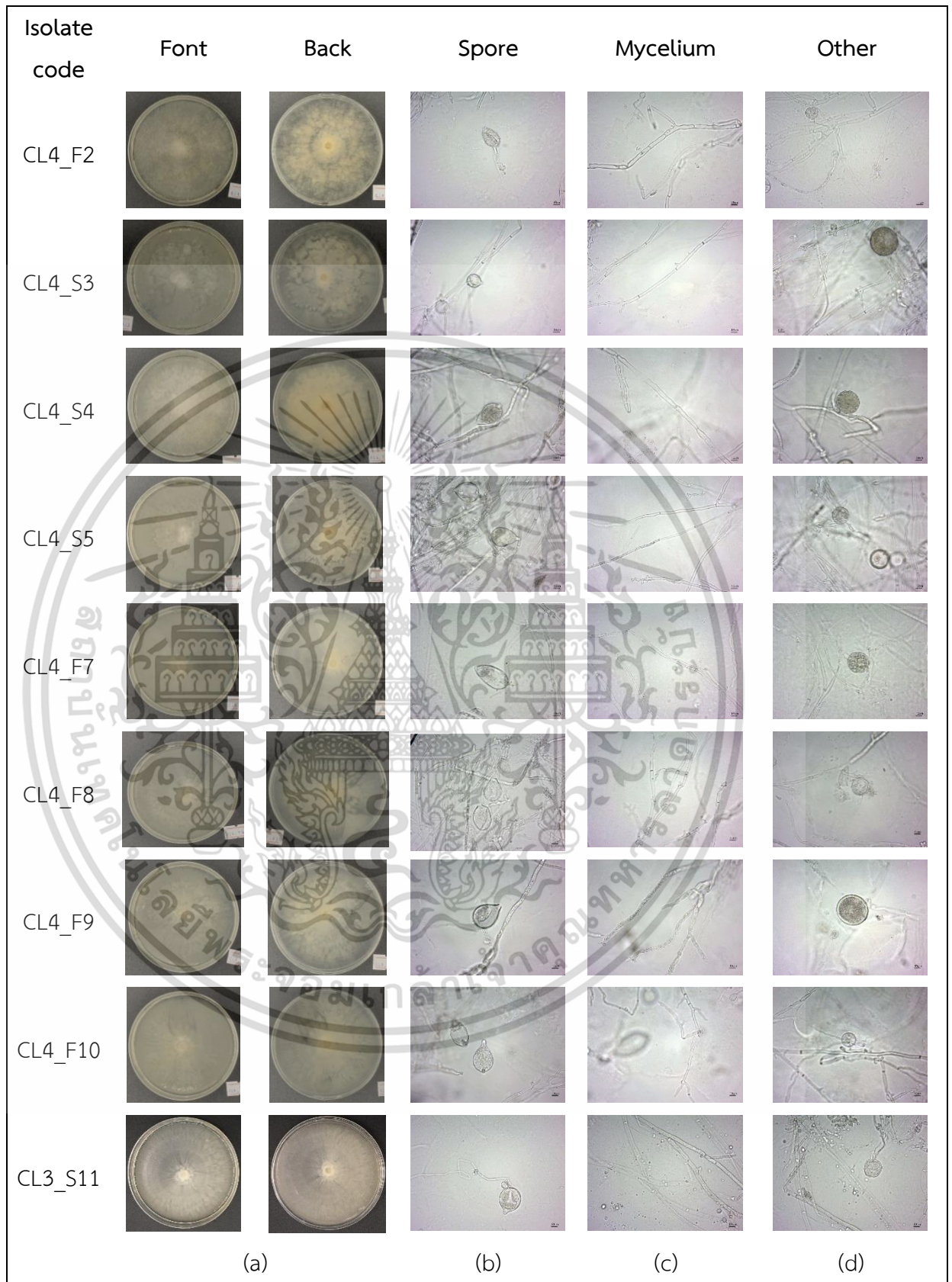


Figure 4.2 Continues

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

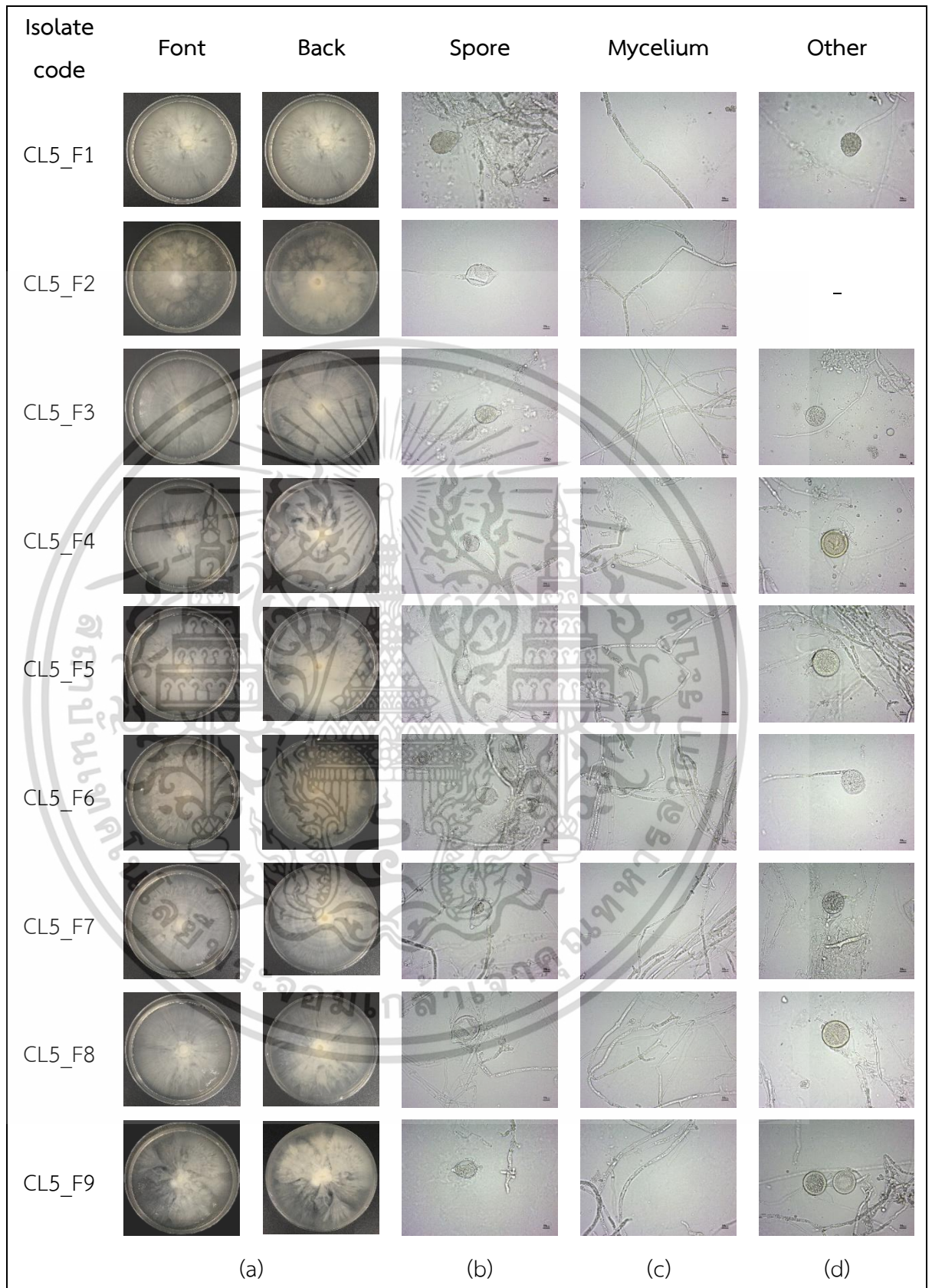


Figure 4.2 Continues

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

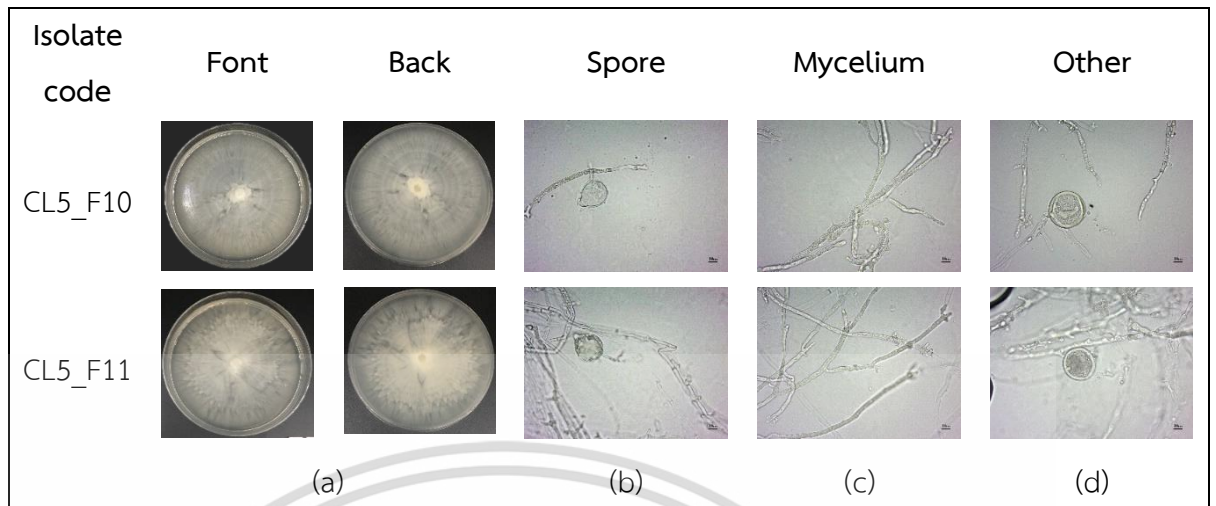


Figure 4.2 Continues



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี Pyraclostrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรคทุเรียน

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora* spp. บนอาหาร V8 agar พบว่าสารเคมี pyraclostrobin อย่างเดียว ที่ความเข้มข้น 100 ppm. มีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญเติบโตมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 29 ไอโซเลท และที่ยับยั้งการเจริญเติบโตน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวน 19 ไอโซเลท ในขณะที่สารเคมี pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 100 ppm. ผสมร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 100 ppm. สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ทุกไอโซเลท เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Table 4.4)

จากผลการทดลองข้างต้น พบว่า ประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 100 ppm. ผสมร่วมกับ SHAM สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ พบในเขตพื้นที่อำเภอเมือง (CL1) ทุกไอโซเลท ยกเว้นไอโซเลทที่ CL1_S14 ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ความเข้มข้นที่ 1, 10 และ 100 ppm. ร่วมกับ SHAM ทุกไอโซเลทของอำเภอสวี (CL2) อำเภอทุ่งตะโก (CL3) ทุกไอโซเลท ยกเว้นไอโซเลทที่ CL3_S11 ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ความเข้มข้นที่ 10 และ 100 ppm. ร่วมกับ SHAM อำเภอปะทิว (CL4) ทุกไอโซเลท ยกเว้นไอโซเลทที่ CL4_F2 กับ CL4_F9 ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ความเข้มข้นที่ 10 และ 100 ppm. ร่วมกับ SHAM และไอโซเลทที่ CL4_F8 ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ความเข้มข้นที่ 1, 10 และ 100 ppm. ร่วมกับ SHAM แต่ไอโซเลทที่ CL4_F7 ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ความเข้มข้นที่ 0.1, 1, 10 และ 100 ppm. ร่วมกับ SHAM และ (CL5) ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ความเข้มข้นที่ 10 และ 100 ppm. ร่วมกับ SHAM ทุกไอโซเลท

ในขณะที่การทดลองประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 100 ppm. เพียงอย่างเดียว สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า อำเภอเมือง (CL1) มีจำนวน 5 ไอโซเลท อำเภอสวี (CL2) มีจำนวน 2 ไอโซเลท อำเภอทุ่งตะโก (CL3) มีจำนวน 4 ไอโซเลท อำเภอปะทิว (CL4) มีจำนวน 7 ไอโซเลท และ (CL5) ในความเข้มข้นที่ 100 ppm. สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ทุกไอโซเลท

จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตทางเส้นใย มาแสดงกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้น กับค่า \log ของความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา ในสมการ Regression equation หาค่า antilog และจะได้ค่าความเข้มข้นของสารเคมีที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (EC_{50} ; effective concentration) พบว่า ประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin ที่ผสมร่วมกับ SHAM สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า $EC_{50} < 0.1$ mg/l ทุกไอโซเลท ในขณะที่การทดลองประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin เพียงอย่างเดียว สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า $EC_{50} > 100$ mg/l จำนวน 27 ไอโซเลท ทั้งนี้พบประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin เพียงอย่างเดียว สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย ที่ค่า $EC_{50} > 1$ ถึง ≥ 10 mg/l จำนวน 1 ไอโซเลท คือ ไอโซเลทที่ CL5_F2 มีค่า EC_{50} 3.07 mg/l และที่ค่า $EC_{50} > 10$ ถึง < 100 mg/l จำนวน 20 ไอโซเลท ซึ่งมีค่า EC_{50} 14.31 - 98.36 mg/l (Table 4.5)



Table 4.4 Fungicide Resistant assay of *P. palmivora* causing durian disease on V8 agar amended pyraclostrobin with salicylhydroxamic acid (SHAM).

Isolate code	SHAM (100 ppm.)	Percent of inhibition (%)			
		0.1	1	10	100
CL1_S1	- SHAM	7.74	21.30	18.31	65.90
	+ SHAM	59.63	86.42	90.16	100.00
CL1_S2	- SHAM	2.16	20.26	25.16	68.13
	+ SHAM	63.12	83.23	88.03	100.00
CL1_S3	- SHAM	1.47	26.81	20.72	35.03
	+ SHAM	65.70	86.36	91.51	100.00
CL1_S4	- SHAM	-0.50	11.78	9.11	70.18
	+ SHAM	65.68	86.80	93.10	100.00
CL1_S5	- SHAM	2.61	24.10	14.38	39.56
	+ SHAM	69.46	94.96	91.27	100.00
CL1_S6	- SHAM	17.98	36.10	28.52	38.44
	+ SHAM	64.96	97.51	93.68	100.00
CL1_S8	- SHAM	1.47	20.60	10.40	43.57
	+ SHAM	65.36	89.53	95.92	100.00
CL1_S9	- SHAM	7.27	26.24	10.79	57.54
	+ SHAM	61.73	90.58	96.45	100.00
CL1_S11	- SHAM	12.17	27.80	10.17	36.24
	+ SHAM	71.00	92.50	97.38	100.00
CL1_S12	- SHAM	13.67	36.14	16.75	36.68
	+ SHAM	63.82	92.84	97.46	100.00
CL1_S13	- SHAM	1.59	22.64	-3.88	42.62
	+ SHAM	55.43	92.69	97.46	100.00
CL1_S14	- SHAM	-0.92	23.40	-6.86	41.46
	+ SHAM	70.06	100.00	100.00	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.4 Continues.

Isolate code	SHAM (100 ppm.)	Percent of inhibition (%)			
		0.1	1	10	100
CL1_S15	- SHAM	7.74	21.30	18.31	65.90
	+ SHAM	58.90	68.26	82.88	100.00
CL2_S1	- SHAM	2.16	20.26	25.16	68.13
	+ SHAM	63.36	63.12	86.14	100.00
CL2_S2	- SHAM	1.47	26.81	20.72	35.03
	+ SHAM	59.83	66.78	85.07	100.00
CL2_S3	- SHAM	-0.50	11.78	9.11	70.18
	+ SHAM	69.55	72.54	85.93	100.00
CL2_S4	- SHAM	2.61	24.10	14.38	39.56
	+ SHAM	66.10	78.81	84.57	100.00
CL2_S7	- SHAM	17.98	36.10	28.52	38.44
	+ SHAM	69.02	75.96	87.70	100.00
CL3_S1	- SHAM	1.47	20.60	10.40	43.57
	+ SHAM	54.90	73.52	82.52	100.00
CL3_S2	- SHAM	7.27	26.24	10.79	57.54
	+ SHAM	60.93	74.33	81.39	100.00
CL3_S3	- SHAM	12.17	27.80	10.17	36.24
	+ SHAM	66.59	76.12	84.24	100.00
CL3_S4	- SHAM	13.67	36.14	16.75	36.68
	+ SHAM	59.58	55.15	85.79	100.00
CL3_S5	- SHAM	1.59	22.64	-3.88	42.62
	+ SHAM	58.55	72.46	79.29	100.00
CL3_S6	- SHAM	-0.92	23.40	-6.86	41.46
	+ SHAM	63.05	77.28	83.73	100.00
CL3_S7	- SHAM	21.61	43.96	35.73	44.43
	+ SHAM	59.32	90.15	93.04	100.00
CL3_S9	- SHAM	19.47	22.39	26.95	58.98
	+ SHAM	74.82	87.86	93.46	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.4 Continues.

Isolate code	SHAM (100 ppm)	Percent of inhibition (%)			
		0.1	1	10	100
CL3_S10	- SHAM	16.12	28.91	40.03	67.35
	+ SHAM	69.61	89.28	96.13	100.00
CL4_F1	- SHAM	5.94	21.47	19.55	57.36
	+ SHAM	63.52	85.31	92.21	100.00
CL4_F2	- SHAM	12.18	21.03	22.60	39.71
	+ SHAM	68.74	92.91	100.00	100.00
CL4_S3	- SHAM	19.85	29.43	39.67	61.63
	+ SHAM	64.80	87.06	95.70	100.00
CL4_S4	- SHAM	20.43	26.59	25.44	45.36
	+ SHAM	67.79	89.57	99.26	100.00
CL4_S5	- SHAM	24.61	21.90	25.77	59.72
	+ SHAM	63.52	86.42	98.96	100.00
CL4_F7	- SHAM	18.65	27.21	31.53	73.57
	+ SHAM	100.00	100.00	100.00	100.00
CL4_F8	- SHAM	18.24	26.46	33.28	53.96
	+ SHAM	70.94	100.00	100.00	100.00
CL4_F9	- SHAM	13.53	22.86	26.71	50.71
	+ SHAM	60.15	89.34	100.00	100.00
CL4_F10	- SHAM	0.76	7.14	17.21	56.66
	+ SHAM	80.90	84.47	91.87	100.00
CL3_S11	- SHAM	21.44	30.78	26.56	60.95
	+ SHAM	70.50	94.92	100.00	100.00
CL5_F1	- SHAM	31.86	37.46	36.50	54.73
	+ SHAM	72.79	90.96	100.00	100.00
CL5_F2	- SHAM	43.05	41.60	48.27	67.47
	+ SHAM	73.77	90.88	100.00	100.00
CL5_F3	- SHAM	28.51	34.99	34.67	56.88
	+ SHAM	70.98	91.71	100.00	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.4 Continues.

Isolate code	SHAM (100 ppm.)	Percent of inhibition (%)			
		0.1	1	10	100
CL5_F4	- SHAM	28.69	34.32	32.64	71.28
	+ SHAM	73.78	94.64	100.00	100.00
CL5_F5	- SHAM	32.06	41.23	29.59	63.93
	+ SHAM	79.54	92.04	100.00	100.00
CL5_F6	- SHAM	24.81	40.26	37.85	65.09
	+ SHAM	72.95	93.15	100.00	100.00
CL5_F7	- SHAM	25.92	27.82	31.51	55.53
	+ SHAM	73.25	91.57	100.00	100.00
CL5_F8	- SHAM	29.00	38.84	40.94	62.67
	+ SHAM	74.23	96.10	100.00	100.00
CL5_F9	- SHAM	20.56	26.88	30.99	53.49
	+ SHAM	71.98	91.87	100.00	100.00
CL5_F10	- SHAM	26.37	34.23	33.39	63.78
	+ SHAM	74.10	93.73	100.00	100.00
CL5_F11	- SHAM	27.09	34.75	37.97	67.12
	+ SHAM	69.85	94.69	100.00	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.5 Pyraclostrobin fungicide with salicylhydroxamic acid (SHAM), regression equation, coefficient of determination (R^2), sensitivity and 50% effective concentration of mycelium growth of *P. palmivora* Causing durian disease.

Isolate code	SHAM (100 ppm.)	Regression equation	R^2 (%)	EC_{50}^{**} (mg/l)
CL1_S1	- SHAM	$y = 7.4477\ln(x) + 19.738$	0.74	58.16
	+ SHAM	$y = 5.4222\ln(x) + 77.81$	0.87	<0.1
CL1_S2	- SHAM	$y = 8.8079\ln(x) + 18.787$	0.88	34.60
	+ SHAM	$y = 5.0135\ln(x) + 77.823$	0.94	<0.1
CL1_S3	- SHAM	$y = 4.108\ln(x) + 16.278$	0.73	>100
	+ SHAM	$y = 4.6926\ln(x) + 80.49$	0.91	<0.1
CL1_S4	- SHAM	$y = 9.0928\ln(x) + 12.174$	0.71	64.07
	+ SHAM	$y = 4.7451\ln(x) + 80.932$	0.91	<0.1
CL1_S5	- SHAM	$y = 4.392\ln(x) + 15.106$	0.70	>100
	+ SHAM	$y = 3.8188\ln(x) + 84.526$	0.71	<0.1
CL1_S6	- SHAM	$y = 2.3365\ln(x) + 27.57$	0.57	>100
	+ SHAM	$y = 4.399\ln(x) + 83.973$	0.65	<0.1
CL1_S8	- SHAM	$y = 5.0422\ln(x) + 13.205$	0.68	>100
	+ SHAM	$y = 4.7907\ln(x) + 82.187$	0.84	<0.1
CL1_S9	- SHAM	$y = 5.8786\ln(x) + 18.692$	0.58	>100
	+ SHAM	$y = 5.2411\ln(x) + 81.156$	0.80	<0.1
CL1_S11	- SHAM	$y = 2.3704\ln(x) + 18.866$	0.32	>100
	+ SHAM	$y = 3.9903\ln(x) + 85.626$	0.81	<0.1
CL1_S12	- SHAM	$y = 2.1558\ln(x) + 23.328$	0.27	>100
	+ SHAM	$y = 4.9145\ln(x) + 82.872$	0.76	<0.1
CL1_S13	- SHAM	$y = 4.194\ln(x) + 10.914$	0.34	>100
	+ SHAM	$y = 6.0141\ln(x) + 79.471$	0.73	<0.1

* y = percentage of mycelial growth inhibition; x = fungicide concentration. ** Calculated by the concentration equation (mg/l).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.5 Continues.

Isolate code	SHAM (100 ppm.)	Regression equation	R ² (%)	EC ₅₀ ** (mg/l)
CL1_S14	- SHAM	$y = 4.2074\ln(x) + 9.426$	0.31	>100
	+ SHAM	$y = 3.9008\ln(x) + 88.024$	0.60	<0.1
CL1_S15	- SHAM	$y = 7.4477\ln(x) + 19.738$	0.74	58.16
	+ SHAM	$y = 5.9898\ln(x) + 70.614$	0.98	<0.1
CL2_S1	- SHAM	$y = 8.8079\ln(x) + 18.787$	0.88	34.60
	+ SHAM	$y = 5.7735\ln(x) + 71.508$	0.90	<0.1
CL2_S2	- SHAM	$y = 4.108\ln(x) + 16.278$	0.73	>100
	+ SHAM	$y = 6.028\ln(x) + 70.98$	0.97	<0.1
CL2_S3	- SHAM	$y = 9.0928\ln(x) + 12.174$	0.71	64.07
	+ SHAM	$y = 4.5488\ln(x) + 76.768$	0.94	<0.1
CL2_S4	- SHAM	$y = 4.392\ln(x) + 15.106$	0.70	>100
	+ SHAM	$y = 4.6669\ln(x) + 76.997$	0.97	<0.1
CL2_S7	- SHAM	$y = 2.3365\ln(x) + 27.57$	0.57	>100
	+ SHAM	$y = 4.5462\ln(x) + 77.936$	0.99	<0.1
CL3_S1	- SHAM	$y = 5.0422\ln(x) + 13.205$	0.68	>100
	+ SHAM	$y = 6.2669\ln(x) + 70.52$	0.98	<0.1
CL3_S2	- SHAM	$y = 5.8786\ln(x) + 18.692$	0.58	>100
	+ SHAM	$y = 5.397\ln(x) + 72.949$	0.97	<0.1
CL3_S3	- SHAM	$y = 2.3704\ln(x) + 18.866$	0.32	>100
	+ SHAM	$y = 4.7056\ln(x) + 76.32$	0.98	<0.1
CL3_S4	- SHAM	$y = 2.1558\ln(x) + 23.328$	0.27	>100
	+ SHAM	$y = 6.5969\ln(x) + 67.535$	0.84	<0.1
CL3_S5	- SHAM	$y = 4.194\ln(x) + 10.914$	0.34	>100
	+ SHAM	$y = 5.6971\ln(x) + 71.016$	0.96	<0.1
CL3_S6	- SHAM	$y = 4.2074\ln(x) + 9.426$	0.31	>100
	+ SHAM	$y = 5.0943\ln(x) + 75.15$	0.98	<0.1

* y = percentage of mycelial growth inhibition; x = fungicide concentration. ** Calculated by the concentration equation (mg/l).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.5 Continues.

Isolate code	SHAM (100 ppm.)	Regression equation	R ² (%)	EC ₅₀ ** (mg/l)
CL3_S7	- SHAM	$y = 2.6158\ln(x) + 33.421$	0.53	>100
	+ SHAM	$y = 5.4256\ln(x) + 79.381$	0.80	<0.1
CL3_S9	- SHAM	$y = 5.3457\ln(x) + 25.793$	0.76	92.60
	+ SHAM	$y = 3.5239\ln(x) + 84.978$	0.96	<0.1
CL3_S10	- SHAM	$y = 7.1576\ln(x) + 29.862$	0.95	16.67
	+ SHAM	$y = 4.257\ln(x) + 83.854$	0.88	<0.1
CL4_F1	- SHAM	$y = 6.616\ln(x) + 18.463$	0.80	>100
	+ SHAM	$y = 5.0526\ln(x) + 79.443$	0.92	<0.1
CL4_F2	- SHAM	$y = 3.655\ln(x) + 19.672$	0.89	>100
	+ SHAM	$y = 4.3807\ln(x) + 85.369$	0.77	<0.1
CL4_S3	- SHAM	$y = 5.8882\ln(x) + 30.866$	0.95	25.78
	+ SHAM	$y = 4.9614\ln(x) + 81.178$	0.88	<0.1
CL4_S4	- SHAM	$y = 3.1981\ln(x) + 25.773$	0.76	>100
	+ SHAM	$y = 4.6174\ln(x) + 83.839$	0.84	<0.1
CL4_S5	- SHAM	$y = 4.7425\ln(x) + 27.54$	0.62	>100
	+ SHAM	$y = 5.2975\ln(x) + 81.126$	0.86	<0.1
CL4_F7	- SHAM	$y = 7.3431\ln(x) + 29.286$	0.80	16.79
	+ SHAM	$y = 100$	#N/A	<0.1
CL4_F8	- SHAM	$y = 4.9501\ln(x) + 27.286$	0.93	98.36
	+ SHAM	$y = 3.7862\ln(x) + 88.376$	0.60	<0.1
CL4_F9	- SHAM	$y = 5.0113\ln(x) + 22.683$	0.88	>100
	+ SHAM	$y = 5.6549\ln(x) + 80.862$	0.80	<0.1
CL4_F10	- SHAM	$y = 7.7205\ln(x) + 11.554$	0.84	>100
	+ SHAM	$y = 2.8099\ln(x) + 86.075$	0.97	<0.1
CL3_S11	- SHAM	$y = 4.9644\ln(x) + 29.217$	0.69	65.79
	+ SHAM	$y = 4.0641\ln(x) + 86.676$	0.73	<0.1

* y = percentage of mycelial growth inhibition; x = fungicide concentration. ** Calculated by the concentration equation (mg/l).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.5 Continues.

Isolate code	SHAM (100 ppm.)	Regression equation	R ² (%)	EC ₅₀ ** (mg/l)
CL5_F1	- SHAM	$y = 2.938\ln(x) + 36.755$	0.76	90.76
	+ SHAM	$y = 3.9377\ln(x) + 86.404$	0.83	<0.1
CL5_F2	- SHAM	$y = 3.4713\ln(x) + 46.101$	0.75	3.07
	+ SHAM	$y = 3.8135\ln(x) + 86.772$	0.84	<0.1
CL5_F3	- SHAM	$y = 3.6824\ln(x) + 34.523$	0.77	66.88
	+ SHAM	$y = 4.141\ln(x) + 85.905$	0.81	<0.1
CL5_F4	- SHAM	$y = 5.476\ln(x) + 35.428$	0.67	14.31
	+ SHAM	$y = 3.6489\ln(x) + 87.904$	0.76	<0.1
CL5_F5	- SHAM	$y = 3.6468\ln(x) + 37.504$	0.48	30.77
	- SHAM	$y = 3.6468\ln(x) + 37.504$	0.48	30.77
CL5_F6	- SHAM	$y = 5.1433\ln(x) + 36.081$	0.83	14.97
	+ SHAM	$y = 3.8218\ln(x) + 87.125$	0.79	<0.1
CL5_F7	- SHAM	$y = 4.0181\ln(x) + 30.569$	0.75	>100
	+ SHAM	$y = 3.8513\ln(x) + 86.771$	0.82	<0.1
CL5_F8	- SHAM	$y = 4.478\ln(x) + 37.707$	0.88	15.57
	+ SHAM	$y = 3.5269\ln(x) + 88.522$	0.72	<0.1
CL5_F9	- SHAM	$y = 4.4689\ln(x) + 27.835$	0.86	>100
	+ SHAM	$y = 4.0038\ln(x) + 86.353$	0.81	<0.1
CL5_F10	- SHAM	$y = 4.8376\ln(x) + 33.873$	0.75	28.04
	+ SHAM	$y = 3.6468\ln(x) + 87.759$	0.78	<0.1
CL5_F11	- SHAM	$y = 5.3553\ln(x) + 35.567$	0.82	14.81
	+ SHAM	$y = 4.1588\ln(x) + 86.347$	0.74	<0.1

* y = percentage of mycelial growth inhibition; x = fungicide concentration. ** Calculated by the concentration equation (mg/l).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

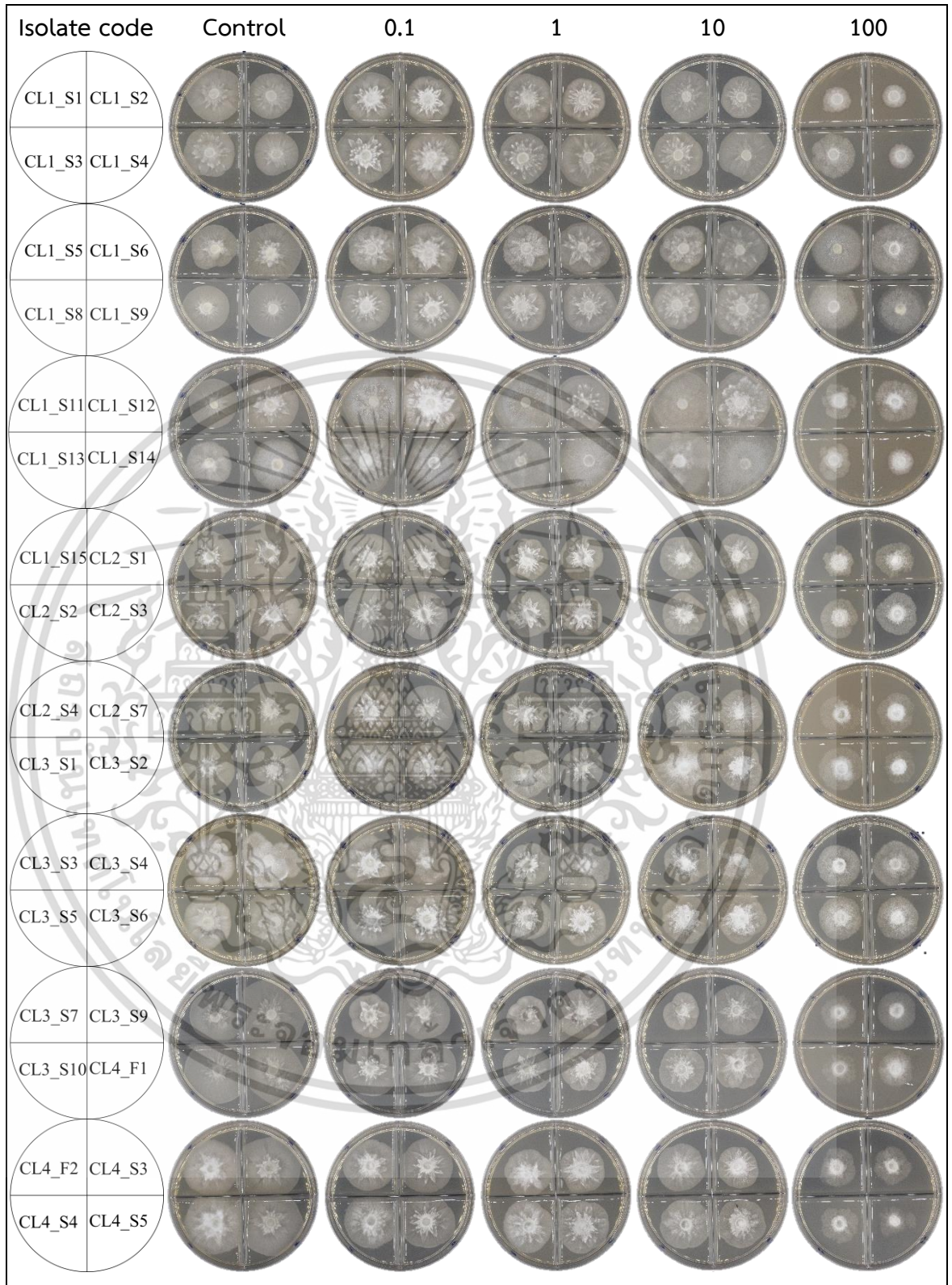


Figure 4.3 The pyraclostrobin sensitivity of *P. palmivora* in each isolate on clarified V8 juice agar amended with 0 (control), 0.1, 1, 10 and 100 ppm. (a.i.).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

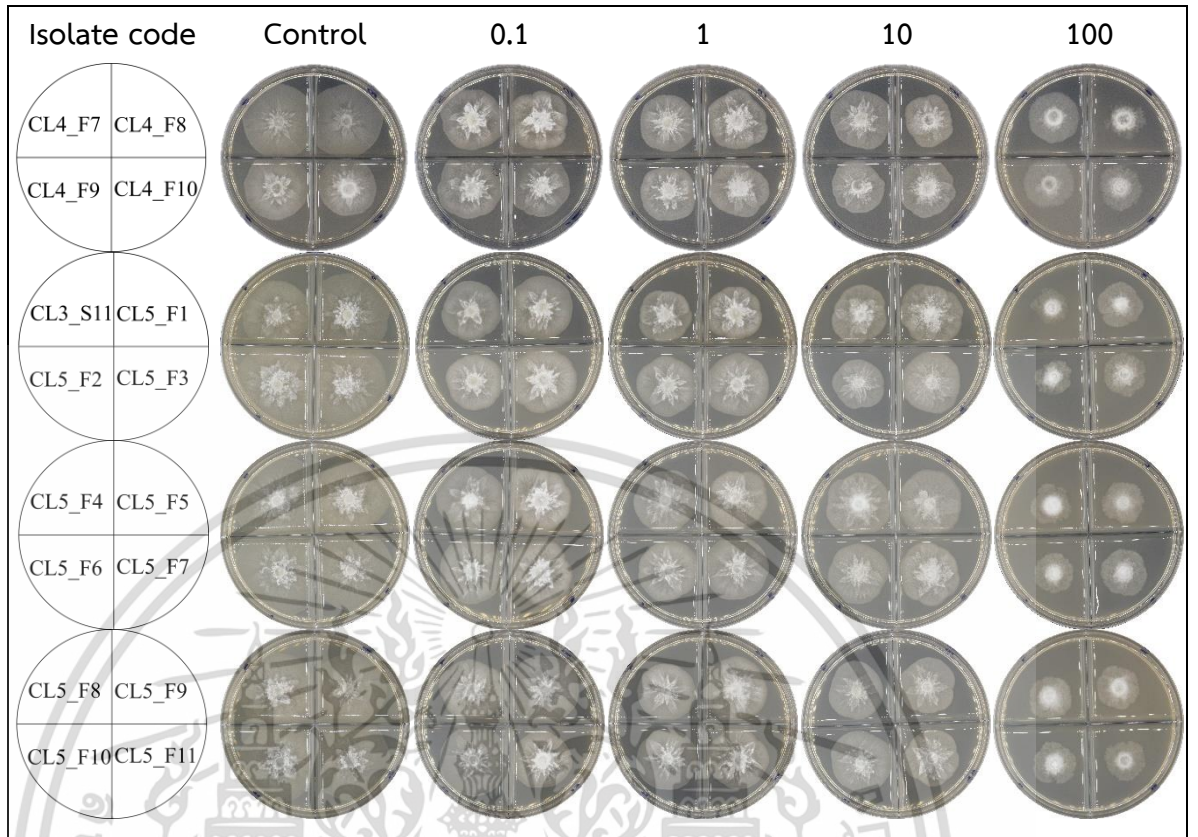


Figure 3 continues.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

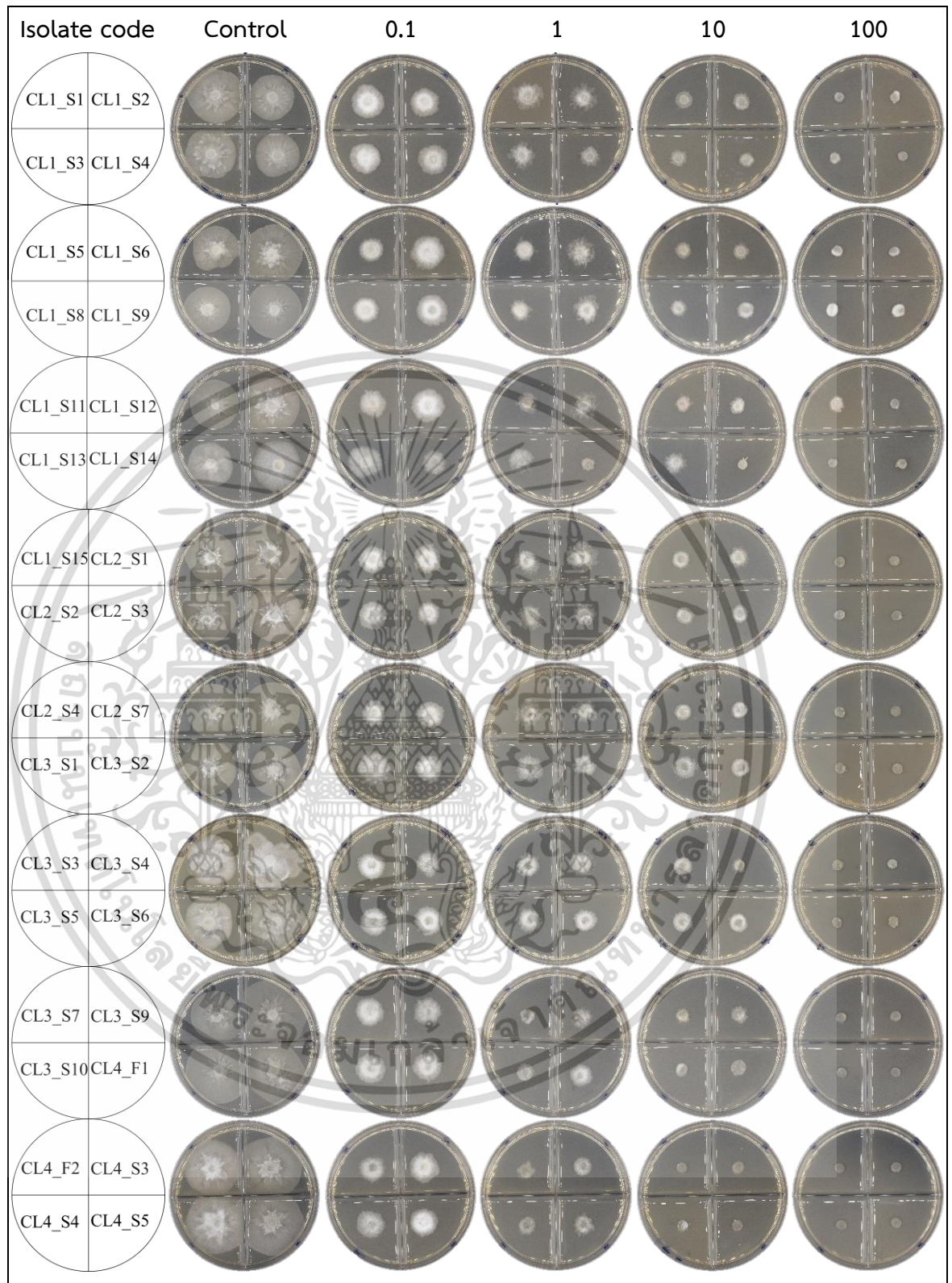


Figure 4.3 The pyraclostrobin with salicylhydroxamic acid (SHAM) sensitivity of *P. palmivora* in each isolate on clarified V8 juice agar amended with 0 (control), 0.1, 1, 10 and 100 ppm. (a.i.).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

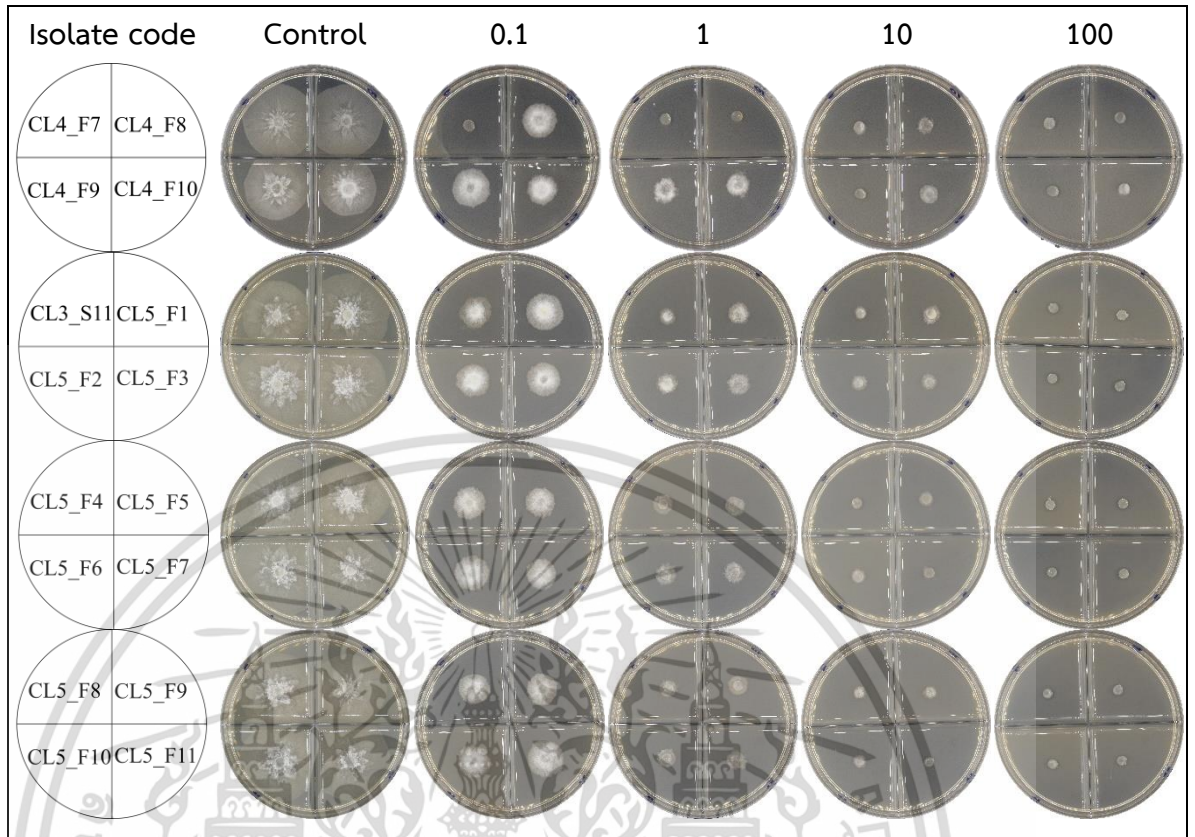


Figure 3 continues.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การแยกและรวบรวมเชื้อรา *Phytophthora* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

จากการเก็บตัวอย่างโรคทุเรียนจาก 5 สวน (Location) ในเขตพื้นที่ 4 อำเภอ ของจังหวัดชุมพร ที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora* spp. ทำการแยกเชื้อราโดยวิธี Tissue transplanting technique บนอาหาร V8 selective media ซึ่งเป็นอาหารจำเพาะสำหรับการคัดเลือกเชื้อรา *Phytophthora* spp. ตามรายงานของ Jeffers and Martin (1986) and Ferguson and Jeffers (1999) สามารถแยกเชื้อราบริสุทธิ์จากลำต้น และผลของทุเรียน ได้จำนวน 48 ไอโซเลท ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40X พบว่า ลักษณะการสร้าง sporangium แบบ ovoid, globose, pyriform, limoniform และ ellipsoid ใสไม่มีสี (hyaline) ส่วนตรงปลายมี papilla ส่วนลักษณะเส้นใยเป็นแบบ non-septate เรียวยาว แตกกิ่งก้านแบบ simple sympodium หรืออาจไม่มี ความแน่นอน และพบการสร้าง chlamydospores รูปร่างค่อนข้างกลม จากลักษณะดังกล่าว จัดเป็นสายพันธุ์ *Phytophthora palmivora* ตรงตามรายงานของ Gallegly and Hong (2008), Yang et al. (2017), Hui-cai Zeng (2018)

5.2 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี Pyraclostrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรคทุเรียน

จากการประเมินประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัด pyraclostrobin ร่วมกับ SHAM ในการควบคุมเชื้อรา *P. palmivora* โดยตัวอย่างเชื้อราที่แยกได้จากลำต้น และผลทุเรียน จำนวน 48 ไอโซเลท จากพื้นที่ภายในจังหวัดชุมพร พบว่าประสิทธิภาพของสารเคมี pyraclostrobin ในระดับความเข้มข้นสูงสุดของการทดลองที่ 100 ppm. ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 100 ppm. แสดงให้เห็นว่าการทดสอบครั้งนี้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับรายงานของ Alvir et al. (2007) ที่ได้ทำการทดลองการใช้สารเคมีป้องกันกำจัด azoxystrobin และ pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, 1.0, 10 และ 30 µg/ml เมื่อสังเกตจากเส้นใย พบว่าการเติม SHAM ที่ความเข้มข้น 100 µg/ml สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของเส้นใย และการงอกของ zoospores ของ *P. cactorum* ได้ โดยมีความไวต่อ pyraclostrobin มากกว่า azoxystrobin ซึ่งความไวต่อ azoxystrobin และ pyraclostrobin อยู่ในระดับปานกลาง แต่มีความสัมพันธ์กันอย่างน้อยสำคัญ ขณะที่ Li-hua et al. (2009) ที่ได้ทำการทดลองการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดกลุ่ม Qol (azoxystrobin) ที่ความเข้มข้นที่ 0, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 50 และ 100 µg mL⁻¹ ร่วมกับ SHAM ที่ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มข้น 100 µg/ml แสดงให้เห็นว่าสามารถยับยั้งการหายใจของเชื้อราทั้ง 4 ชนิดได้เป็นอย่างดี เช่นเดียวกับ Wise et al. (2009) ที่ได้ทำการทดลอง โดยใช้สารเคมีป้องกันกำจัด pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 0, 0.001, 0.01, 0.1, 1, และ 10 µg/ml azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 0, 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10 และ 100 µg/ml ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 100 µg/ml พบว่าจากการทดลองมีความไวต่อสารฆ่าเชื้อรา Qol ที่สามารถไปยับยั้งการงอกสปอร์ของเชื้อรา *Ascochyta rabiei* ได้ตามลำดับ รวมทั้ง Seyran et al. (2010) ที่ได้ทำการทดลองการใช้สารเคมีป้องกันกำจัด azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 0, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.03, 0.1, 0.3, 1.0 และ 3.0 µl/ml โดยการใส่ และไม่ใส่ SHAM ที่ความเข้มข้น 100 µl/ml แสดงให้เห็นการตอบสนองต่อยา azoxystrobin ทั้งสองอย่างชัดเจน มีค่า EC₅₀ ที่คำนวณได้คือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ พรประพาและคณะ (2562) ยังได้ทำการทดลองการใช้สารเคมีป้องกันกำจัด azoxystrobin pyraclostrobin และ trifloxystrobin ที่ความเข้มข้น 0, 1, 10 และ 100 mg/l ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 100 mg/l ต่อเชื้อรา *Aspergillus* spp. จากกลีบกระเทียมเน่า จากการศึกษาพบว่า สารทั้ง 3 ชนิดมีประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญทางเส้นใยของเชื้อรา *Aspergillus* spp. รวมถึงรายงานของ Hincapie et al. (2013) ที่ทำการทดลองการใช้สารเคมีป้องกันกำจัด azoxystrobin และ pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 0, 0.001, 0.01, 0.1, 1 และ 10 µg mL⁻¹ ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 10 และ 100 µg/ml ซึ่งการเติม SHAM ที่ 10 µg / ml ในความเข้มข้นต่ำสุดของ pyraclostrobin จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้ดีมากกว่า SHAM ที่ 100 µg / ml หรือ pyraclostrobin เพียงอย่างเดียว และ Gao et al. (2017) ที่ได้ทำการทดลองการใช้สารเคมีป้องกันกำจัด pyraclostrobin และ azoxystrobin ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 100 µg/ml สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย และการงอกของสปอร์ ในขณะที่สารเคมี pyraclostrobin มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *Colletotrichum acutatum* ตามด้วย azoxystrobin และ mancozeb

ซึ่งยังมีบางไอโซเลทที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ตั้งแต่ความเข้มข้นที่ 1 และ 10 mg/l สอดคล้องกับรายงานของ Bradley and Pedersen (2011) ที่ได้ทำการทดลองการใช้สารเคมีป้องกันกำจัด azoxystrobin, pyraclostrobin และ trifloxystrobin จากการทดลองพบว่าสารทั้ง 3 ชนิดนี้สามารถยับยั้งการงอกของเส้นใยได้ดี 50 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การใช้ azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 0, 0.001, 0.01, 0.1, 1, และ 10 µg/ml ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 60 µg/ml พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *Cercospora zea-maydis* ได้ดี และ Zhang et al. (2012) ที่ได้ทำการทดลองการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรากลุ่ม Qol 3 ชนิด ได้แก่ azoxystrobin, pyraclostrobin และ trifloxystrobin ที่ความเข้มข้น 0, 0.001, 0.01, 0.1 และ 1 µg mL⁻¹ ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 60 µg/ml สามารถควบคุมเชื้อรา *Cercospora soja* ได้ดี ทั้งนี้รายงานของ Liang et al. (2014) ยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการทดลองการใช้สารเคมีป้องกันกำจัด pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 5, 15, และ 45 $\mu\text{g/ml}$ ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 20 $\mu\text{g/ml}$ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้ดีกว่า pyraclostrobin ที่ไม่มี SHAM แต่ในทำนองเดียวกัน SHAM ที่ความเข้มข้นที่ 20 $\mu\text{g/ml}$ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมของ pyraclostrobin ได้เป็นอย่างมาก ขณะที่รายงานของ Ma et al. (2018) ที่ได้ศึกษาการตรวจหาและลักษณะเฉพาะของ *Phytophthora capsici* ที่ทนต่อสารเคมีกลุ่ม QoI ก่อให้เกิดเชื้อรา Phytophthora Blight ของพริกไทย ในประเทศจีน จากการทดลองพบว่า azoxystrobin และ SHAM สามารถยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora capsici* ได้ฤทธิ์การยับยั้งของ azoxystrobin เพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อมี SHAM ที่ 50 $\mu\text{g mL}^{-1}$ แต่ในขณะที่การยับยั้งของ azoxystrobin เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้ในความเข้มข้นที่ 200 $\mu\text{g mL}^{-1}$ และ Duan et al. (2012) ยังได้ทำการทดลองการใช้สารเคมีป้องกันกำจัด azoxystrobin หรือ azoxystrobin ผสม thiram จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยของเชื้อรา *Sclerotinia sclerotiorum* ได้ดีมากกว่า SHAM แต่การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ SHAM

ในขณะที่สารเคมี pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 100 ppm. เพียงอย่างเดียว สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับรายงานของ Wang et al. (2014) ได้ศึกษาความเป็นพิษต่อเชื้อรา และการทำงานร่วมกันของสารผสมของ fluopicolide และ pyraclostrobin ต่อเชื้อรา *Phytophthora infestans* ผลการวิจัย พบว่าส่วนผสมของ fluopicolide (F) และ pyraclostrobin (P) ที่อัตราส่วน 10 : 1 และ 1 : 4 (F: P) มีปฏิสัมพันธ์เสริมฤทธิ์กัน และมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *P. infestans* ได้อย่างดีเยี่ยม รวมถึงรายงานของ Ma et al. (2018) ที่ได้ศึกษาความไวพื้นฐานของ *Phytophthora capsici* ต่อยาฆ่าเชื้อรา strobilurin, benzothiostralin และประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อรา จากการทดลองพบว่าสารเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยการผลิต sporangia และการปล่อย zoospore โดยมีการก่อดำของ Sporangia เป็นระยะที่ไวต่อ benzothiostralin มากที่สุด โดยมีอัตราการยับยั้งมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 1.0 $\mu\text{g mL}^{-1}$ ในขณะที่การปล่อย zoospore มีอัตราการยับยั้งประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 5.0 $\mu\text{g mL}^{-1}$ และยังสอดคล้องกับรายงาน พรศิริ และ คณะ (2562) ได้ทำการทดสอบสารเคมี pyraclostrobin ต่อการออกสปอร์ของเชื้อรา *Phomopsis* spp. สาเหตุโรคผลเน่าและโรคใบจุดทุเรียน พบว่าสารเคมี pyraclostrobin ที่ไม่ผสม SHAM สามารถยับยั้งการออกของสปอร์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามอัตราที่แนะนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในการทำการทดลองไม่สอดคล้องกับการรายงานของ พิกุล และ อัจฉรา (2558) ที่ได้ทดสอบ สารเคมีกลุ่ม QoI เพียงอย่างเดียวในระดับความเข้มข้นสูงสุดของการทดลอง 100 mg/l ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตทางเส้นใยของเชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของแก้วมังกรได้ ทั้งนี้อาจเกิดจากไม่มี alternative inhibitor จึงทำให้เชื้อราสามารถหายใจ และมีการเจริญเติบโตต่อไปได้ตามปกติ สำหรับการทดลองในสภาพห้องปฏิบัติการของสารเคมีป้องกันกำจัดกลุ่ม QoI จึงมีความจำเป็นต้องมีการผสม alternative inhibitor เช่น SHAM หรือ PG (Seyran et al., 2010) เพื่อป้องกันการถ่ายทอดอิเล็กตรอนข้ามที่ Cytochrome bc1 Complex III

จากการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสารเคมี pyraclostrobin ยังคงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *P. palmivora* ในพื้นที่ 4 อำเภอ ภายในจังหวัดชุมพร แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีในกลุ่ม QoI ยังคงต้องมีความระมัดระวัง เพราะสารเคมีในกลุ่มนี้ มีจุดจับจำเพาะจุดเดียว หรือจุดจับจำเพาะเจาะจงที่ Complex III เสี่ยงต่อการดื้อในระดับสูง (FRAC, 2020)

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

จากการประเมินประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัด pyraclostrobin ร่วมกับ SHAM ในการยับยั้งการเจริญเติบโตทางเส้นใยของเชื้อรา *P. palmivora* สาเหตุโรคทุเรียน จำนวน 48 ไอโซเลท ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า การผสม SHAM ที่ความเข้มข้น 100 ppm ร่วมกับสารเคมีป้องกันกำจัด pyraclostrobin ทุกระดับความเข้มข้น มีผลต่อการเจริญเติบโตทางเส้นใยของเชื้อรา *P. palmivora* ทั้งนี้ สารเคมีป้องกันกำจัด pyraclostrobin มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. palmivora* ได้ดี ที่ค่า EC_{50} น้อยกว่า 0.1 mg/l



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- ทวี เก่าศิริ. 2545. *Phytophthora* ราศัตรูพืชที่สำคัญ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล <https://www.thaigreenagro.com/phytophthora-ราศัตรูพืชที่สำคัญ/>. (25 พฤศจิกายน 2563).
- ธรรมศักดิ์ สมมาตย์. 2543. สารป้องกันกำจัดโรคพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. รั้วเขียว. กรุงเทพฯ. 371 หน้า.
- ปัญจมา กวางดี และ สมศิริ แสงโชติ. 2545. การจัดการโรคผลเน่าของทุเรียน (*Durio zibethinus* Murr.) ที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora pamivora* (Butl.) Butl. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.33: 45-48.
- พิกุล นุชนวลรัตน์ และ อัจฉรา บุญโรจน์. 2558. ผลของสารเคมี Prochloraz, Benomyl, Carbendazim, Azoxystrobin, Mancozeb และ Copper oxychloride ต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของแก้วมังกร. วารสารวิจัยไร่ไพพรรณี ปีที่ 9 ฉบับที่ 2.
- พรประพา คงตระกูล กัญจน์ชญา ธงศิลา และ พรรณีภา ย้วยล. 2019. ผลของสารเคมีกำจัดเชื้อรา azoxystrobin pyraclostrobin และ trifloxystrobin ร่วมกับ alternative oxidase inhibition ต่อเชื้อรา *Aspergillus* spp. จากกลีบกระเทียมเน่า. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 50 : 3 (พิเศษ) : 155-158
- พรศิริ บุญพุ่ม, สมศิริ แสงโชติ และ เนตรนภิส เขียวขำ. ประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดเชื้อราที่ใช้ทั่วไปในสวนทุเรียน และสารเคมีกำจัดเชื้อราอื่นๆ ต่อการเจริญของเชื้อรา *Phomopsis* spp. สาเหตุโรคผลเน่าและโรคใบจุดทุเรียน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 50 : 3 (พิเศษ) : 143-146.
- มานิตย์ ทองหอม. 2553. การปลูกทุเรียน. อักษรสยามการพิมพ์. กรุงเทพมหานคร.
- มณีรัตน์ คุณาพิทักษ์ธรรม. 2561. โครงการวิจัยเรื่องการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเกิดโรคของ เชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียนในประเทศไทย. สาขาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี. 41 หน้า.
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2563. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/trend2563-FinalDownload.pdf>. (25 พฤศจิกายน 2563).
- สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 2554. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.doa.go.th/share/attachment.php?aid=2968>. (25 พฤศจิกายน 2563).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อำพล พรหมเมศรี, สรัญญา วัลยะเสวี, หทัยา อรุโณทยานันท์, โรเบิร์ต เจมส์ แมกกอฟเวิน, รัชดาวรรณ ชีวังกูร และ ชัยวัฒน์ โตอนันต์. 2562. ประสิทธิภาพ ของราปฏิภักษ์ *Chaetomium* spp. ต่อ *Phytophthora palmivora* (P-05) สาเหตุ โรครากและโคนเน่าทุเรียน. แก่นเกษตร 47 (6) : 1251-1264.

Alviter, R.A., Madden, L. V., Jeffers, S. N., and Ellis, M. A. 2007. Baseline and differential sensitivity to two QoI fungicides among isolates of *Phytophthora cactorum* that cause leather rot and crown rot on strawberry. *Plant Disease*. 91:1625-1637.

APAARI 2018. Durian in Thailand: A Success Story. Asia-Pacific Association of Agricultural Research Institutions. Bangkok, Thailand. 71 p.

Birch, P.R.J. and Whisson, S.C. 2001. *Phytophthora infestans* enters the genomic era. *Molecular Plant Pathology* 2 (5) , 257–263.

Bradley, C. A., and Pedersen, D. K. 2011. Baseline sensitivity of *Cercospora zea-maydis* to quinone outside inhibitor fungicides. *Plant Disease*. 95:189-194.

Drenth, A. and Goodwin, S.B. 1999. Structure and Dynamics of fungal Populations. *Population Structure of Oomycetes*. January 1999 Chapter9. 195-224.

Duan, Y., Liu, S., Ge, C., Feng, X., Chen, C. and Zhou, M., 2012. In vitro inhibition of *Sclerotinia sclerotiorum* by mixtures of azoxystrobin, SHAM, and thiram. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 103. 101–107.

Ferguson, A.J., and Jeffers, S.N. 1999. Detecting multiple species of *Phytophthora* in container mixes from ornamental crop nurseries. *Plant Disease*. 83:1129-1136.

Fungicide resistance action committee. 2020. FRAC Code List ©*2020: Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action (including FRAC Code numbering).(Online).Data source:<https://cpbusw2.wpmucdn.com/u.osu.edu/dist/b/28945/files/2020/02/frac-code-list-2020-final.pdf> (4 May 2020)

Gallegly, M. E. and Hong C. 2008. *Phytophthora* Identifying Species by Morphology and DNA Fingerprints. The American *Phytophthora* Society St. Paul, Minnesota U.S.A., 110-111.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Gao, Y.-Y., He, L.F., Li, B.X., Mu, W., Lin, J., Liu, F. 2017. Sensitivity of *Colletotrichum acutatum* to six fungicides and reduction in incidence and severity of chili anthracnose using pyraclostrobin. *Australasian Plant Pathol.* 46:521–528.
- Gisi, U. and Sierotzki, H. 2015. Oomycete Fungicides: Phenylamides, Quinone Outside Inhibitors, and Carboxylic Acid Amides, pp. 145-174. *In: Ishii, H. and Hollomon, (eds.). Fungicide Resistance in Plant Pathogens. Springer Japan 2015.*
- Hincapie, M., Wang, N.-Y., Peres, N. A., and Dewdney, M. M. 2014. Baseline sensitivity of *Guignardia citricarpa* isolates from Florida to azoxystrobin and pyraclostrobin. *Plant Disease.* 98:780-789.
- Jeffers, S.N. and Martin, S. 1986. Identifying species of *Phytophthora*. *Plant Disease.* 70: 1038-1043.
- Lee, T.Y., Mizubuti, E., and William, E. Fry. 1999. Genetics of Metalaxyl Resistance in *Phytophthora infestans*. *Fungal Genetics and Biology* 26, 118–130.
- Liang, H.-J., Di, Y.-L., Li, J.-L., You, H., and Zhu, F.-X. 2015. Baseline sensitivity of pyraclostrobin and toxicity of SHAM to *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Dis.* 99:267-273.
- Li-hua, J., Yu, C., Chang, J.C., Jian, X.W. and Min, G.Z. 2009. Activity of Azoxystrobin and SHAM to Four Phytopathogens. *Agricultural Sciences in China*, 8(7): 835-842.
- Lim, T.K. and Chan, L.G.. 1986. Fruit Rot of Durian Caused by *Phytophthora palmivora*. *Pertanika* 9(3), 269 – 276.
- Ma, D., Zhu, J., He, L., Cui, K., Mu, W., and Liu, F. 2018. Baseline sensitivity of *Phytophthora capsici* to the strobilurin fungicide benzothiofuran and the efficacy of this fungicide. *Eur J Plant Pathol* (2018) 152:723–733.
- Ma, D., Jiang, J., He, L., Cui, K., Mu, W., Liu, F. 2018. Detection and Characterization of QoI-Resistant *Phytophthora capsica* Causing Pepper Phytophthora Blight in china. *Plant Disease.* 102:1725-1732.
- Seyran, M., Timothy, B.B., Katherine, L.S. 2010. In vitro toxicity of Alternative oxidase inhibitors salicylhydroxamic acid and propyl gallate on *Fusicladium effusum*. *J Pest Science.* 83:421–427.

Wise, K.A., Bradley, C.A., Pasche, J.S., and Gudmestad, N.C. 2009. Resistance to QoI fungicides in *Ascochyta rabiei* from chickpea in the Northern Great Plains. *Plant Disease*. 93:528-536.

Worrall, J.J. 1999. *Structure and Dynamics of Fungal Populations*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

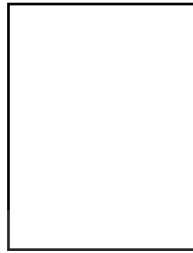
Xiao, Y., Brett, Tyler M., and Hong, C.. 2017. An expanded phylogeny for the genus *Phytophthora*. *IMA FUNGUS* · 8(2): 355–384.

Zhang, Pedersen, D.K., Phillips, D.V., Bradley C.A.. 2012. Sensitivity of *Cercospora sojina* isolates to quinone outside inhibitor fungicides. *Crop Protection* 40 (2012) 63 e 68.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-สกุล	นางสาวประไพภักดิ์ ศรีขยัน
วัน/เดือน/ปี เกิด	2 ธันวาคม 2542
ที่อยู่อาศัย	บ้านเลขที่ 43/1 หมู่ 6 ตำบลนาสัก อำเภอสวี จังหวัดชุมพร 86130
ประวัติการศึกษา	อนุบาล 1-2 โรงเรียนบ้านแก่งกระทิง อำเภอสวี จังหวัดชุมพร ประถมศึกษา 1-6 โรงเรียนบ้านแก่งกระทิง อำเภอสวี จังหวัดชุมพร มัธยมศึกษา 1-3 โรงเรียนนาสักวิทยา อำเภอสวี จังหวัดชุมพร มัธยมศึกษา 4-6 โรงเรียนสวีวิทยา อำเภอสวี จังหวัดชุมพร ปัจจุบันศึกษาปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตภัณฑ์ ชั้นปีที่ 4 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้