



ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin ร่วมกับ  
salicylhydroxamic acid ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora*  
สาเหตุโรคทุเรียน ในสภาพห้องปฏิบัติการ

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

สุชานันท์ บุญล้ำ

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โครงการพิเศษปีการศึกษา 2563

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

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



*P. Kongtragoul*

(ผศ.ดร.พรประพา คงตระกูล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

โครงการพิเศษนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โครงการพิเศษ

ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid  
ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรคทุเรียน

ในสภาพห้องปฏิบัติการ

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



เสนอ

หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง / หัวข้อโครงการพิเศษ	: ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid ในการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora palmivora</i> สาเหตุโรคทุเรียน
ผู้เขียน	: นางสาวสุชานันท์ บุญล้ำ
ปริญญา	: วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)
หลักสูตร	: เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช
ภาควิชา	: เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ผศ.ดร.พรประพา คงตระกูล

### บทคัดย่อ

เชื้อรา *Phytophthora palmivora* เป็นสาเหตุของทุเรียนที่สำคัญ สามารถแยกเชื้อจาก ลำต้น ราก และผลเน่าของทุเรียน ได้จำนวน 48 ไอโซเลท ในพื้นที่ 5 สวน ของอำเภอเมือง อำเภอสวี อำเภอทุ่งตะโก และอำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของ สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 1, 10 และ 100 mg/l ร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ที่ระดับความเข้มข้น 100 mg/l โดยประเมินประสิทธิภาพของ สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราจากการคำนวณค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตทางเส้นใย ของเชื้อราได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ( $EC_{50}$ ) ผลการทดลองพบว่า สารเคมีป้องกันกำจัด azoxystrobin ที่ผสม ร่วมกับ SHAM สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า  $EC_{50} < 0.1$  mg/l ทุกไอโซเลท ในขณะที่ การทดลองประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin เพียงอย่างเดียว สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ เส้นใยที่ค่า  $EC_{50} > 100$  mg/l จำนวน 45 ไอโซเลท ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า SHAM เสริมฤทธิ์กับ azoxystrobin อย่างมีนัยสำคัญที่ประเมินระดับความไวต่อ azoxystrobin ในสภาพห้องปฏิบัติการ

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

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

**Author** : Miss Suchanan Bunlam

**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 serious cause of durian disease. Forty-eight isolates were successfully isolated from stem, root and fruit rot of durian in 5 locations of Mueang, Sawi, Thung Tako and Pathio districts, Chumphon province. This research aimed to evaluate the effect of azoxystrobin at 0, 0.1, 1, 10, and 100 ppm combined with salicylhydroxamic acid (SHAM) at 100 ppm. *in vitro* test. The effective fungicide concentration at which 50% was calculated from the inhibition of mycelial growth ( $EC_{50}$ ). The results showed that azoxystrobin combined with SHAM could inhibit the mycelial growth of all isolates at  $EC_{50} < 0.1$  ppm. Moreover, only azoxystrobin can inhibit the mycelial growth of 45 isolates at  $EC_{50} > 100$  ppm. Therefore, it could be concluded that SHAM showed a synergistic effect with the azoxystrobin, which was significant while assessing the level of azoxystrobin sensitivity *in vitro* testing.

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

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.พรประพา คงตระกูล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ที่เสียสละเวลา แรงกาย แรงใจ ให้คำแนะนำปรึกษาและแก้ไขปัญหาก็เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการพิเศษ ตลอดจนชี้แนะข้อบกพร่องในการจัดทำโครงการพิเศษและกราบขอบพระคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืชที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำตลอดจนอบรมสั่งสอนข้าพเจ้ามาโดยตลอดขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืชทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือให้กำลังใจจนทำให้โครงการพิเศษนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

สุดท้ายข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา บุคคลในครอบครัว ที่ได้ให้การสนับสนุนทั้งกำลังกายกำลังใจในการศึกษาและการทำโครงการพิเศษจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุชานันท์ บุญล้ำ

## 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 ตรวจเอกสาร	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 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	13
3.1 เก็บรวบรวมและศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	13
3.2 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin ในการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	15
3.3 การคำนวณ และประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin 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 azoxystrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ในการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	28
บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการทดลอง	43
5.1 การแยกและรวบรวมเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ในการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	43
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	46
เอกสารอ้างอิง	47
ประวัติผู้แต่ง	51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่	
3.1 PAR(PH) – V8 agar: For <i>Phytophthora</i> species	14
4.1 List of location details and condition in Chumphon	17
4.2 List of <i>Phytophthora</i> spp. isolates from each location	18
4.3 Morphology characterization of <i>Phytophthora</i> spp. Isolates causing durian disease	19
4.4 Fungicide Resistant assay of <i>Phytophthora</i> spp. causing durian disease on V8 agar amended azoxystrobin with salicylhydroxamic acid (SHAM)	30
4.5 Azoxystrobin 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 Fungal life cycle <i>Phytophthora</i> spp.	4
2.2 Azoxystrobin	8
2.3 Modeling of enzyme groups complex I-IV	9
4.1 Symptoms of <i>Phytophthora</i> disease on (a) stem rot disease, (b) fruit rot disease	17
4.2 Morphological characterization of <i>Phytophthora</i> spp. Isolates causing durian disease; colony (a), sporangium (b), hypha (c) and chlamydo spores (d)	22
4.3 The azoxystrobin sensitivity of <i>Phytophthora</i> spp. in each isolate on Clarified V8 juice agar amended with 0 (control), 0.1, 1, 10 and 100 mg <sup>-1</sup> (a.i.).	39

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทุเรียน (*Durio zibethinus* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากมีสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต สามารถปลูกได้ทั่วประเทศ สำหรับประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตและส่งออกทุเรียนรายใหญ่ของโลก (APAARI, 2018) เพราะมีกลิ่นหอม รสชาติหวาน มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยในปี พ.ศ. 2562 มีพื้นที่ปลูกทุเรียนทั่วประเทศ ประมาณ 938,000 ไร่ มีผลผลิต 1,017,000 ตัน สร้างมูลค่าของผลผลิต 101,558 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ทั้งนี้ปัญหาอีกประการหนึ่งในการปลูกทุเรียน คือ การเกิดโรค จากการเข้าทำลายของเชื้อรากลุ่ม Oomycetes ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจแก่ทุเรียน จากรายงานพบว่าเชื้อราที่สำคัญในกลุ่มนี้คือ *Phytophthora* sp. และ *Pythium* sp. ที่ก่อให้เกิดโรคในทุเรียน โดยเฉพาะเชื้อรา *Phytophthora* sp. มีแนวโน้มสร้างความเสียหายและรุนแรงเพิ่มมากขึ้นทุกปี (Panca, 2015)

เชื้อรา *Phytophthora* sp. เป็นปัญหาสำคัญที่สุดในการปลูกทุเรียน สามารถเกิดได้ตั้งแต่ทุเรียน เป็นต้นกล้าจนถึงต้นโต สามารถเกิดได้กับทุกส่วนของต้นทุเรียนตั้งแต่ ราก ลำต้น ใบและผล ลักษณะอาการ ของต้นทุเรียนที่เชื้อราชนิดนี้เข้าทำลายที่รากจะพบว่ารากมีสีน้ำตาล ช้ำและเน่า อาการจะลุกลามขึ้นมายังลำต้น อาการที่โคนต้นทุเรียน เปลือกของลำต้นจะแตก (patch canker) และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลถึงน้ำตาลม่วง เมื่อกดจะรู้สึกนิ่ม เนื่องด้วยประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นมีฝนตกชุกเกือบตลอดทั้งปี เหมาะแก่การแพร่ระบาดของโรค ประกอบกับลักษณะเด่นของเชื้อราชนิดนี้อาศัยอยู่ในดิน และอยู่ข้ามปีได้นานหลายปี สร้างสปอร์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ หากไม่มีการดูแลจัดการสวนที่ดีจะทำให้ง่ายต่อการเกิดโรค ส่งผลให้ผลผลิตไม่มีคุณภาพตามความต้องการของตลาด (มณีรัตน์, 2561)

จากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Phytophthora* sp. สร้างความเสียหายให้เกษตรกรเป็นอย่างมาก เกษตรกรส่วนใหญ่จึงนิยมใช้สารเคมีในการควบคุมเชื้อราในกลุ่มนี้ เพราะสะดวกและได้ผลรวดเร็ว ซึ่งสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่ใช้ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora* sp. มีจำนวน 10 กลุ่ม แบ่งตามกลไกการเข้าทำลาย (Gisi and Sierotzki, 2015) สำหรับการค้นคว้าครั้งนี้เน้นศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัด azoxystrobin ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora* sp. ในสภาพห้องปฏิบัติการ ร่วมกับ alternative inhibitor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรคทุเรียนในสภาพห้องปฏิบัติการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ตรวจเอกสาร

#### 2.1 ความสำคัญทางเศรษฐกิจของทุเรียน

ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตและผู้ส่งออกทุเรียนรายใหญ่ของโลก โดยในปี พ.ศ. 2562 มีพื้นที่ปลูกทุเรียนทั้งประเทศประมาณ 930,000 ไร่ โดยแบ่งเป็นภาคใต้ 503,513 ไร่ ภาคกลาง 360,641 ไร่ ภาคเหนือ 59,334 ไร่ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 14,119 ไร่ มีการบริโภคภายในประเทศ 321,771 ตัน มีปริมาณการส่งออก 682,778 ตัน มูลค่า 50,776 ล้านบาท แบ่งเป็นทุเรียนสด 656,709 ตัน ทุเรียนแช่แข็ง 24,459 ตัน ทุเรียนอบแห้ง 285 ตัน และทุเรียนกวน 1,325 ตัน ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการของตลาดต่างประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งทุเรียนสดและผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะตลาดจีน ซึ่งยังมีความต้องการบริโภคทุเรียนสดจากไทย ประกอบกับการพัฒนาระบบการขนส่งและโลจิสติกส์ของจีนช่วยให้กระจายผลผลิตไปยังผู้บริโภคในมณฑลต่าง ๆ ของจีนได้ง่ายและสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีการขยายการส่งออกทุเรียนสดและทุเรียนแช่แข็ง ไปยังตลาดอื่น ๆ เช่น สหรัฐอเมริกา เกาหลีใต้และไต้หวัน เป็นต้น พันธุ์ทุเรียนที่นิยมปลูก ได้แก่ หมอนทอง ชะนี ก้านยาว กระดุม และพวงมณี (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, 2554)

#### 2.2 เชื้อรา *Phytophthora* spp.

*Phytophthora* spp. ทำให้เกิดผลผลิตเกิดความเสียหายอย่างรุนแรงแก่พืชหลายชนิดทั่วโลก เนื่องจากในช่วงกลางศตวรรษที่ 19 เกิดการระบาดของเชื้อ *Phytophthora* ในมันฝรั่งอย่างรุนแรงของชาวไอริสทำให้ไม่สามารถปลูกมันฝรั่งได้เพียงพอต่อความต้องการของชาวไอริส ซึ่งบริโภคเป็นอาหารหลักทำให้ชาวไอริสอดอยากล้มตายเป็นจำนวนมากและอพยพสู่ไอร์แลนด์ (Drenth and Goodwin, 1999)

อนุกรมวิธานของเชื้อรา *Phytophthora* spp. (Brich and Whisson, 2001)

Kingdom: Chromista

Class: Oomycetes

Oder: Peronosporales

Family: Pythiaceae

Genus: *Phytophthora*

เชื้อรา *Phytophthora* spp. เป็นเชื้อราในดินอาศัยอยู่ข้ามฤดูบนเศษซากพืชที่เป็นโรคเศษเอกสารนี้เอ็นทริยวัตถุในดินหรือบนพืชอาศัย เชื้อราสร้างเส้นใยผนังหนารูปปร่างกลมที่เรียกว่า Chlamydospore ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในดินสร้างสปอร์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เพศเมียจะสร้าง oogonium เพศผู้สร้าง antheridium เมื่อผสมกันทำให้เกิดสปอร์ผนังหนาเรียกว่า oospore มีความคงทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี หากได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะงอกและเจริญเป็นเส้นใยสร้าง sporangium เมื่อมีความชื้นสูงจะปล่อย zoospore เข้าทำลายรากพืช การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ มีทางที่ใช้เคลื่อนที่ไปได้อย่างรวดเร็ว (Figure 2.1) ในช่วงฤดูฝนซึ่งมีความชื้นสูงเชื้อตามผิวดินจะผลิตสปอร์และสามารถแพร่กระจายโดยอาศัยลมและความชื้นไปตกตามยอด ใบและส่วนต่าง ๆ ของทุเรียน (ธรรมศักดิ์, 2543)

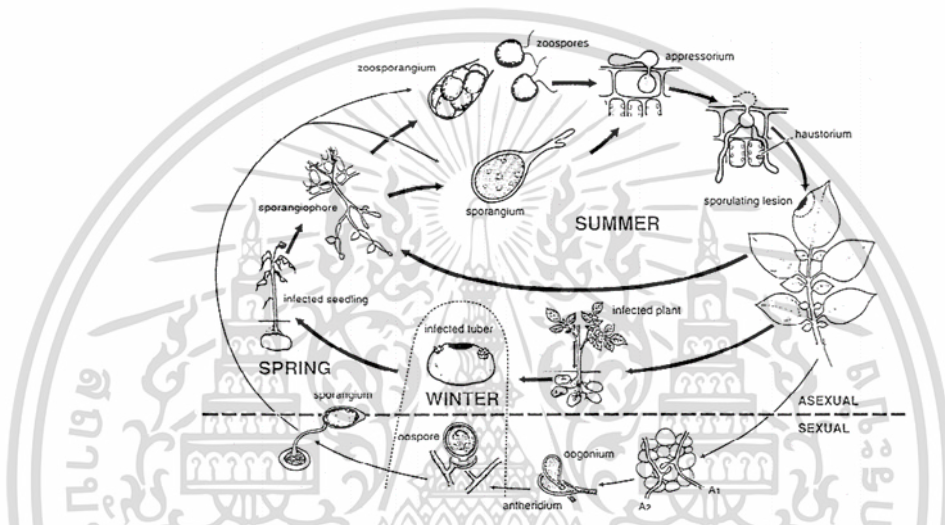


Figure 2.1 Fungal life cycle *Phytophthora* spp. (Drenth and Barbara, 2004)

## 2.3 โรคทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora* spp.

### 2.3.1 โรครากเน่าโคนเน่า (Root and Stem rot)

โรครากเน่าโคนเน่าทุเรียนซึ่งมีเชื้อรา *Phytophthora* spp. เป็นสาเหตุหลักของการสูญเสียผลผลิตของชาวสวนทุเรียน เป็นโรคที่แพร่ระบาดง่าย สามารถแพร่ระบาดไปกับ ฝน ลมหรือพายุ เชื้อรา *Phytophthora* spp. มีพีชอาศัยมากสามารถเข้าทำลายพืชได้มากกว่า 138 ชนิด เช่น ยางพารา ทุเรียน มะละกอ ลองกอง โกโก้ มะพร้าว ส้มโอ กล้วยไม้ พริกไทย เป็นต้น (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, 2554)

## อาการ

ทุเรียนที่เริ่มเป็นโรคจะแสดงอาการ คือ ใบสดเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองซีดและร่วง เมื่อพบอาการที่ใบ ลำต้น กิ่งหรือราก บริเวณที่เป็นโรคจะมีแผลจุดฉ่ำน้ำ เปลือกก่อนเน่าเป็นสีน้ำตาล เนื้อไม้ด้านในเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงถึงน้ำตาลเข้ม ต้นที่เป็นรุนแรงมากจะมีน้ำไหลออกมา เมื่อถากบริเวณดังกล่าวจะพบว่าเนื้อไม้เริ่มเน่ามีสีน้ำตาล หรือน้ำตาลเข้ม บางต้นอาจจะพบมอดเข้าทำลายร่วมด้วย โดยเฉพาะช่วงเวลาเช้าจะสามารถเห็นอาการของโรคได้ชัดเจน ต้นที่เริ่มเป็นโรคจะแสดงอาการเพียงด้านเดียวหากไม่รักษาโรคจะค่อยๆ ลูกกลมไปรอบต้นทำให้ยืนต้นตายในเวลาต่อมา บางต้นไม่แสดงอาการบริเวณรอบลำต้นออกมาแต่ทรุดโทรมแสดงว่าต้นได้รับความเสียหายจากการเข้าทำลายของเชื้อราบริเวณราก ทำให้เกิดอาการรากเน่าจนไม่สามารถทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและอาหารมาเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของต้นได้ ทุเรียนจึงแสดงอาการทรุดโทรมมากขึ้นและตายในที่สุด (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, 2554)

## สาเหตุโรค

เนื่องด้วยประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นมีฝนตกชุกเกือบตลอดทั้งปี ทำให้สภาพดินที่มีการระบายน้ำไม่ดี มีน้ำขัง ชื้นและตลอดเวลา เหมาะแก่การแพร่ระบาดของโรค ประกอบกับลักษณะเด่นของเชื้อราชนิดนี้อาศัยอยู่ในดินและอยู่ข้ามปีได้นานหลายปี สร้างสปอร์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ โดยสปอร์ที่ไม่อาศัยเพศจะมีหางว่ายน้ำได้อย่างรวดเร็ว ติดกับฝนที่ไหลผ่าน หรือแพร่กระจายโดยลม เชื้ออาจจะไปติดส่วนต่าง ๆ ของพืช และเข้าทำลายได้อย่างรวดเร็ว (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, 2554)

## การป้องกันและกำจัด

1. แปลงปลูกควรมีการระบายน้ำที่ดี ไม่ควรมีน้ำท่วมขัง หากมีน้ำท่วมขังควรระบายออก
2. ปรับปรุงดิน โดยใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปรับสภาพดินให้มีค่าความเป็นกรดต่างของดินประมาณ 6.5 กรณิ ดินที่เป็นกรดจัด ให้ใส่ปูนขาวหรือโดโลไมท์ อัตรา 100-200 กิโลกรัม/ไร่
3. ควรหลีกเลี่ยงการกระทำที่อาจทำให้รากหรือลำต้นเกิดแผล ซึ่งจะเป็ช่องทางให้เชื้อราสาเหตุโรคเข้าทำลาย พืชได้ง่ายขึ้น
4. ต้นทุเรียนที่เป็นโรครุนแรงมาก หรือยืนต้นแห้งตาย ควรขุดออกแล้วนำไปทำลายนอกแปลง ปลูกแล้วตากดิน ไว้ระยะหนึ่ง จึงปลูกทดแทน
5. ตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ เมื่อพบส่วนของใบ ดอก และผลที่เป็นโรค ตัดแต่งส่วนที่เป็นโรคนำไปทำลายนอก แปลงปลูก แล้วพ่นด้วยสารป้องกันกำจัดโรคพืช
6. ไม่นำเครื่องมือตัดแต่งที่ใช้กับต้นเป็นโรคไปใช้ต่อกับต้นปกติ และควรทำความสะอาด

เครื่องมือก่อนนำไปใช้ ใหม่ทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว ตัดแต่งกิ่งเป็นโรค กิ่งแห้ง และตัดซั้วผลที่ค้างอยู่ นำไปทำลายนอกแปลงปลูกเพื่อลดการสะสมของเชื้อสาเหตุโรค

8. การควบคุมปริมาณเชื้อในดิน โดยใช้เชื้อราปฏิปักษ์ Trichoderma ที่มีส่วนผสมดังนี้ เชื้อรา Trichoderma ผสมรำข้าวผสมปุ๋ยคอก 1:4:10 โดยน้ำหนัก ในอัตรา 50 กรัมต่อตารางเมตร คลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากันแล้ว นำส่วนผสมของเชื้อราดังกล่าวโรยลงดินในพื้นที่รัศมีทรงพุ่ม หรือใช้รองก้นหลุมก่อนปลูก

### 2.3.2 โรคผลเน่า (Fruit rot)

โรคผลเน่า (Fruit rot) เป็นโรคที่สำคัญเช่นกัน เพราะโรคนี้นับได้ตั้งแต่ระยะผลอ่อน แต่ส่วนใหญ่มักพบในผลช่วง 1 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวจนกระทั่งเก็บเกี่ยว และระหว่างการบ่มผลให้สุก ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณการผลิตและคุณภาพของผลิตผล (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, 2554)

#### อาการ

โดยอาการเริ่มแรกจะเกิดจุดแผลขนาดเล็กสีน้ำตาลดำบนเทาบนผล อาจพบ 1 หรือ 2 จุด หรือมากกว่านั้น และขยายใหญ่เป็นวงกลมหรือค่อนข้างรี ไปตามรูปร่างผล เมื่อทุเรียนใกล้แก่จะทำให้รอบแบ่งของพูทุเรียนแยกออกจากกันได้ง่าย ในสภาพที่มีความชื้นสูงอาจพบเส้นใยสีขาวของเชื้อรา สีขาวขุ่นขึ้นตามบริเวณแผลเท่านั้น แผลดังกล่าวอาจพบได้ตั้งแต่ผลยังคงอยู่บนต้น แต่ส่วนใหญ่มักพบเกิดกับผลในช่วง ประมาณ 1 เดือน ก่อนเก็บเกี่ยวจนกระทั่งเก็บเกี่ยว และในระหว่างบ่มผลให้สุก ถ้าอาการรุนแรงมากผลจะเน่าร่วงหล่นก่อนกำหนด (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, 2554)

#### สาเหตุโรค

โรคผลเน่า มีเชื้อสาเหตุชนิดเดียวกับโรครากเน่าและโคนเน่า ดังนั้นเพื่อให้การป้องกันกำจัดโรคได้ผลดี ควรทำการป้องกันกำจัดโรครากเน่าโคนเน่าไปพร้อมกัน (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, 2554)

#### การป้องกันและกำจัด

1. หมั่นสำรวจแปลงปลูกอย่างสม่ำเสมอ หากพบโรคผลเน่า ตัดผลที่เป็นโรค และเก็บผลเน่าที่ร่วงหล่นไปทำลาย นอกแปลงปลูก แล้วพ่นด้วยสารป้องกันกำจัดโรคพืช
2. ไม่นำเครื่องมือตัดแต่งที่ใช้กับต้นเป็นโรคไปใช้ต่อกับต้นปกติ และควรทำความสะอาดเครื่องมือก่อนนำไปใช้ใหม่ทุกครั้ง
3. ในแปลงปลูกที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคผลเน่าสูง เนื่องจากมีต้นที่เป็นโรครากเน่าและโคนเน่าในแปลงมาก และมีฝนตกชุกหรือมีความชื้นในอากาศสูงในช่วงทุเรียนใกล้เก็บเกี่ยวผล เชื้อสาเหตุโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของกรมวิชาการเกษตร หากมีผู้ใดนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจจะติดไปกับผลได้ โดยยังไม่แสดงอาการ ดังนั้น การเก็บเกี่ยวผลต้องระมัดระวังไม่ให้ผลสัมผัสกับดิน หรือปุ๋ยพื้นดินที่จะวางผล ด้วยวัสดุหรือกระสอบที่สะอาด เพื่อลดโอกาสที่ผลจะสัมผัสกับดินซึ่งมีเชื้อสาเหตุโรค และการขนย้ายควร ระมัดระวังบาดแผลที่จะเกิดขึ้นกับผล

## 2.4 สารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดเชื้อรา *Phytophthora* spp.

จากการเข้าทำลายของเชื้อราในกลุ่ม Oomycetes สร้างความเสียหายให้เกษตรกรเป็นอย่างมาก เกษตรกรส่วนใหญ่จึงนิยมใช้สารเคมีในการควบคุมเชื้อราในกลุ่มนี้ เพราะสะดวกและได้ผลรวดเร็ว ซึ่งสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่ใช้ในการควบคุมเชื้อราในกลุ่ม Oomycetes มีจำนวน 10 กลุ่ม แบ่งตามกลไกการเข้าทำลาย (Gisi and Sierotzki, 2015) สำหรับการค้นคว้าครั้งนี้เน้นศึกษาสารเคมีป้องกันกำจัดที่เกษตรกรชาวสวนทุเรียนในประเทศไทยนิยมใช้ควบคุมเชื้อราในกลุ่มดังกล่าว คือ azoxystrobin

### azoxystrobin

azoxystrobin สารเคมีชนิดนี้อยู่ในกลุ่ม Quinone outside inhibitors (QoI) ซึ่งเป็นสารชนิดดูดซึม (Systemic fungicides) มีกลไกทางชีวเคมีที่จำเพาะ (specific mechanism of biochemical action) และมีความเป็นพิษจำเพาะเจาะจงสูง ออกฤทธิ์โดยเข้ารบกวนระบบหายใจเชื้อรา (ธรรมศักดิ์, 2543; Lee et al., 1999) (Figure 2.2)

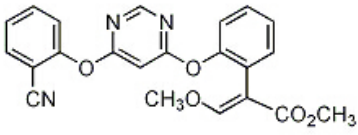
Common name	: Azoxystrobin
Trade name	: Azoxystrobin, Amistar, Heritage, Bankit
Molecular formulas	: C <sub>22</sub> H <sub>17</sub> N <sub>3</sub> O <sub>5</sub>
Chemical group	: methoxy-acrylate
Active ingredient	: methyl (E)-2-[2-[6-(2-cyanophenoxy)pyrimidin-4-yl]oxy]phenyl}-3-methoxyacrylate.....12.5% + 20% W/V EC
Chemical structure	: 

Figure 2.2 Azoxystrobin (Source: Fungicide resistance action committee, 2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กลไกการออกฤทธิ์

การหายใจระดับเซลล์ (cellular respiration) เป็นกระบวนการสลายโมเลกุลของสารอาหารภายในเซลล์ เกิดจากขบวนการ ไกลโคลิซิส (Glycolysis) ไพรูเวทออกซิเดชัน (Pyruvate oxidation) วัฏจักรเครบส์ (Krebs cycle) และกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน (Electron transport chain) มีการส่งต่ออิเล็กตรอนแก่ตัวรับอิเล็กตรอนที่แทรกอยู่ในเยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย (mitochondria) ประกอบด้วยเอนไซม์ โคเอนไซม์หรือหมู่พรอสเทติก (prosthetic group) ไซโทโครม (cytochrome, Cyt) และยูบิควิโนน (ubiquinone, UQ) หลายชนิดแบ่งเป็นกลุ่มตามลักษณะการทำงานของเอนไซม์ 4 กลุ่ม คือ Complex I, Complex II, Complex III และ Complex IV (Ishii et al. 2001) (Figure 2.3)

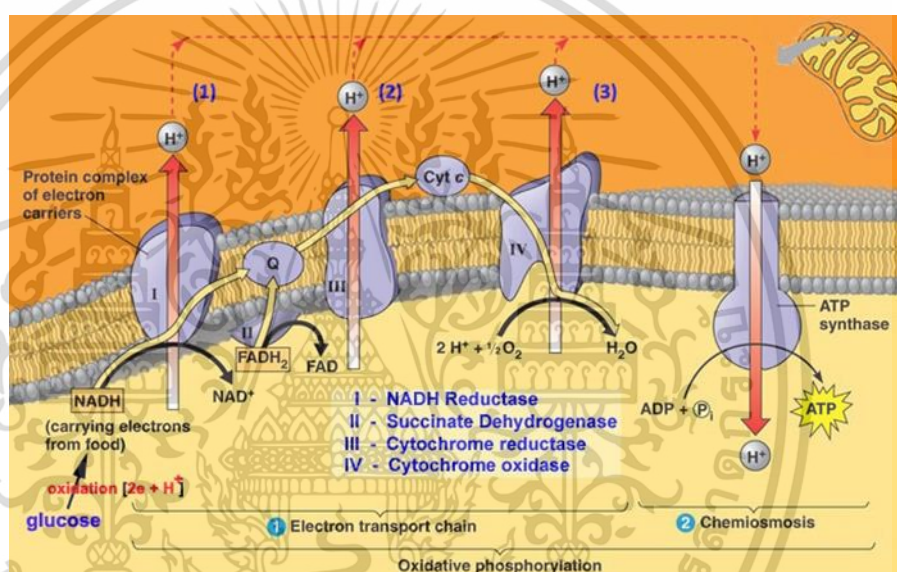


Figure 2.3 Modeling of enzyme groups complex I-IV

(Source: [www.ck12.org/book/CK-12-Biology-Advanced-Concepts/section/5.13](http://www.ck12.org/book/CK-12-Biology-Advanced-Concepts/section/5.13))

สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชที่มีฤทธิ์ต่อ Complex III ได้แก่ กลุ่มสาร C3 : สารกลุ่มสไตรโบลูริน เป็นสารป้องกันกำจัดที่มีความสำคัญกลุ่มใหญ่ กลุ่มสาร C4 : cyazofamid (ไซยาโซฟามิด) และ amisulbrom (แอมมิซอลโบรม) ที่ส่งผลต่อการทำงานของยูบิควิโนน ของ cytochrome bc<sub>1</sub> ที่อยู่บริเวณด้านในของเยื่อหุ้มไมโทคอนเดรีย, กลุ่มสาร C8 : methoctramine (อมีทอคทราติน) ส่งผลต่อยูบิควิโนนของ cytochrome bc<sub>1</sub> บริเวณ Qo site จะจับกับ Stigmatellin binding sub-site ที่บริเวณ Qo1 เป็นสารที่มีความสำคัญมากและมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วมากหลังจากที่เริ่มออกสู่ตลาดในปี ค.ศ. 1996 (ธิดา, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.2 Alternative oxidase

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ salicylhydroxamic acid (SHAM) ทำหน้าที่แทนออกซิเดสทางเลือก มีการดำเนินการเพื่อให้ทราบถึงกลไกของ azoxystrobin ในการยับยั้งการหายใจของ mycelial และ อิทธิพลของ SHAM การทดสอบกิจกรรมของ azoxystrobin และ SHAM ดำเนินการโดยใช้การทดสอบ การเจริญเติบโตเชิงเส้นของเส้นใยและการทดสอบการงอกของสปอร์ ทางชีววิทยาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังพบคุณสมบัติ การยับยั้ง azoxystrobin และ SHAM ต่อเชื้อรา กรด Salicylhydroxamic เพิ่มการยับยั้งโดย azoxystrobin การใช้ออกซิเจน การทดสอบ mycelia แสดงให้เห็นว่า azoxystrobin ยับยั้งการหายใจของเชื้อราในระยะแรก ด้วยความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เมื่อเวลาผ่านไปการหายใจของ mycelia จะได้รับการยับยั้งด้วยยาฆ่าเชื้อรา (Li-hua et al., 2009)

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### ➤ ภายในประเทศไทย

พิกุลและอัจฉรา (2558) ได้ทำการศึกษาผลของสารเคมี Prochloraz, Benomyl, Carbendazim, Azoxystrobin, Mancozeb และ Copper oxychloride ต่อการควบคุมโรคแอนแทรกโนสของแก้วมังกร จากการทดลองพบว่า สารเคมีแต่ละชนิดมีผลการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราแต่ละชนิดแตกต่างกันสารเคมีที่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *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 alternative oxidase inhibition (SHAM) ที่ความเข้มข้น 100 mg/l ต่อเชื้อรา *Aspergillus* spp. จากกลีบกระเทียมเน่า จากการศึกษพบว่า สารทั้ง 3 ชนิดมีประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญทางเส้นใยของเชื้อรา *Aspergillus* spp.

Kongtragoul et al. (2019) ได้ทำการศึกษาคความต้านทานต่อ Quinone-outside Inhibitor (Qoi) สารฆ่าเชื้อราใน *Colletotrichum* spp. ที่แยกได้จากโรค Anthracnose ที่เกิดขึ้นในประเทศไทย จากการทดลองพบว่า เชื้อรา *Colletotrichum* spp. สามารถต้านทานต่อสารเคมี azoxystrobin ได้ และสามารถเติบโตบนอาหาร PDA ที่ผสม azoxystrobin 100 mg/l แต่เมื่อผสม salicylhydroxamic

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครเชียงใหม่ และผู้จัดทำไม่จำเป็นต้องนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ➤ ต่างประเทศ

Alviter et al. (2007) ได้ทำการศึกษาความไวพื้นฐาน และความแตกต่างของสารฆ่าเชื้อรา Qol สองชนิดในกลุ่มที่แยกได้ของ *Phytophthora cactorum* ที่ทำให้ผิวเน่า และยอดเน่าบนสตรอเบอร์รี่ จากการทดลองพบว่า การใช้ azoxystrobin และ pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, 1.0, 10 และ 30  $\mu\text{L/ml}$  เมื่อสังเกตจากเส้นใย พบว่าสามารถควบคุมการเจริญเติบโตและการงอกของซุโอสปอร์ ของ *P. cactorum* โดยมีความไวต่อ pyraclostrobin มากกว่า azoxystrobin และความไวต่อ azoxystrobin และ pyraclostrobin อยู่ในระดับปานกลาง แต่มีความสัมพันธ์กันอย่างน้อยมีนัยสำคัญ

Li-hua et al. (2009) ได้ศึกษาการทำงานของสารเคมี azoxystrobin และ salicylhydroxamic (SHAM) ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยของเชื้อ *Colletotrichum capsici*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani* and *Magnaporthe grisea* จากการทดลองพบว่า การใช้สารเคมี azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 0, 1, 10 และ 50  $\mu\text{L/ml}$  ร่วมกับ salicylhydroxamic (SHAM) ที่ความเข้มข้น 100  $\mu\text{L/ml}$  แสดงให้เห็นว่าสามารถยับยั้งการหายใจของเชื้อราทั้ง 4 ชนิดได้เป็นอย่างดี

Seyran et al. (2010) ได้ทำการศึกษาความเป็นพิษในหลอดทดลองของสารยับยั้งออกซิเดสทางเลือก salicylhydroxamic acid (SHAM) และ propyl gallate บน *Fusicladium effusum* จากการทดลองพบว่า การใช้ 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 ในการทดสอบในหลอดทดลอง โดยการใส่ และไม่ใส่ salicylhydroxamic acid (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 ที่ความเข้มข้น 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1 และ 1  $\mu\text{L/ml}$ , pyraclostrobin และ trifloxystrobin ที่ความเข้มข้น 0.0001, 0.001, 0.01 และ 0.1  $\mu\text{L/ml}$  จากการทดลองพบว่าสารทั้ง 3 ชนิด สามารถยับยั้งการงอกของเส้นใยได้ดี ค่า  $EC_{50}$  ที่คำนวณได้มีความสัมพันธ์กันอย่างน้อยมีนัยสำคัญ และเมื่อใช้ สารทั้ง 3 ชนิด ทดสอบร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ที่ความเข้มข้น 60  $\mu\text{L/ml}$  พบว่าสามารถยับยั้งการงอกของเส้นใยได้ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

Duan et al. (2012) ได้ทำการศึกษาระดับยั้ง *Sclerotinia sclerotiorum* ในหลอดทดลอง โดยส่วนผสมของ azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 0, 1.25, 2.5, 5, 10, 20 และ 40  $\mu\text{l/ml}$  ,SHAM ที่ความเข้มข้น 50, 75, 100, 125 และ 150  $\mu\text{l/ml}$  ,thiram ที่ความเข้มข้น 0, 0.03125, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5, 1 และ 4  $\mu\text{l/ml}$  จากการทดลองพบว่า การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย โดยสารเคมี azoxystrobin หรือ azoxystrobin ผสม thiram จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้ดีมากกว่า SHAM แต่การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ SHAM ที่เพิ่มขึ้น

Zhang et al. (2012) ได้ทำการศึกษาความต้านทานของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา QoI ต่อโรคใบจุดในถั่วเหลืองเกิดจาก *Cercospora sojina* ที่ปลูกในทวีปอเมริกาเหนือ โดยใช้สาร 3 ชนิด ได้แก่ azoxystrobin, pyraclostrobin และ trifloxystrobin ความเข้มข้น 0, 0.0001, 0.001, 0.01 และ 0.1  $\mu\text{l/ml}$  โดยทดสอบร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ที่ความเข้มข้น 60  $\mu\text{l/ml}$  ผสมกับอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA จากการทดสอบพบว่า สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราในกลุ่ม QoI เมื่อใช้ร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) สามารถควบคุมเชื้อราได้ดีกว่า

Hincapie et al. (2013) ได้ทำการศึกษความไวพื้นฐานของ *Guignardia citricarpa* ที่แยกได้จากรัฐฟลอริดา โดยใช้ Azoxystrobin และ Pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 0, 0.001, 0.01, 0.1, 1 และ 10  $\mu\text{l/ml}$  จากการทดลองพบว่า การเพิ่ม SHAM ที่ความเข้มข้น 100  $\mu\text{l/ml}$  ลงใน Azoxystrobin และ Pyraclostrobin ช่วยลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ colony ของเชื้อโรคในตระกูลส้มอย่างมีนัยสำคัญ และสามารถควบคุมการงอกของสปอร์

Ma et al. (2018) ที่ได้ศึกษาการตรวจหาและลักษณะเฉพาะของ *Phytophthora capsici* ที่ทนต่อสารเคมี azoxystrobin, pyraclostrobin และ famoxadone ที่ความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 2, 4 และ 8  $\mu\text{l/ml}$  ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 50  $\mu\text{l/ml}$  ก่อให้เกิด Pepper *Phytophthora* Blight ในประเทศจีน จากการศึกษพบว่า สายพันธุ์ *Phytophthora capsici* มีความไวลดลง เพื่อหลีกเลี่ยงการพัฒนาความต้านทานอย่างรวดเร็วควรใช้ QoI ร่วมกับสารฆ่าเชื้อราที่มีรูปแบบการออกฤทธิ์ที่แตกต่างกัน และฉีดพ่นป้องกันตามอัตราที่แนะนำ

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 3.1 เก็บรวบรวมและศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชื้อรา *Phytophthora* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

##### 3.1.1 เก็บรวบรวมตัวอย่างทุเรียนที่แสดงอาการจากเชื้อสาเหตุ *Phytophthora* spp.

###### ➤ การเก็บตัวอย่าง

โดยเก็บตัวอย่างทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora* spp. จากลำต้น และผลของทุเรียน ในพื้นที่จังหวัดชุมพร

###### วิธีการเก็บข้อมูลการทดลอง

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

###### ➤ การแยกเชื้อ *Phytophthora* spp.

โดยใช้วิธี Tissue transplanting technique ตัดชิ้นพืชบริเวณแผลที่พืชโดนเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุ ให้มีขนาด  $0.5 \times 0.5$  cm. ซ้ำเชื้อบริเวณพื้นผิวโดยแช่ 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 องศาเซลเซียส เมื่อสังเกตเห็นเส้นใยของเชื้อราที่เจริญออกมาใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm. ตัดบริเวณปลายเส้นใยที่เจริญออกมา วางบนอาหาร PDA (Potato dextrose agar) บ่มไว้ในตู้บ่มเชื้อ 2-3 วัน ใช้ cork borer ตัดบริเวณปลายเส้นใยเก็บไว้ใน PDA slant สำหรับใช้ในการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ 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 cm. และใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm. ที่ลนไฟฆ่าเชื้อแล้ว 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	
<b>Basal Medium</b>			
*Clarified V8 Concentrate	50 ml	25 ml	
Distilled Water	950 ml	475 ml	
Difco Bacto Agar	15 g	7.5 g	
<b>Amendments</b>			
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 CaCO<sub>3</sub>/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 Azoxystrobin ร่วมกับ SHAM ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรครากเน่า

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ V8 agar ผสมกับสารป้องกันกำจัดเชื้อรา azoxystrobin ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 0, 1, 0.1, 10 และ 100 ppm. ของสารออกฤทธิ์ และเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ V8 agar ผสมกับสารป้องกันกำจัดเชื้อรา azoxystrobin (a.i. 25%) และ salicylhydroxamic acid (SHAM) ความเข้มข้น 100 ppm. จากนั้นใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm. ตัดบริเวณของโคโลนีของเชื้อราแต่ละไอโซเลท และนำไปเลี้ยงบนอาหาร V8 agar ที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อราที่ระดับความเข้มข้น ต่าง ๆ เปรียบเทียบการเจริญของโคโลนีเชื้อรากับชุดควบคุมคือ อาหาร V8 agar ที่ไม่ได้ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ทำการทดลองความเข้มข้นละ 4 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บันทึกผลการทดลอง

1. วัดการเจริญของเชื้อรา โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา
2. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย เพื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

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

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

R1 = รัศมีการเจริญของเชื้อรา

R2 = รัศมีโคโลนีชุดควบคุม

### 3.3 การคำนวณ และประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin ร่วมกับ SHAM

นำเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตมาแสดงกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้น โดยกำหนดให้ (แกน X) เป็นค่า log ของความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่ใช้ทดสอบ และให้ (แกน y) เป็นค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา จากนั้นแทนค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโต จะได้ค่าความเข้มข้น นำมาหาค่า antilog จะได้ความเข้มข้นของสารเคมีที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (Effective concentration; EC<sub>50</sub>) ดังสมการ

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

Y = เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา

X = ความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา โดยนำค่า EC<sub>50</sub> ที่คำนวณได้จากสมการดังกล่าว ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin ร่วมกับ SHAM

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 การแยกและรวบรวมเชื้อรา *Phytophthora* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

จากการเก็บตัวอย่างโรคทุเรียนจาก 5 สวน (location) ในพื้นที่ 4 อำเภอของจังหวัดชุมพร ได้แก่ อำเภอปะทิว อำเภอเมือง อำเภอสวี และอำเภอทุ่งตะโก แสดงรายละเอียดใน Table 4.1 ที่คาดว่าเกิดจากเชื้อสาเหตุ *Phytophthora* spp. ซึ่งมีลักษณะอาการจากลำต้น และผล จะมีแผลจุดฉ่ำน้ำ เปลือกอ่อนเน่าเป็นสีน้ำตาล เนื้อไม้ด้านในเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงถึงน้ำตาลเข้ม (Figure 4.1 a) ลักษณะอาการที่ผลจะเกิดจุดแผลขนาดเล็กสีน้ำตาลดำบนเทาบนผล อาจพบ 1 หรือ 2 จุด หรือมากกว่านั้น และขยายใหญ่เป็นวงกลมหรือค่อนข้างรี ไปตามรูปร่างผลและจะลุกลามเข้าภายในเนื้อทุเรียน (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 Takhrui	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



Figure 4.1 Symptoms of *Phytophthora* disease on (a) stem rot disease, (b) fruit rot disease

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยนำตัวอย่างมาทำการแยกด้วยวิธี Tissue transplanting technique จากตัวอย่างทุเรียนที่แสดงอาการโรครากเน่าโคนเน่า และโรคผลเน่า ที่เก็บภายในจังหวัดชุมพร ซึ่งตัวอย่างที่แยกได้จำนวน 48 ไอโซเลท โดยแบ่งออกเป็น อำเภอเมือง (CL1) จำนวน 13 ไอโซเลท ซึ่งแยกได้จากอาการบนลำต้นทุเรียน อำเภอสวี (CL2) จำนวน 5 ไอโซเลท แยกได้จากอาการบนลำต้นทุเรียน อำเภอทุ่งตะโก (CL3) จำนวน 10 ไอโซเลท แยกได้จากอาการบนลำต้นทุเรียน อำเภอปะทิว (CL4) จำนวน 9 ไอโซเลท ที่แยกได้จากอาการบนลำต้นทุเรียน จำนวน 3 ไอโซเลท และผลทุเรียน จำนวน 6 ไอโซเลท ส่วน (CL5) จำนวน 11 ไอโซเลท ที่แยกได้จากผลทุเรียน (Table 4.2) หลังจากนั้นนำไปทำการแยกเชื้อราบริสุทธ์ single spore สำหรับใช้ในการทดลองครั้งต่อไป

Table 4.2 List of *Phytophthora* spp. 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. สาเหตุโรคทุเรียน

จากเชื้อที่แยกได้ พบว่า เชื้อราทั้งหมดมีลักษณะโคโลนีบนอาหาร V8 agar ดังนี้ โคโลนีมีสีขาว เป็นเส้นใยสีขาวบาง ๆ ซ้อนกันเป็นชั้น (Figure 4.2 a) เจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อขนาด 85 mm. ประมาณ 5-7 วัน จากนั้นหยดน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ 1 หยด ใช้เข็มปลายแหลมเขี่ยเส้นใย หรือสปอร์เชื้อรา บนอาหาร V8 agar นำไปวางบนแผ่นสไลด์ และเขี่ยให้ส่วนของเส้นใย หรือสปอร์เชื้อราให้แตกกระจาย แล้วปิดด้วยแผ่น cover slip หรือใช้วิธีตัดชิ้นวุ้นวางบนแผ่นสไลด์แล้วกดแผ่น cover slip เพื่อช่วยให้ ส่วนของวุ้นแตกกระจายออกและบางลง ตรวจสอบลักษณะเส้นใย และ sporangium ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ การสร้าง sporangium แบบ ovoid, globose, pyriform, limoniform และ ellipsoid ใส ไม่มีสี (hyaline) ส่วนตรงปลายมี papilla (Figure 4.2 b) ส่วนลักษณะเส้นใยเป็นแบบ non-septate เรียวยาว แตกกิ่งก้านแบบ simple sympodium หรืออาจไม่มีความแน่นอน (Figure 4.2 c) และพบ การสร้าง chlamydospores รูปร่างค่อนข้างกลม (Figure 4.2 d) จากลักษณะดังกล่าวจัดจำแนกเป็น *Phytophthora palmivora*

Table 4.3 Morphology characterization of *Phytophthora palmivora* Isolates causing durian disease

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.3 Continues

Isolate code	Sporangium shape	Chlamydo spores
CL2_S1	Ovoid	√
CL2_S2	Ovoid	√
CL2_S3	Obpyriform	√
CL2_S4	Ovoid	√
CL2_S7	Ovoid	√
CL3_S1	Ovoid	√
CL3_S2	Globose	√
CL3_S3	Pyriform	-
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_F6	limoniform	√

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

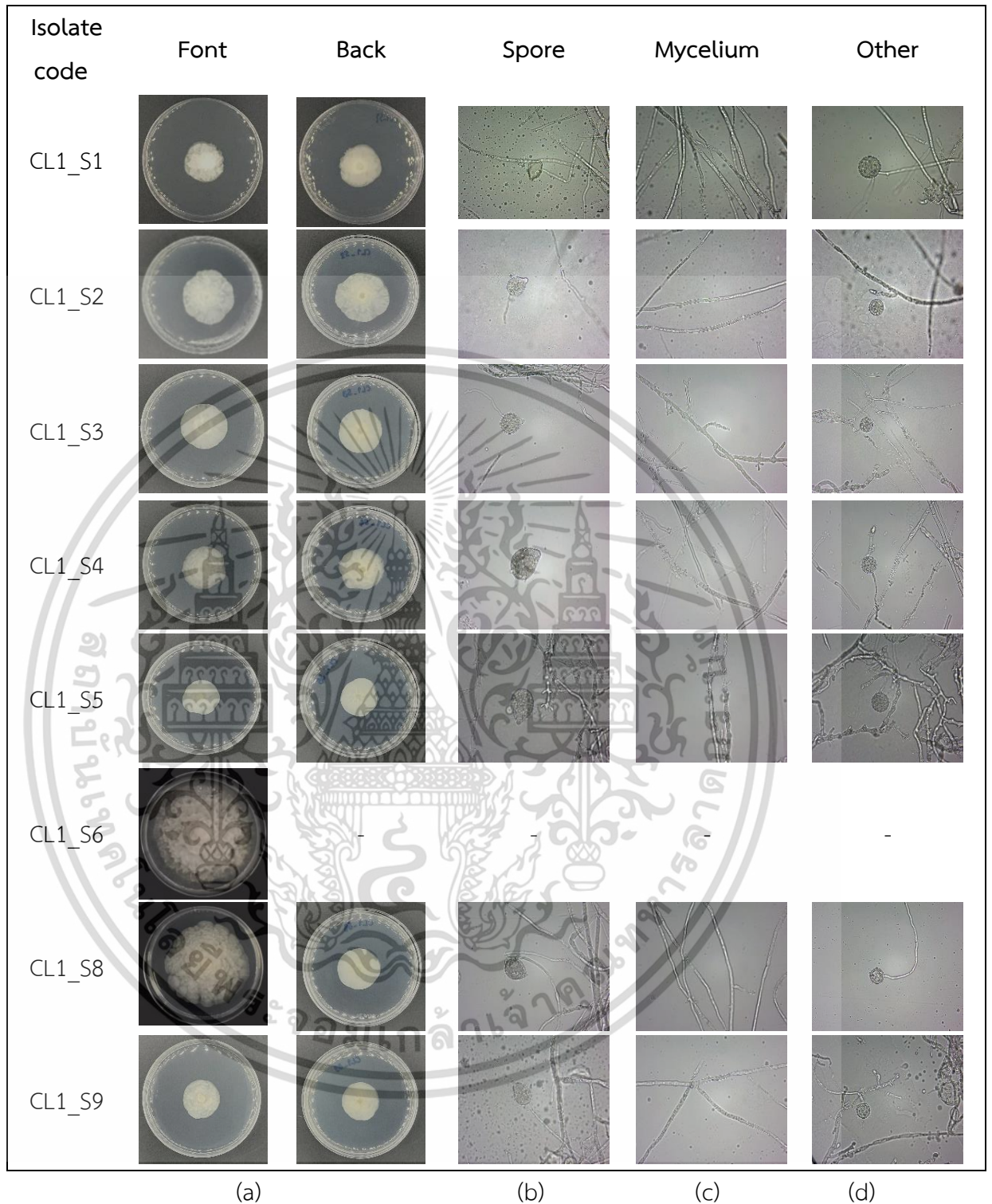
Table 4.3 Continues

Isolate code	Sporangium shape	Chlamydo spores
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 *Phytophthora* spp. Isolates causing durian disease; colony (a), sporangium (b), hypha (c) and chlamydo-spores (d)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

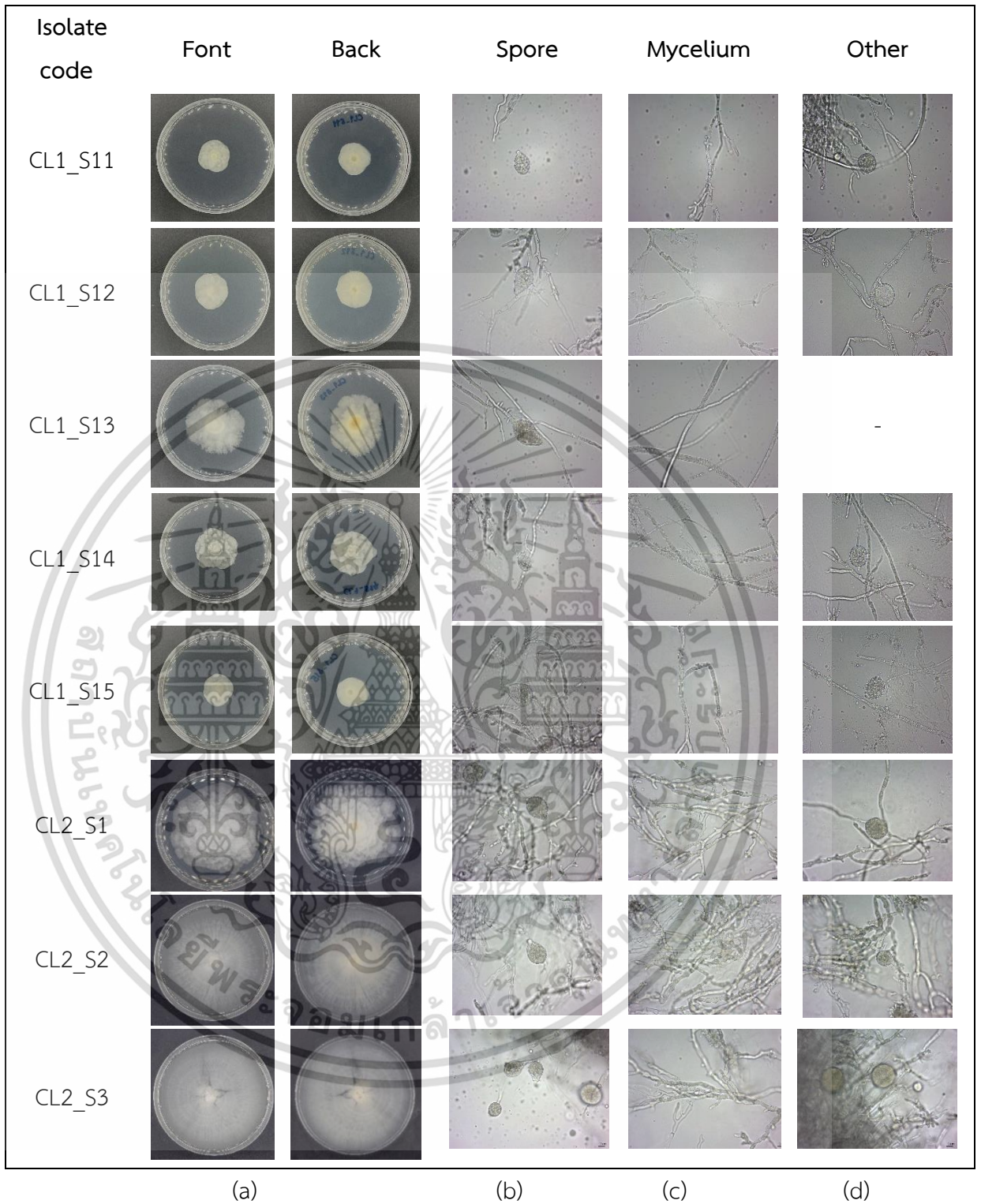


Figure 4.2 Continues

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

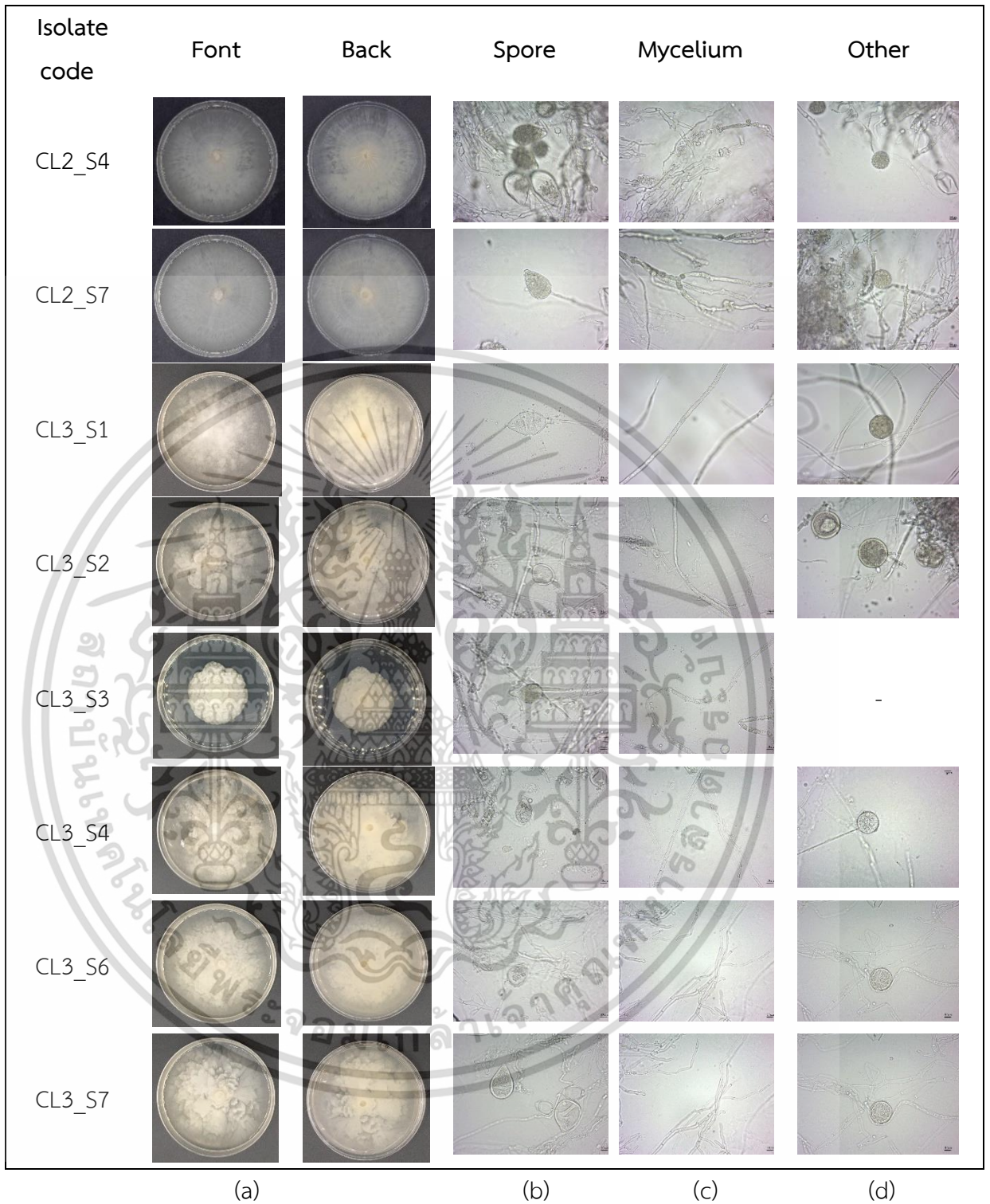


Figure 4.2 Continues

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



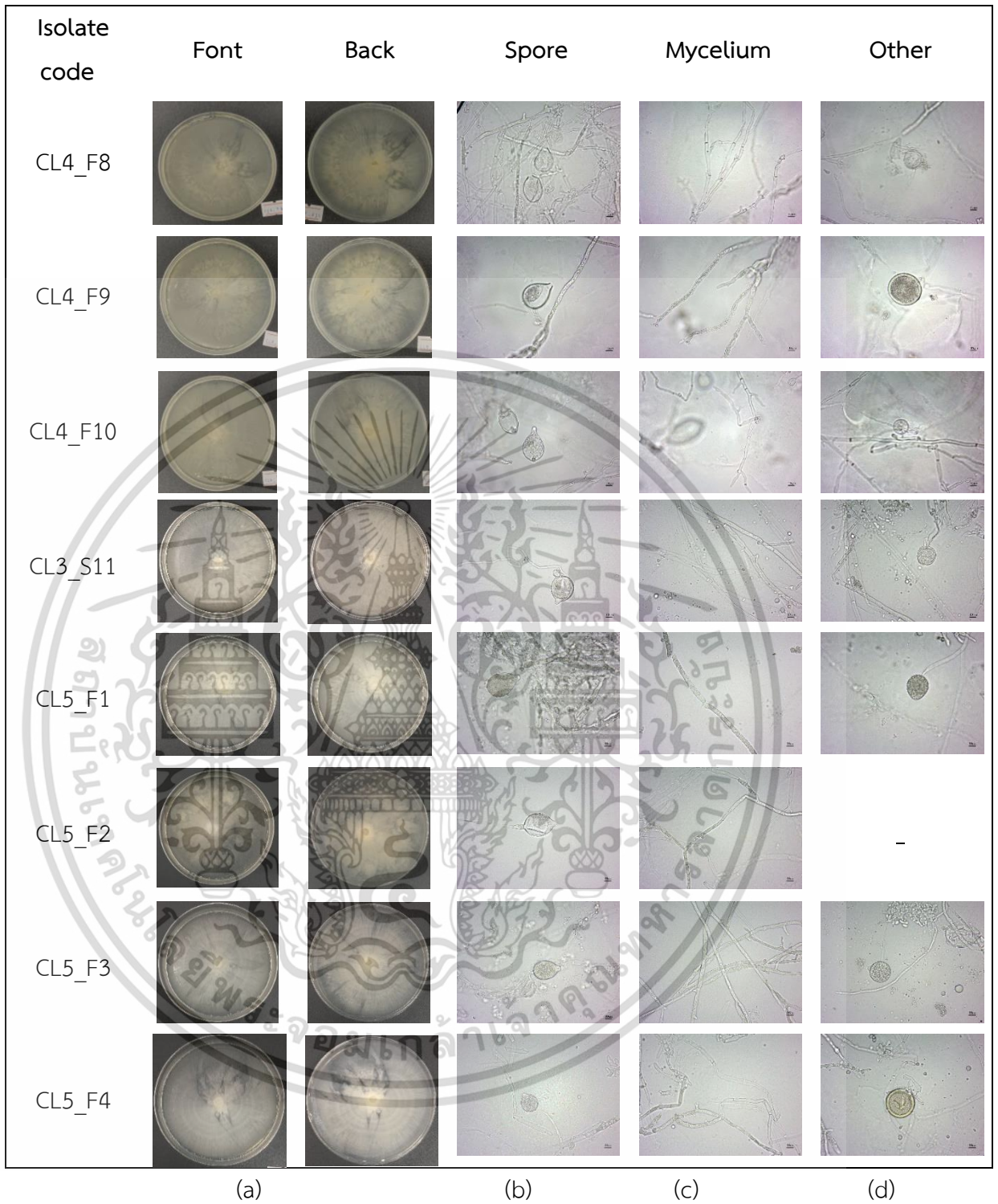


Figure 4.2 Continues

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

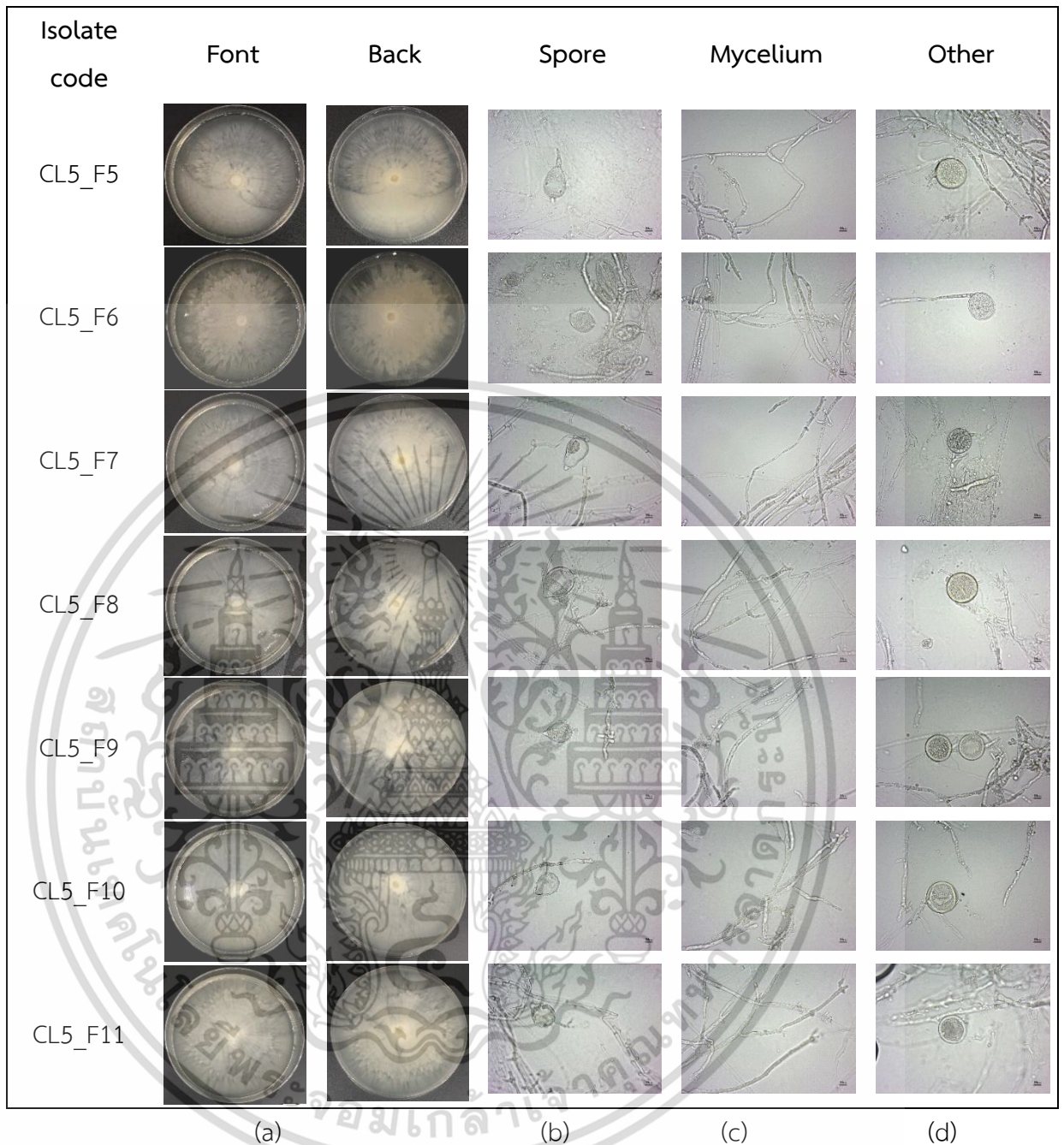


Figure 4.2 Continues

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรครุเรียน

จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin ร่วมกับ salicylhydroxamic acid (SHAM) ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora* spp. บนอาหาร V8 agar คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา พบว่า ประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 100 ppm. ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวน 45 ไอโซเลท ทั้งนี้มีจำนวน 3 ไอโซเลท ที่มีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราน้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ คือ CL1\_S3, CL1\_S12 และ CL1\_S11 โดยมีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตที่ 98.88, 94.97 และ 92.77 ตามลำดับ ในขณะที่ประสิทธิภาพสารเคมี azoxystrobin อย่างเดียว ที่ความเข้มข้น 100 ppm. มีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Phytophthora* spp. มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 10 ไอโซเลท และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 38 ไอโซเลท

จากผลการทดลองข้างต้น พบว่า ประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 100 ppm. ผสมร่วมกับ SHAM ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง (CL1) ทำการทดลองจำนวน 13 ไอโซเลท พบว่ามีจำนวน 2 ไอโซเลท ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ตั้งแต่ความเข้มข้น 10 ppm. ผสมร่วมกับ SHAM คือ CL1\_S4 และ CL1\_S14 ทั้งนี้มีจำนวน 10 ไอโซเลท ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวน 3 ไอโซเลท ที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้น้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ คือ CL1\_S3, CL1\_S12 และ CL1\_S11 โดยมีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตที่ 98.88, 94.97 และ 92.77 ตามลำดับ อำเภอศรี (CL2) ทำการทดลองจำนวน 5 ไอโซเลท พบว่าสามารถยับยั้งได้ ทุกไอโซเลท และมีจำนวน 1 ไอโซเลท ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ตั้งแต่ความเข้มข้น 10 ppm. ผสมร่วมกับ SHAM คือ CL2\_S3 อำเภอทุ่งตะโก (CL3) ทำการทดลองจำนวน 10 ไอโซเลท พบว่าสามารถยับยั้งได้ทุกไอโซเลท และมีจำนวน 2 ไอโซเลท ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ตั้งแต่ความเข้มข้น 10 ppm. ผสมร่วมกับ SHAM คือ CL3\_S9 และ CL3\_S11 อำเภอปะทิว (CL4) ทำการทดลองจำนวน 9 ไอโซเลท พบว่าสามารถยับยั้งได้ทุกไอโซเลท และมีจำนวน 2 ไอโซเลท ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ตั้งแต่ความเข้มข้น 10 ppm. ผสมร่วมกับ SHAM คือ CL4\_F2 และ CL4\_S4 และ (CL5) ทำการทดลองจำนวน 11 ไอโซเลท พบว่าสามารถยับยั้งได้ทุกไอโซเลท และมีจำนวน 4 ไอโซเลท ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ตั้งแต่ความเข้มข้น 10 ppm. ผสมร่วมกับ SHAM คือ CL5\_F1, CL5\_F4, CL5\_F8 และ CL5\_F10 แต่การทดลองประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 100 ppm. เพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า อำเภอทุ่งตะโก (CL3) มีจำนวนไม่ต่ำกว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 ไอโซเลท อำเภอปะทิว (CL4) มีจำนวน 3 ไอโซเลท (CL5) มีจำนวน 5 ไอโซเลท และอำเภอเมือง (CL1) และอำเภอสวี (CL2) ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตทางเส้นใย มาแสดงกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้น กับค่า log ของความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา ในสมการ Regression equation หาค่า antilog แล้วจะได้ค่าความเข้มข้นของสารเคมีที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ( $EC_{50}$ ; effective concentration) พบว่า สารเคมี azoxystrobin ที่ผสมร่วมกับ SHAM สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า  $EC_{50} < 0.1$  mg/l ทุกไอโซเลท ในขณะที่การทดลองประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin เพียงอย่างเดียว สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า  $EC_{50} > 100$  mg/l จำนวน 45 ไอโซเลท ทั้งนี้พบประสิทธิภาพของสารเคมี azoxystrobin เพียงอย่างเดียว สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า  $EC_{50} < 0.1$  mg/l จำนวน 2 ไอโซเลท คือไอโซเลทที่ CL1\_S12 และ CL1\_S13 และมีค่า  $EC_{50} > 10$  ถึง  $> 100$  mg/l จำนวน 3 ไอโซเลท ซึ่งมีค่า  $EC_{50}$  60.82 - 86.37 mg/l (Table 4.5)

**Table 4.4** Fungicide Resistant assay of *Phytophthora* spp. causing durian disease on V8 agar amended azoxystrobin with salicylhydroxamic acid (SHAM).

Isolate code	SHAM (100 ppm.)	Percent of inhibition (%)			
		0.1	1	10	100
CL1_S1	- SHAM	4.70	19.35	20.39	16.93
	+ SHAM	54.86	66.13	93.93	100
CL1_S2	- SHAM	-1.58	16.10	17.16	23.82
	+ SHAM	49.53	69.71	87.29	98.88
CL1_S3	- SHAM	-1.31	8.84	19.52	9.88
	+ SHAM	59.39	78.20	93.70	100
CL1_S4	- SHAM	8.51	17.86	24.71	24.81
	+ SHAM	58.31	79.83	100	100
CL1_S5	- SHAM	8.55	13.74	18.27	12.31
	+ SHAM	66.25	96.17	98.40	100
CL1_S6	- SHAM	8.23	28.49	31.26	20.77
	+ SHAM	60.02	79.08	93.81	100
CL1_S8	- SHAM	1.80	15.74	13.25	14.35
	+ SHAM	57.58	77.10	98.83	100
CL1_S9	- SHAM	0.38	13.74	8.18	14.28
	+ SHAM	57.69	71.04	99.57	100
CL1_S11	- SHAM	3.08	11.80	10.89	9.38
	+ SHAM	69.50	80.19	90.11	92.77
CL1_S12	- SHAM	33.22	27.58	28.48	21.68
	+ SHAM	63.03	85.16	89.78	94.97
CL1_S13	- SHAM	5.88	2.62	31.34	-5.86
	+ SHAM	68.37	80.94	95.68	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.4 Continues.

Isolate code	SHAM (100 ppm.)	Percent of inhibition (%)			
		0.1	1	10	100
CL1_S14	- SHAM	-9.37	8.09	6.25	7.84
	+ SHAM	72.16	94.87	100	100
CL1_S15	- SHAM	-3.16	-7.42	12.36	17.07
	+ SHAM	61.48	7.01	81.19	100
CL2_S1	- SHAM	11.53	6.51	23.63	28.27
	+ SHAM	68.02	84.65	89.02	100
CL2_S2	- SHAM	7.92	9.42	29.04	32.36
	+ SHAM	65.1	85.20	93.26	100
CL2_S3	- SHAM	13.39	11.02	23.89	31.54
	+ SHAM	62.07	92.32	100	100
CL2_S4	- SHAM	-9.73	7.99	22.70	35.40
	+ SHAM	67.48	78.43	93.98	100
CL2_S7	- SHAM	16.01	8.00	20.37	34.61
	+ SHAM	67.90	83.13	91.25	100
CL3_S1	- SHAM	-6.45	-3.23	8.71	15.46
	+ SHAM	69.02	77.96	79.05	100
CL3_S2	- SHAM	20.86	24.51	38.20	32.93
	+ SHAM	66.23	95.46	97.46	100
CL3_S3	- SHAM	12.05	10.03	24.85	35.77
	+ SHAM	68.90	86.27	93.66	100
CL3_S4	- SHAM	-13.41	-51.47	-26.39	5.31
	+ SHAM	67.16	87.07	90.82	100
CL3_S5	- SHAM	6.85	3.14	26.90	26.72
	+ SHAM	64.00	85.79	97.77	100
CL3_S6	- SHAM	-5.14	7.90	23.35	29.10
	+ SHAM	69.91	88.50	98.24	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.4 Continues.

Isolate code	SHAM (100 ppm.)	Percent of inhibition (%)			
		0.1	1	10	100
CL3_S7	- SHAM	14.07	34.48	11.72	32.27
	+ SHAM	49.94	69.26	85.10	100
CL3_S9	- SHAM	5.74	22.28	19.51	42.72
	+ SHAM	67.24	77.13	100	100
CL3_S10	- SHAM	11.39	24.13	23.35	54.52
	+ SHAM	68.86	80.76	92.40	100
CL4_F1	- SHAM	13.26	18.84	46.42	44.37
	+ SHAM	63.87	73.93	86.91	100
CL4_F2	- SHAM	18.74	16.86	14.63	43.68
	+ SHAM	67.82	85.51	100	100
CL4_S3	- SHAM	8.93	15.44	20.65	50.83
	+ SHAM	62.11	76.28	92.01	100
CL4_S4	- SHAM	6.94	19.65	22.49	44.24
	+ SHAM	65.66	82.69	100	100
CL4_S5	- SHAM	5.97	16.30	23.15	51.14
	+ SHAM	65.12	77.82	90.34	100
CL4_F7	- SHAM	7.81	16.32	18.72	49.56
	+ SHAM	62.05	73.95	88.19	100
CL4_F8	- SHAM	16.29	20.39	25.62	51.32
	+ SHAM	63.46	76.91	93.34	100
CL4_F9	- SHAM	7.83	16.03	13.67	46.03
	+ SHAM	57.62	73.54	86.10	100
CL4_F10	- SHAM	-17.06	4.25	-1.59	38.92
	+ SHAM	57.77	71.45	89.25	100
CL3_S11	- SHAM	25.70	36.00	23.55	44.80
	+ SHAM	62.69	91.24	100	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.4 Continues.

Isolate code	SHAM (100 ppm.)	Percent of inhibition (%)			
		0.1	1	10	100
CL5_F1	- SHAM	27.10	38.82	30.85	55.48
	+ SHAM	68.11	78.93	100	100
CL5_F2	- SHAM	31.38	37.21	38.66	55.24
	+ SHAM	68.27	79.37	94.44	100
CL5_F3	- SHAM	23.68	33.91	31.29	50.02
	+ SHAM	64.42	78.44	87.46	100
CL5_F4	- SHAM	28.78	31.86	34.01	42.22
	+ SHAM	75.87	84.92	100	100
CL5_F5	- SHAM	32.96	39.22	40.55	52.62
	+ SHAM	72.07	78.86	91.14	100
CL5_F6	- SHAM	31.78	39.56	39.07	53.65
	+ SHAM	71.35	75.20	94.95	100
CL5_F7	- SHAM	25.32	33.58	33.17	51.55
	+ SHAM	70.35	79.86	98.66	100
CL5_F8	- SHAM	21.67	33.65	27.55	46.47
	+ SHAM	68.45	77.24	100	100
CL5_F9	- SHAM	12.59	31.69	27.26	39.38
	+ SHAM	65.28	75.30	89.58	100
CL5_F10	- SHAM	14.13	27.67	25.84	41.09
	+ SHAM	68.21	75.84	100	100
CL5_F11	- SHAM	17.09	37.14	28.56	49.60
	+ SHAM	68.63	85.98	93.93	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Isolate code	SHAM (100 ppm.)	Regression equation	$R^2$	$EC_{50}^{**}$ (mg/l)
CL1_S1	- SHAM	$y = 1.6386\ln(x) + 13.456$	0.45	>100
	+ SHAM	$y = 7.0886\ln(x) + 70.569$	0.94	<0.1
CL1_S2	- SHAM	$y = 3.3554\ln(x) + 10.012$	0.84	>100
	+ SHAM	$y = 7.1932\ln(x) + 68.071$	0.99	<0.1
CL1_S3	- SHAM	$y = 1.9218\ln(x) + 7.02$	0.45	>100
	+ SHAM	$y = 5.9642\ln(x) + 75.956$	0.96	<0.1
CL1_S4	- SHAM	$y = 2.4212\ln(x) + 16.185$	0.87	>100
	+ SHAM	$y = 6.3077\ln(x) + 77.273$	0.89	<0.1
CL1_S5	- SHAM	$y = 0.6866\ln(x) + 12.427$	0.26	>100
	+ SHAM	$y = 4.4941\ln(x) + 85.031$	0.69	<0.01
CL1_S6	- SHAM	$y = 1.7541\ln(x) + 20.168$	0.26	>100
	+ SHAM	$y = 5.8486\ln(x) + 76.494$	0.96	<0.1
CL1_S8	- SHAM	$y = 1.527\ln(x) + 9.527$	0.50	>100
	+ SHAM	$y = 6.4706\ln(x) + 75.928$	0.91	<0.1
CL1_S9	- SHAM	$y = 1.5695\ln(x) + 7.338$	0.52	>100
	+ SHAM	$y = 6.7515\ln(x) + 74.302$	0.90	<0.1
CL1_S11	- SHAM	$y = 0.7813\ln(x) + 7.888$	0.35	>100
	+ SHAM	$y = 3.4626\ln(x) + 79.156$	0.95	<0.1
CL1_S12	- SHAM	$y = -1.464\ln(x) + 29.426$	0.84	<0.1
	+ SHAM	$y = 4.3621\ln(x) + 78.213$	0.85	<0.1
CL1_S13	- SHAM	$y = -0.282\ln(x) + 8.82$	0.00	<0.1
	+ SHAM	$y = 4.7612\ln(x) + 80.766$	0.96	<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 <sup>2</sup>	EC <sub>50</sub> ** (mg/l)
CL1_S14	- SHAM	$y = 2.1624\ln(x) + 0.713$	0.58	>100
	+ SHAM	$y = 3.85\ln(x) + 87.325$	0.74	<0.1
CL1_S15	- SHAM	$y = 3.4948\ln(x) + 0.689$	0.77	>100
	+ SHAM	$y = 8.2403\ln(x) + 52.933$	0.37	<0.1
CL2_S1	- SHAM	$y = 2.9245\ln(x) + 14.118$	0.73	>100
	+ SHAM	$y = 4.3564\ln(x) + 80.407$	0.95	<0.1
CL2_S2	- SHAM	$y = 4.0363\ln(x) + 15.038$	0.88	>100
	+ SHAM	$y = 4.8971\ln(x) + 80.252$	0.93	<0.1
CL2_S3	- SHAM	$y = 2.9237\ln(x) + 16.594$	0.83	>100
	+ SHAM	$y = 5.2754\ln(x) + 82.524$	0.75	<0.1
CL2_S4	- SHAM	$y = 6.5188\ln(x) + 6.585$	0.99	>100
	+ SHAM	$y = 4.9123\ln(x) + 79.317$	0.98	<0.1
CL2_S7	- SHAM	$y = 2.9606\ln(x) + 16.339$	0.62	>100
	+ SHAM	$y = 4.5349\ln(x) + 80.349$	0.98	<0.1
CL3_S1	- SHAM	$y = 3.3732\ln(x) - 0.261$	0.96	>100
	+ SHAM	$y = 4.0837\ln(x) + 76.806$	0.86	<0.1
CL3_S2	- SHAM	$y = 2.1671\ln(x) + 26.63$	0.67	>100
	+ SHAM	$y = 4.4867\ln(x) + 84.622$	0.71	<0.1
CL3_S3	- SHAM	$y = 3.7341\ln(x) + 16.376$	0.85	>100
	+ SHAM	$y = 4.3729\ln(x) + 82.173$	0.94	<0.1
CL3_S4	- SHAM	$y = 3.5282\ln(x) - 25.552$	0.19	>100
	+ SHAM	$y = 4.4415\ln(x) + 81.149$	0.91	<0.1
CL3_S5	- SHAM	$y = 3.6207\ln(x) + 11.734$	0.72	>100
	+ SHAM	$y = 5.2107\ln(x) + 80.891$	0.88	<0.1

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.5 Continues.

Isolate code	SHAM (100 ppm.)	Regression equation	R <sup>2</sup>	EC <sub>50</sub> ** (mg/l)
CL3_S6	- SHAM	$y = 5.1321\ln(x) + 7.894$	0.97	>100
	+ SHAM	$y = 4.3434\ln(x) + 84.162$	0.88	<0.1
CL3_S7	- SHAM	$y = 1.3828\ln(x) + 21.543$	0.12	>100
	+ SHAM	$y = 7.2102\ln(x) + 67.774$	1.00	<0.1
CL3_S9	- SHAM	$y = 4.6978\ln(x) + 17.154$	0.84	>100
	+ SHAM	$y = 5.2615\ln(x) + 80.035$	0.89	<0.1
CL3_S10	- SHAM	$y = 5.5855\ln(x) + 21.917$	0.81	>100
	+ SHAM	$y = 4.5627\ln(x) + 80.252$	0.99	<0.1
CL4_F1	- SHAM	$y = 5.2511\ln(x) + 24.677$	0.83	>100
	+ SHAM	$y = 5.271\ln(x) + 75.109$	1.00	<0.1
CL4_F2	- SHAM	$y = 3.1525\ln(x) + 19.848$	0.48	>100
	+ SHAM	$y = 4.822\ln(x) + 82.781$	0.88	<0.1
CL4_S3	- SHAM	$y = 5.6853\ln(x) + 17.417$	0.83	>100
	+ SHAM	$y = 5.6198\ln(x) + 76.13$	0.98	<0.1
CL4_S4	- SHAM	$y = 4.9831\ln(x) + 17.593$	0.91	>100
	+ SHAM	$y = 5.2259\ln(x) + 81.071$	0.89	<0.1
CL4_S5	- SHAM	$y = 6.1826\ln(x) + 17.022$	0.90	>100
	+ SHAM	$y = 5.0882\ln(x) + 77.462$	1.00	<0.1
CL4_F7	- SHAM	$y = 5.5438\ln(x) + 16.72$	0.82	>100
	+ SHAM	$y = 5.5629\ln(x) + 74.643$	1.00	<0.1
CL4_F8	- SHAM	$y = 4.7911\ln(x) + 22.889$	0.82	>100
	+ SHAM	$y = 5.4743\ln(x) + 77.125$	0.98	<0.1
CL4_F9	- SHAM	$y = 4.8745\ln(x) + 15.278$	0.72	>100
	+ SHAM	$y = 6.0671\ln(x) + 72.33$	1.00	<0.1

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.5 Continues.

Isolate code	SHAM (100 ppm.)	Regression equation	R <sup>2</sup>	EC <sub>50</sub> ** (mg/l)
CL4_F10	- SHAM	$y = 7.0399\ln(x) - 1.975$	0.78	>100
	+ SHAM	$y = 6.2751\ln(x) + 72.393$	0.99	<0.1
CL3_S11	- SHAM	$y = 1.9478\ln(x) + 30.27$	0.35	>100
	+ SHAM	$y = 5.2415\ln(x) + 82.448$	0.78	<0.1
CL5_F1	- SHAM	$y = 3.3515\ln(x) + 34.204$	0.63	>100
	+ SHAM	$y = 5.07\ln(x) + 80.923$	0.90	<0.1
CL5_F2	- SHAM	$y = 3.1717\ln(x) + 36.971$	0.85	60.82
	+ SHAM	$y = 4.7885\ln(x) + 80.007$	0.97	<0.1
CL5_F3	- SHAM	$y = 3.318\ln(x) + 30.905$	0.79	>100
	+ SHAM	$y = 5.0274\ln(x) + 76.792$	0.99	<0.1
CL5_F4	- SHAM	$y = 1.8444\ln(x) + 32.094$	0.91	>100
	+ SHAM	$y = 3.7988\ln(x) + 85.824$	0.90	<0.1
CL5_F5	- SHAM	$y = 2.6192\ln(x) + 38.322$	0.90	86.37
	+ SHAM	$y = 4.1723\ln(x) + 80.714$	0.99	<0.1
CL5_F6	- SHAM	$y = 2.8281\ln(x) + 37.759$	0.85	75.82
	+ SHAM	$y = 4.5905\ln(x) + 80.09$	0.92	<0.1
CL5_F7	- SHAM	$y = 3.3997\ln(x) + 31.991$	0.83	>100
	+ SHAM	$y = 4.6795\ln(x) + 81.83$	0.92	<0.1
CL5_F8	- SHAM	$y = 2.9662\ln(x) + 28.92$	0.69	>100
	+ SHAM	$y = 5.0991\ln(x) + 80.552$	0.89	<0.1
CL5_F9	- SHAM	$y = 3.298\ln(x) + 23.933$	0.76	>100
	+ SHAM	$y = 5.1438\ln(x) + 76.618$	1.00	<0.1
CL5_F10	- SHAM	$y = 3.4331\ln(x) + 23.23$	0.85	>100
	+ SHAM	$y = 5.1911\ln(x) + 80.036$	0.88	<0.1

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

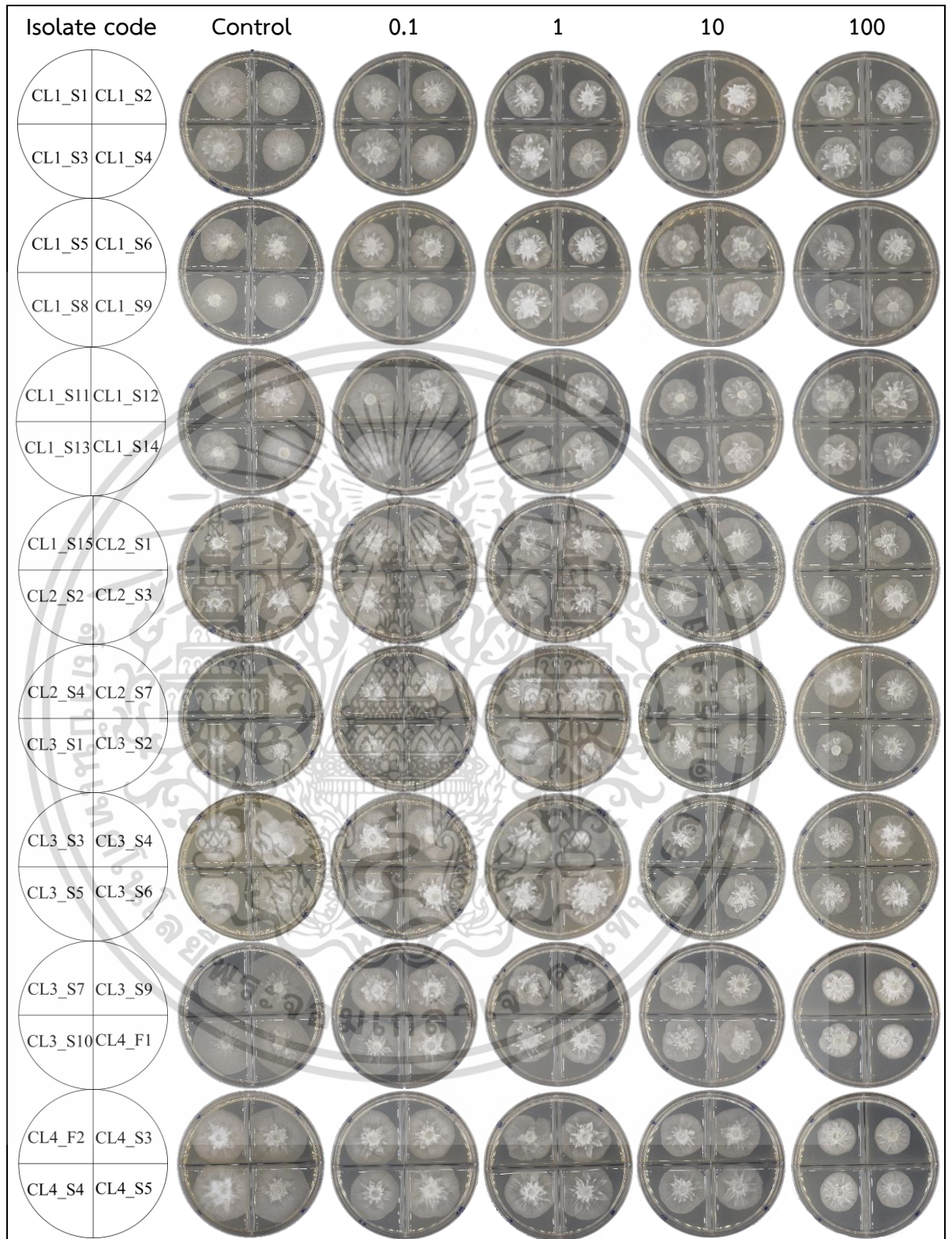
Table 4.5 Continues.

Isolate code	SHAM (100 ppm.)	Regression equation	R <sup>2</sup>	EC <sub>50</sub> <sup>**</sup> (mg/l)
CL5_F11	- SHAM	$y = 3.863\ln(x) + 28.65$	0.70	>100
	+ SHAM	$y = 4.4324\ln(x) + 82.032$	0.94	<0.1

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

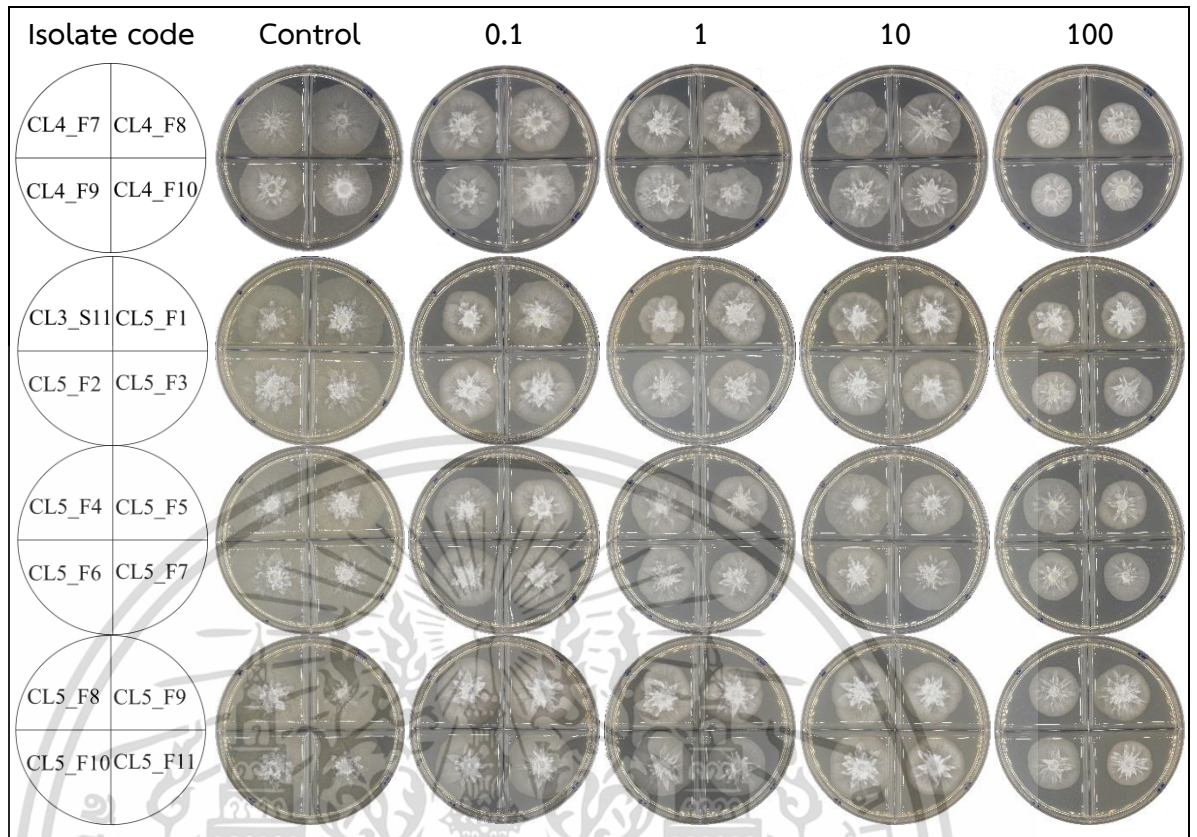
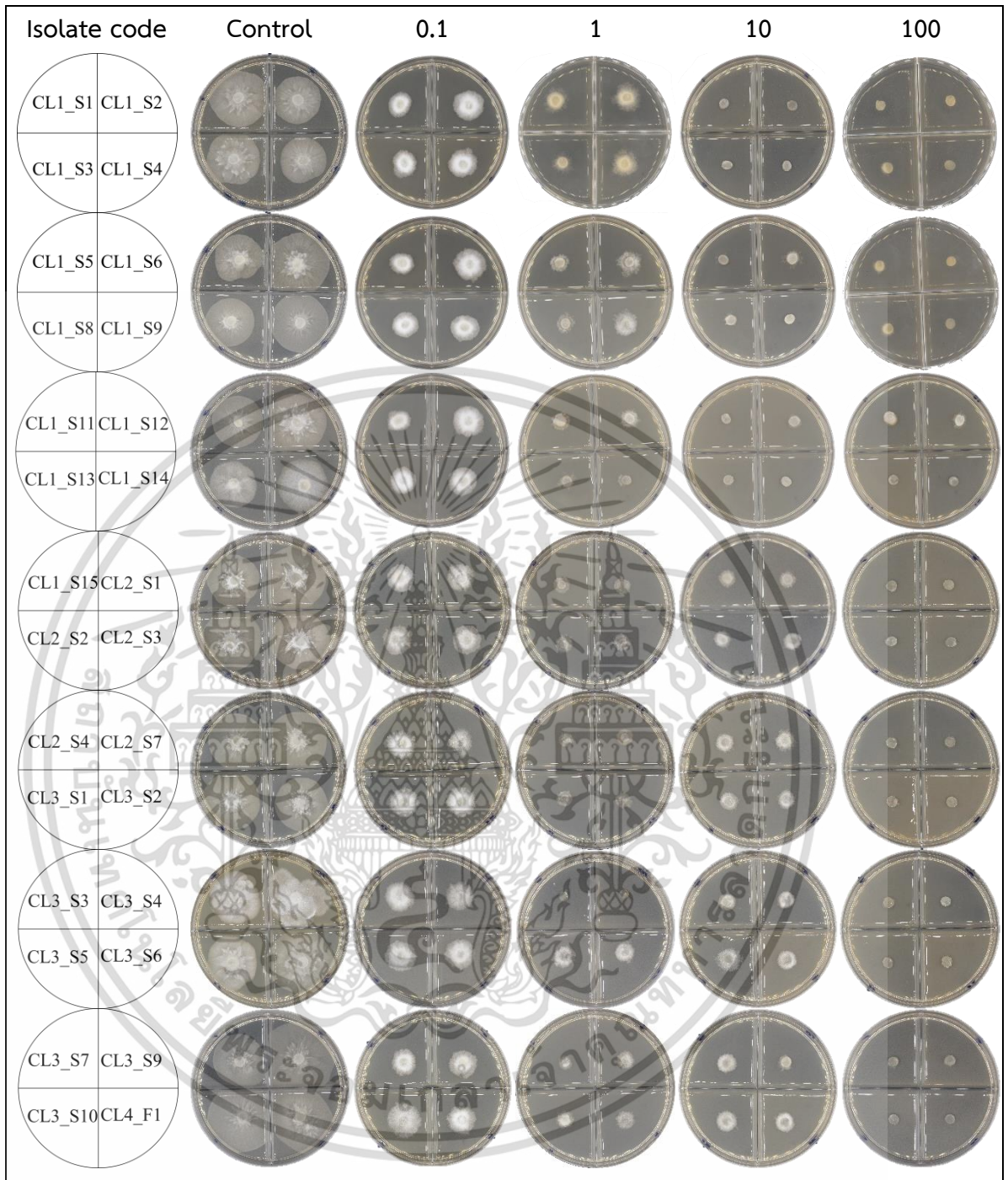


Figure 3 continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Figure 4.3** The azoxystrobin with salicyhydroxamic acid (SHAM) sensitivity of *Phytophthora* spp. 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 อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

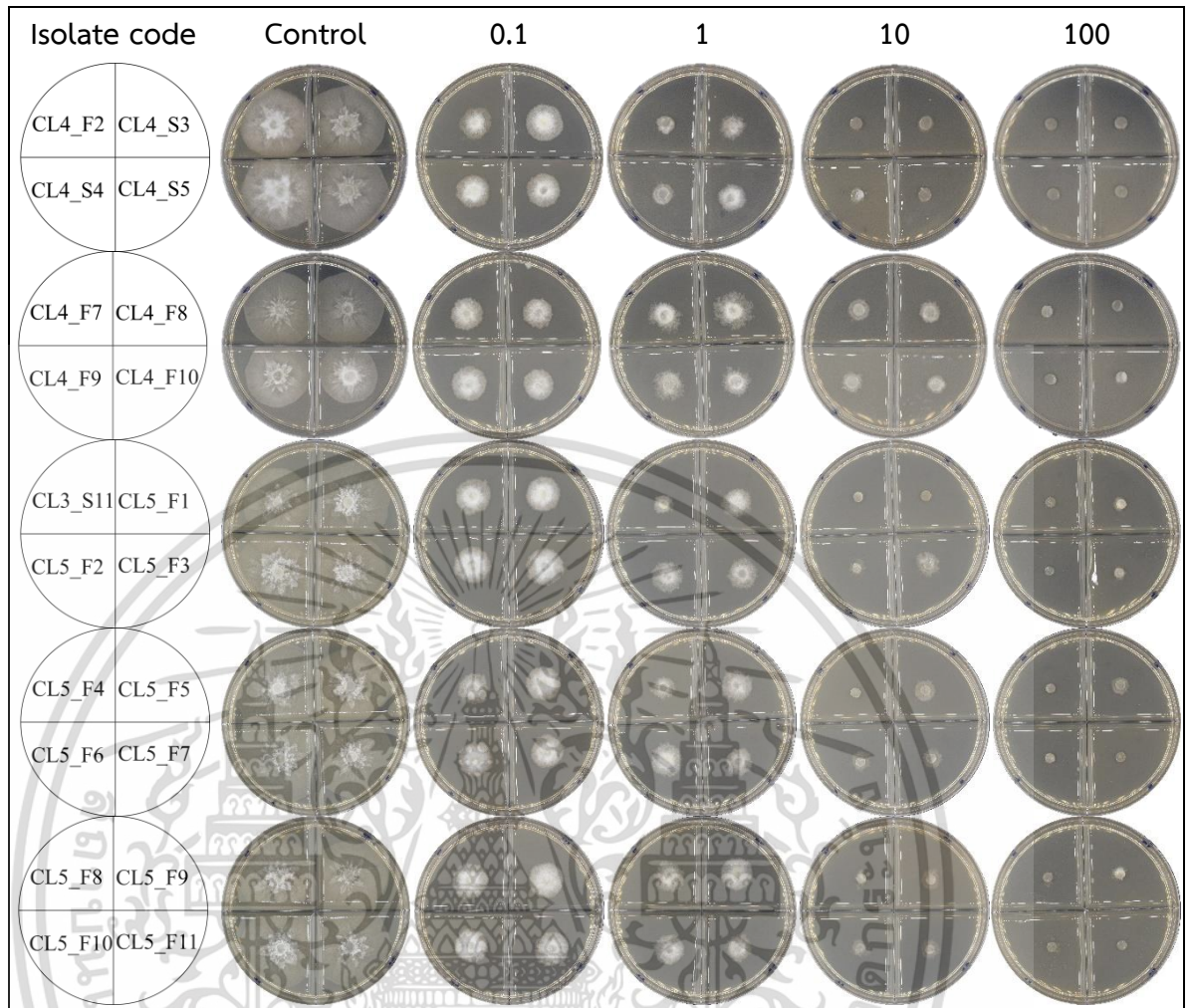


Figure 3 continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### วิจารณ์ผลการทดลอง

#### 5.1 การแยกและรวบรวมเชื้อรา *Phytophthora* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

จากการเก็บตัวอย่างโรคทุเรียนจาก 5 สวน (location) ในเขตพื้นที่ 4 อำเภอของจังหวัดชุมพร ทำการแยกเชื้อราโดยวิธี Tissue transplanting technique โดยใช้อาหาร V8 selective media เป็นอาหารจำเพาะสำหรับการคัดเลือกเชื้อรา *Phytophthora* spp. สามารถแยกเชื้อราบริสุทธิ์ ได้จำนวน 48 ไอโซเลท ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40X มีลักษณะลักษณะเส้นใยเป็นสีขาวไม่มีสี (hyaline) รูปร่างเป็นเส้นยาวไม่มีผนังกัน (Coenocytic hyphae) สร้าง sporangium แบบ ovoid, globose, obpyriform และ limoniform ตรงปลายมี papilla และ non-papilla เส้นใยแตกกิ่งก้านแบบ simple sympodial และ compound sympodial สร้าง chlamydospores รูปร่างค่อนข้างกลม จัดจำแนกเป็นเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ตรงตามรายงานของ Gallegly and Hong (2008), Yang et al. (2017) และ Hui-cai Zeng (2018)

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

จากการประเมินประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัด azoxystrobin ร่วมกับ SHAM ต่อการเจริญเติบโตทางเส้นใยของเชื้อรา *P. palmivora* จำนวน 48 ไอโซเลท ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าการผสม SHAM ที่ความเข้มข้น 100 ppm. ร่วมกับสารเคมีป้องกันกำจัด azoxystrobin ทุกระดับความเข้มข้น มีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัด azoxystrobin เพิ่มขึ้น และสามารถยับยั้งการเจริญได้ดีกว่าในกรรมวิธีที่มีสารเคมีป้องกันกำจัด azoxystrobin อย่างเดียว (ไม่ผสม SHAM) เพราะ SHAM เป็น alternative inhibitor เข้าไปยับยั้งขบวนการถ่ายทอดอิเล็กทรอนิกส์ข้าม (hua et al. 2019) สอดคล้องกับรายงานของ Alviter et al. (2007) ที่ได้ทำการศึกษาสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา azoxystrobin และ pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10 และ 30  $\mu\text{g/ml}$  ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 100  $\mu\text{g/ml}$  ต่อการยับยั้งเชื้อรา *P. cactorum* สาเหตุโรคผิวเน่าและยอดเน่าของสตรอเบอร์รี่ พบว่าการใช้ azoxystrobin และ pyraclostrobin ที่ความเข้มข้นดังกล่าว ร่วมกับ SHAM สามารถควบคุมการเจริญเติบโตและการงอกของสปอร์ นอกจากนี้ Li-hua et al. (2009) ที่ได้ทำการทดลองการใช้สารเคมี azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 0, 1, 10 และ 50  $\mu\text{g/ml}$  ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 100  $\mu\text{g/ml}$  สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*Colletotrichum capsici*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani* and *Magnaporthe grisea* ที่แยกจากพันธุ์ป่า (Wild type) พบว่าการใช้สารเคมี azoxystrobin ร่วมกับ SHAM สามารถยับยั้งการหายใจของเชื้อราทั้ง 4 ชนิดได้ ขณะที่ Seyran et al. (2010) ได้ทำการศึกษาความเป็นพิษในหลอดทดลองของสารป้องกันกำจัดเชื้อรา azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 0, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.03, 0.1, 0.3, 1.0 และ 3.0  $\mu\text{l/ml}$  ร่วมกับ SHAM และ propyl gallate (PG) ที่ความเข้มข้น 100  $\mu\text{l/ml}$  ในการยับยั้งเชื้อรา *Fusicladium effusum* สาเหตุโรค Pecan scab พบว่าการใช้ azoxystrobin ทดสอบในหลอดทดลอง โดยการผสม และไม่ผสม SHAM และ PG แสดงให้เห็นการตอบสนองต่อสารเคมี azoxystrobin อย่างชัดเจน มีค่า  $EC_{50}$  ที่คำนวณได้คือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ Hincapie et al. (2013) ที่ได้ทำการศึกษาความไวของเชื้อรา *Guignardia citricarpa* สาเหตุโรคตระกูลส้มจากรัฐฟลอริดา ต่อสารเคมีป้องกันกำจัด azoxystrobin และ pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 0, 0.001, 0.01, 0.1, 1 และ 10  $\mu\text{l/ml}$  พบว่า การผสม SHAM ที่ความเข้มข้น 100  $\mu\text{l/ml}$  ลงใน azoxystrobin และ pyraclostrobin สามารถลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ colony ของเชื้อสาเหตุโรดดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ และสามารถควบคุมการงอกของสปอร์ได้เป็นอย่างดี เช่นเดียวกับ Ma et al. (2018) ที่ได้ศึกษา *P. capsici* ที่ทนต่อสารเคมี azoxystrobin, pyraclostrobin และ famoxadone ที่ความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 2, 4 และ 8  $\mu\text{l/ml}$  ร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 100  $\mu\text{l/ml}$  ก่อให้เกิด Pepper Phytophthora Blight ในประเทศจีน พบว่า การเจริญเติบโตของเส้นใยโดย azoxystrobin ด้วย SHAM ที่ 50  $\mu\text{l/ml}$  นั้นดีกว่า azoxystrobin เพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับ Kongtragoul et al. (2019) ที่ได้ทำการศึกษาความต้านทานของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ของพริก มะม่วง ส้ม และกล้วยไม้ แยกได้จากโรค anthracnose ที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ต่อ Quinone- outside Inhibitor (Qoi) ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า การผสม SHAM ที่ 100 mg/l ร่วมกับสารเคมี azoxystrobin สามารถควบคุมเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ได้ดี ทั้งนี้ พรประพาและคณะ (2562) ได้ทำการศึกษาผลของสารเคมีกำจัดเชื้อรา azoxystrobin pyraclostrobin และ trifloxystrobin ที่ความเข้มข้น 0, 1, 10 และ 100 mg/l ร่วมกับ alternative oxidase inhibition (SHAM) ที่ความเข้มข้น 100 mg/l ต่อเชื้อรา *Aspergillus* spp. มีประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญทางเส้นใย ขณะที่ Bradley and Pedersen (2011) ที่ได้ทำการศึกษาการต้านทานเชื้อรา *Cercospora zea-maydis* เชื้อสาเหตุโรคใบจุดของข้าวโพดในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้สารเคมี azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1 และ 1  $\mu\text{l/ml}$ , pyraclostrobin และ trifloxystrobin ที่ความเข้มข้น 0.0001, 0.001, 0.01 และ 0.1  $\mu\text{l/ml}$  จากการทดลองพบว่าสารทั้ง 3 ชนิด สามารถยับยั้งการงอกของเส้นใยได้ดี มีค่า  $EC_{50}$  ที่คำนวณได้มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิด ทดสอบร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 60  $\mu\text{l/ml}$  พบว่าสามารถยับยั้งการงอกของเส้นใยได้ดีกว่าอย่างมี

นัยสำคัญ เช่นเดียวกับ Zhang et al. (2012) ที่ได้ทำการศึกษาความต้านทานของสารเคมีป้องกันกำจัดไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อรา Qol ต่อโรคใบจุดในถั่วเหลืองเกิดจากเชื้อรา *Cercospora sojina* ที่ปลูกในทวีปอเมริกาเหนือ โดยใช้สารเคมี 3 ชนิด ได้แก่ azoxystrobin, pyraclostrobin และ trifloxystrobin ความเข้มข้น 0, 0.0001, 0.001, 0.01 และ 0.1  $\mu\text{l/ml}$  โดยทดสอบร่วมกับ SHAM ที่ความเข้มข้น 60  $\mu\text{l/ml}$  พบว่า สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรากลุ่ม Qol เมื่อใช้ร่วมกับ SHAM สามารถควบคุมเชื้อราได้ดีมาก และในกรณีที่ใช้สารเคมี 3 ชนิด โดยไม่ผสม SHAM มีค่า  $EC_{50}$  แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ Duan et al. (2012) ได้ทำการศึกษาการยับยั้ง *Sclerotinia sclerotiorum* ในหลอดทดลองโดยการผสมของ azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 0, 1.25, 2.5, 5, 10, 20 และ 40  $\mu\text{l/ml}$  ,SHAM ที่ความเข้มข้น 50, 75, 100, 125 และ 150  $\mu\text{l/ml}$  ,thiram ที่ความเข้มข้น 0, 0.03125, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5, 1 และ 4  $\mu\text{l/ml}$  จากการทดลองพบว่า การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย โดยสารเคมี azoxystrobin หรือ azoxystrobin ผสม thiram จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้ดีมากกว่า SHAM แต่การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ SHAM ที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้พบว่าไม่สอดคล้องกับรายงานของพิกุล และ อัจฉรา (2558) ที่ได้ทดสอบสารเคมี azoxystrobin เพียงอย่างเดียวในระดับความเข้มข้นสูงสุดของการทดลอง 100 mg/l พบว่าไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตทางเส้นใยของเชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรกโนสของแก้วมังกรได้ ทั้งนี้อาจเกิดจากไม่มี alternative inhibitor จึงทำให้เชื้อราสามารถหายใจและมีการเจริญเติบโตต่อไปได้ สำหรับการทดลองในสภาพห้องปฏิบัติการของสารเคมีป้องกันกำจัดกลุ่ม Qol จึงมีความจำเป็นต้องมีการผสม alternative inhibitor เช่น SHAM หรือ PG (Seyran et al. 2010) เพื่อป้องกันการถ่ายทอดอิเล็กตรอนข้ามที่ Cytochrome b1 Complex III

จากการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสารเคมี azoxystrobin ยังคงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora palmivora* โรคทุเรียนจาก 5 สวน (location) ในพื้นที่ 4 สวน ภายในจังหวัดชุมพร แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีในกลุ่ม Qol ยังคงต้องมีความระมัดระวัง เพราะสารในกลุ่มนี้มีจุดจับจำเพาะจุดเดียว หรือจุดจับจำเพาะเจาะจง ที่ Cytochrome b1 Complex III จึงมีเสี่ยงต่อการดื้อในระดับสูง (Fungicide resistance action committee. 2020)

## บทที่ 6

### สรุปผลการทดลอง

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- ธรรมศักดิ์ สมมาตย์. 2543. สารป้องกันกำจัดโรคพืช, คู่มือสารเคมีควบคุมโรคพืชสำหรับประชาชน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ. 371 หน้า.
- ธิดา เดชชวบ. 2559. สารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดโรคพืช, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. 195 หน้า.
- พรประพา คงตระกูล, กัญจน์ชญา ธงศิลา และ พรธนิภา ย้วยล. 2562. ผลของสารเคมีกำจัดเชื้อรา azoxystrobin pyraclostrobin และ trifloxystrobin ร่วมกับ alternative oxidase inhibition ต่อเชื้อรา *Aspergillus* spp. จากกลีบกระเทียมเน่า. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 50: 3 (พิเศษ): 155-158.
- พิกุล นุชนวลรัตน์ และ อัจฉรา บุญโรจน์. 2558. ผลของสารเคมี Prochloraz, Benomyl, Carbendazim, Azoxystrobin, Mancozeb และ Copper oxychloride ต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของแก้วมังกร. วารสารวิจัยไร่ไพพรรณี. 9(2): 15-20.
- มณีรัตน์ คุณาพิทักษ์ธรรม. 2561. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเกิดโรคของเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียนในประเทศไทย. สาขาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี. 41 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2563. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ออนไลน์). แหล่งข้อมูล: [http://www.oae.go.th/assets/portals/1/ebookcategory/24\\_trend2563](http://www.oae.go.th/assets/portals/1/ebookcategory/24_trend2563). (19 มิถุนายน 2563).
- สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 2554. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.doa.go.th/share/attachment.php?aid=2968> (25 พฤศจิกายน 2563).
- 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Bradley, C.A. and Pedersen, D.K. 2011. Baseline sensitivity of *Cercospora zea-maydis* to Quinone Outside Fungicides Department of Crop Sciences, University of Illinois, Urbana 61801. *Plant Disease*. 95: 189-194
- Dicheng, M., Jiangong, J., Leiming, H., Kaidi, C., Wei, M. and Feng L. 2018. Detection and Characterization of Qol-Resistant *Phytophthora capsici* Causing Pepper *Phytophthora Blight* in China, College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Shandong 271018, China.
- Drenth and Goodwin. 1999. Structure and Dynamics of fungal Populations. Population Structure of Oomycetes. Chapter 9. January 1999. 195-224.
- Drenth, A. and Sendall, B. 2004. Economic impact of *Phytophthora* diseases in Southeast Asia. ACIVR Monograph No.114-238.
- Duan, Y., Shengming, L., Changyan, G., Xijie, F., Changjun, C. and Mingguo, Z. 2012. In vitro inhibition of *Sclerotinia sclerotiorum* by mixtures of azoxystrobin, SHAM and thiram. Pesticide Biochemistry and Physiology College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing China.
- Ferguson, A.J. and Jeffer, S.N. 1999. Identifying species of *Phytophthora*. *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.
- Gisi, U. and Sierotzki, H. 2015. Oomycete Fungicides: Phenylamides, Quinone Outside Inhibitors, and Carboxylic Acid Amides, *In*: Ishii, H. and Hollomon, (eds.). *Fungicide Resistance in Plant Pathogens*. 145-174.
- Hincapie, M., Nan-Yi, W., Natalia, A.P. and Megan M.D. 2013. Baseline Sensitivity of *Guignardia citricarpa* Isolates from Florida to Azoxystrobin and Pyraclostrobin. *Plant Dis*. 98:780-789.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Hong CX, Gallegly ME, Richardson PA, Kong P, Moorman GW (2008) *Phytophthora irrigata*, a new species isolated from irrigation reservoirs and rivers in Eastern United States of America. FEMS Microbiology Letters 285: 203–211.
- Hong CX, Gallegly ME, Richardson PA, Kong P, Moorman GW, et al. (2010) *Phytophthora hydropathica*, a new pathogen identified from irrigation water, *Rhododendron catawbiense* and *Kalmia latifolia*. Plant Pathology 59: 913–921.
- Ishii, H., Fraaije, B., Sugiyama, T., Noguchi, K., Nishimura, K., Takeda, T., Amano, T. and Hollomon, DW. 2001. Occurrence and molecular characterization of strobilurin resistance in cucumber powdery mildew and downy mildew. Phytopathology 91: 1166– 1171.
- Jeffers, S.N. and Martin, S. 1986. Identifying species of *Phytophthora*. Plant Disease. 70: 1038-1043.
- Kongtragoul, P., Imamoto, K. and Ishii, H. 2019. Resistance to Quinone-oxidoreductase Inhibitor (QoI) Fungicides in *Colletotrichum* Species Isolated from Anthracnose Disease Occurring in Thailand. Current Applied Science and Technology. Vo. 20. No. 1
- Kurt Lamour. 2013. *Phytophthora: a global perspective* (CABI plant protection series; 2) CABI is a trading name of CABI International
- Li-hua, J., CHEN, Y., Chang-jun, C., Jian-xin, W. and Ming-guo, Z. 2009. Activity of azoxystrobin and SHAM to Four Phytopathogens. Agricultural Sciences in China. 8: 835-842.
- Paul, R.J., Stephen, B., Whisson, C. 2001. *Phytophthora infestans* enters the genomics era. Molecular Plant Pathology Volume 2, Issue 5 p. 257-263.
- Panca, J.S., Nyoman P.A., Pancoro, A. and Suhandono, S. 2015. School of Life Science and Technology, Institute Teknologi Bandung, Indonesian Tropical Fruit Research Institute. IAARD, Sumatra Barat, 27301, Indonesia.
- Rebollar-Alviter, 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 Dis. 91:1625-1637.

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 Sci. 83:421–427.

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

Zhang, Dianne K. Pedersen, Daniel V. Phillips, Carl A. Bradley. 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	นางสาวสุชานันท์ บุญล้ำ
วัน/เดือน/ปี เกิด	19 มิถุนายน 2540
ที่อยู่อาศัย	บ้านเลขที่ 158 หมู่ 7 ตำบลสลวย อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร 86140
ประวัติการศึกษา	อนุบาล 1-3 โรงเรียนบ้านคันทรีย์ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ประถมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนบ้านคันทรีย์ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร มัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยอาชีวศึกษาชุมพร อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) เกษตรศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีชุมพร อำเภอทุ่งตะโก จังหวัดชุมพร ปัจจุบันศึกษาปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช ชั้นปีที่ 4 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้