



ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl AI และ phosphonic acid  
ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรคมะเร็ง  
ในสภาพห้องปฏิบัติการ

*In vitro* evaluation of fosetyl AI and phosphonic acid for controlling  
*Phytophthora palmivora*, causal agent of durian disease

ศันศนีย์ พันธะคาร

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา  
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)  
ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โครงการพิเศษ

ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl AI และ phosphonic acid ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรคทุเรียน ในสภาพห้องปฏิบัติการ

*In vitro* evaluation of fosetyl AI and phosphonic acid for controlling *Phytophthora palmivora*, causal agent of durian disease



เสนอ

หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โครงการพิเศษปีการศึกษา 2563

ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl AI และ phosphonic acid ในการควบคุมเชื้อรา  
*Phytophthora palmivora* สาเหตุโรครุเรียน ในสภาพห้องปฏิบัติการ

*In vitro* evaluation of fosetyl AI and phosphonic acid for controlling  
*Phytophthora palmivora*, causal agent of durian disease

ศันศนีย์ พันธะการ

โครงการพิเศษนี้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
(เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เห็นชอบ/รับรอง

*P. Kongtragoul*

(ผศ.ดร.พรประพา คงตระกูล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

โครงการพิเศษนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	: ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl Al และ phosphonic acid ในการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora palmivora</i> สาเหตุโรคทุเรียน ในสภาพห้องปฏิบัติการ
ผู้เขียน	: นางสาวศันสนีย์ พันธะการ
ปริญญา	: วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)
หลักสูตร	: เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช
ภาควิชา	: เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	: ผศ.ดร. พรประพา คงตระกูล

### บทคัดย่อ

เชื้อรา *Phytophthora palmivora* เป็นเชื้อสาเหตุของโรคที่สร้างความเสียหายต่อการผลิตทุเรียน สามารถแพร่ระบาดเข้าทำลายได้ทุกส่วนของต้นทุเรียนทั่วในแปลง ซึ่งมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl Al และ phosphonic acid ในการควบคุมเชื้อ *P. palmivora* สาเหตุโรคทุเรียน ในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยศึกษาความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ( $EC_{50}$ ) จากเชื้อราที่สามารถรวบรวมและแยกได้จากพื้นที่ 4 อำเภอ ภายในจังหวัดชุมพร จำนวน 47 ไอโซเลท ทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000, 2000 และ 4000 ppm จากผลการทดสอบ สารเคมี fosetyl Al และ phosphonic acid สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้ พบว่า เชื้อรา *P. palmivora* จำนวน 26 ไอโซเลท ถูกยับยั้งโดย fosetyl Al ที่ค่า  $EC_{50}$  500 – 1000 mg/l และถูกยับยั้งโดย phosphonic acid ที่ค่า  $EC_{50}$  ต่ำกว่า 500 mg/l จำนวน 23 ไอโซเลท

**คำสำคัญ:** fungicide sensitivity, Inhibition of mycelial growth

**Title** : *In vitro* evaluation of fosetyl Al and phosphonic acid for controlling *Phytophthora palmivora*, causal agent of durian disease

**Author** : Miss Sansanee Pantakan

**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 a pathogen that damages durian production. It can spread to destroy all parts of durian which is increasingly nowadays. The objective of this study was to evaluate the efficacy of fosetyl Al and phosphonic acid in the control of *P. palmivora in vitro*. The concentration of fungicides that could inhibit 50 percent of mycelial growth ( $EC_{50}$ ) were studied from 47 isolates of *P. palmivora* that collected from 4 districts in Chumphon Province. The concentration of each fungicide was tested at 500, 1000, 2000 and 4000 ppm. The results show that fosetyl Al and phosphonic acid could inhibited the mycelial growth, it was found that 26 isolates of *P. palmivora* were inhibited by fosetyl Al at  $EC_{50}$  values 500 - 1000 mg/l and 23 isolates of *P. palmivora* were inhibited by phosphonic acid at  $EC_{50}$  values below 500 mg/l.

**Keyword:** fungicide sensitivity, Inhibition of mycelial growth

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีต้องขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.พรประพา คงตระกูล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือ ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ ความทุ่มเทเป็นอย่างดี ตลอดจนอบรมสั่งสอนเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ขอขอบคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืชที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และแนวทางการแก้ปัญหา ขอขอบคุณผู้ร่วมงานในห้องแลปปฏิบัติการโรคพืช ที่ให้ความร่วมมือ ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาในการทำโครงการพิเศษ รวมไปถึงทุกท่านในหลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช ทำให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา บุคคลในครอบครัว ที่ช่วยเหลือ สนับสนุนและเป็นกำลังใจสำคัญ ภายใต้การทำโครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณผู้ที่กล่าวถึง และไม่ได้กล่าวถึง แต่มีส่วนเกี่ยวข้องไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ศันศนีย์ พันระการ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	2
2.1 ความสำคัญทางเศรษฐกิจของทุเรียน	2
2.2 โรคของทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา <i>Phytophthora palmivora</i>	2
2.3 เชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp.	4
2.4 สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดเชื้อรา <i>Phytophthora palmivora</i>	5
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	8
3.1 เก็บรวบรวมและศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	8
3.2 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl Al และ phosphonic acid ในการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	9
3.3 การคำนวณและประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl Al และ phosphonic acid ในการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	10
บทที่ 4 ผลการทดลอง	11
4.1 การแยกและรวบรวมเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	11
4.2 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชื้อรา <i>Phytophthora</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	12
4.3 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl Al และ phosphonic acid ในการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora palmivora</i> สาเหตุโรคทุเรียน	22
บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการทดลอง	34
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	36
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก	39
ประวัติผู้เขียน	44

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของผู้เขียนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 PAR(PH) – V8 agar mixed Selective medium: For <i>Phytophthora</i> species	9
4.1 List of location details and condition in Chumphon	11
4.2 List of <i>Phytophthora</i> spp. isolates from each location	12
4.3 Morphology characterization of <i>Phytophthora</i> spp.	13
4.4 Fosetyl AI and phosphonic acid, regression equation, coefficient of determination ( $R^2$ ), sensitivity and 50% effective concentration of mycelial growth of <i>Phytophthora</i> spp. at Thum sing Sub-district, Mueang district	22
4.5 Fosetyl AI and phosphonic acid, regression equation, coefficient of determination ( $R^2$ ), sensitivity and 50% effective concentration of mycelial growth of <i>Phytophthora</i> spp. at Na Sak Sub-district, Sawi district	24
4.6 Fosetyl AI and phosphonic acid, regression equation, coefficient of determination ( $R^2$ ), sensitivity and 50% effective concentration of mycelial growth of <i>Phytophthora</i> spp. at Thung Takhrai Sub- district, Thung Tako district	25
4.7 Fosetyl AI and phosphonic acid, regression equation, coefficient of determination ( $R^2$ ), sensitivity and 50% effective concentration of mycelial growth of <i>Phytophthora</i> spp. at Thale Sap Sub-district, Pathio district.	27
4.8 Fosetyl AI and phosphonic acid, regression equation, coefficient of determination ( $R^2$ ), sensitivity and 50% effective concentration of mycelial growth of <i>Phytophthora</i> spp. at Khao Chai Rat sub-district, Pathio district.	28

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 Life cycle of <i>Phytophthora palmivora</i>	4
2.2 Structure of fosetyl-aluminium	5
2.3 Structure of phosphonic acid	5
4.1 Symptoms of <i>Phytophthora</i> disease on stem rot disease, fruit rot disease	11
4.2 Morphological characterization of <i>Phytophthora</i> spp. at Thum sing Sub-district, Mueang district	15
4.3 Morphological characterization of <i>Phytophthora</i> spp. at Na Sak Sub-district, Sawi district	17
4.4 Morphological characterization of <i>Phytophthora</i> spp. at Thung Takhrai Sub-district, Thung Tako district	18
4.5 Morphological characterization of <i>Phytophthora</i> spp. at Thale Sap Sub-district, Pathio district	19
4.6 Morphological characterization of <i>Phytophthora</i> spp. at Khao Chai Rat Sub-district, Pathio district	20
4.7 The results of the fosetyl Al fungicide test at various concentration for controlling <i>P. palmivora</i>	30
4.8 The results of the phosphonic acid fungicide test at various concentration for controlling <i>P. palmivora</i>	32

# บทที่ 1

## บทนำ

ทุเรียน (*Durio zibethinus* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เป็นราชาแห่งผลไม้ของไทย ในขณะนี้ประเทศไทยสามารถผลิตทุเรียนได้เป็นอันดับ 1 ของโลก ในปี 2562 มีพื้นที่ปลูกทั้งประเทศประมาณ 938,000 ไร่ ผลผลิตต่อไร่ 1,403 กิโลกรัม และมีมูลค่าผลผลิตทุเรียนรวม 1,017,000 ตัน มูลค่า 101,558 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) แม้ว่าขนาดการส่งออกทุเรียนของไทยมีปริมาณความต้องการเพิ่มมากขึ้น แต่กลับพบว่าเนื้อที่เพาะปลูกตลอดจนผลผลิตทุเรียนในแหล่งสำคัญของไทยลดลง มีสาเหตุหลักมาจากปัญหาทางด้านโรคพืชที่สร้างความเสียหายให้กับการผลิตทุเรียนในประเทศไทยเป็นอย่างมาก ซึ่งโรคที่สำคัญและพบแพร่ระบาดทำความเสียหายให้กับแปลงทุเรียนทั่วทุกพื้นที่ของไทยตั้งแต่อดีต และกำลังทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่ โรครากเน่าโคนเน่า (root rot and stem rot) ที่ขึ้นเกิดจากเชื้อ *Phytophthora palmivora* (เชษฐา, 2541; ปัญญา และสมศิริ, 2545) โดยเชื้อราเข้าทำลายทางรากและลุกลามสู่โคนต้น ในสภาพดินที่มีการระบายน้ำไม่ดี มีความชื้นและแฉะอยู่ตลอดเวลา เป็นสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. palmivora* เชื้อราจะสร้างเส้นใยสีขาว สามารถสร้างสปอร์ขึ้นจำนวนมาก แพร่ระบาดติดไปกับฝนหรือแพร่กระจายไปกับกระแสลมได้ (ทวี, 2543) ส่งผลให้เชื้อรา *P. palmivora* สามารถเข้าทำลายและแพร่ระบาดได้อย่างรวดเร็ว ยากต่อการป้องกันกำจัด ในการควบคุม ปัจจุบันนิยมทำโดยใช้มีดตากเปลือกบริเวณแผลที่โคนต้นและทาด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อรา (fungicide) ได้แก่ ฟอสฟอริล-อะลูมิเนียม (fosetyl AI) หรือใช้สารละลาย ฟอสโฟนิก แอซิด (phosphonic acid) ฉีดเข้าลำต้น ซึ่งการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราชนิดนี้มีคุณสมบัติยับยั้งการพัฒนาของเชื้อที่เข้าทำลายพืช ลดการกระจายของเชื้อสาเหตุโรคพืช

### วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl AI และ phosphonic acid ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรคทุเรียนในสภาพห้องปฏิบัติการ

## 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 (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า, 2562) ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการของตลาดต่างประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งทุเรียนสดและผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะตลาดจีน ซึ่งยังมีความต้องการบริโภคทุเรียนสดจากไทยประกอบกับการพัฒนาระบบการขนส่งและโลจิสติกส์ของจีน ช่วยให้กระจายผลผลิตไปยังผู้บริโภคในมณฑลต่างๆ ของจีนได้ง่ายและสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีการขยายการส่งออกทุเรียนสดและทุเรียนแช่แข็งไปยังตลาดอื่นๆ เช่น สหรัฐอเมริกา เกาหลีใต้ และไต้หวัน เป็นต้น พันธุ์ทุเรียนที่นิยมปลูก ได้แก่ หมอนทอง ชะนี ก้านยาว รวง กระดุม และพวงมณี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2562)

#### 2.2 โรคของทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora*

##### โรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียน

*P. palmivora* เป็นเชื้อราสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียน สามารถเข้าทำลายพืชได้ทุกส่วน ได้แก่ ส่วนของราก ลำต้น กิ่ง ใบ และผล (กรมวิชาการเกษตร, 2562)

##### ลักษณะอาการ

**อาการที่ราก** เริ่มแรกจะเห็นใบที่ปลายกิ่งมีสีซีด ไม่เป็นมันเงา เหี่ยวลู่ลง เมื่ออาการรุนแรงขึ้นใบจะเหลืองและหลุดร่วง หากขุดดูบริเวณรากจะพบรากฝอยแสดงอาการเน่ามีลักษณะเปลือกอ่อนเป็นสีน้ำตาล เมื่อโรครุนแรงมีอาการเน่าจะลามไปยังรากแขนงและโคนต้น ทำให้ต้นทุเรียนโทรมและยืนต้นตาย

**อาการที่กิ่งและลำต้น** ระยะเวลาแรกจะเห็นทุเรียนแสดงอาการใบเหลืองเป็นบางกิ่ง สังเกตเห็นคล้ายคราบน้ำบนผิวเปลือกของกิ่งหรือลำต้น ในช่วงเช้าที่มีอากาศชื้นอาจเห็นเป็นหยดของเหลวสีน้ำตาลแดงเยิ้มออกมาจากบริเวณแผลและจะค่อยๆ แห้งไปในช่วงที่มีแดดจัดทำให้เห็นคราบเมื่อใช้มีดถากบริเวณคราบน้ำนั้น จะพบเนื้อไม้เป็นแผลสีน้ำตาล ถ้าแผลขยายใหญ่ลุกลามจนรอบโคนต้นจะทำให้ใบร่วงจนหมดต้นและยืนต้นแห้งตาย ต้นทุเรียนที่ถูกทำลายมักพบรูหนอนตามโคนต้นและกิ่ง เป็นการเข้าทำลายของมอด ซึ่งมอดจะนำเชื้อสาเหตุของโรคแพร่กระจายไปยังส่วนอื่นๆ ของต้นทุเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการที่ใบ ใบอ่อนแสดงอาการเหี่ยวสีเหลือง บริเวณแผลมีลักษณะฉ่ำน้ำ สีน้ำตาลอ่อน และเปลี่ยนเป็นสีดำตายนิ่งคล้ายน้ำร้อนลวก เส้นใบมีสีน้ำตาลดำ เกิดอาการไหม้แห้งค้ำตันอย่างรวดเร็วแล้วค่อยๆ ร่วงไป พบมากช่วงฝนตกหนักต่อเนื่องหลายวัน

#### การป้องกันกำจัด

1. แปลงปลูกควรมีการระบายน้ำดี ไม่ควรมีน้ำท่วมขัง หากมีน้ำท่วมขังควรระบายออก
2. ปรับปรุงดินโดยใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปรับสภาพดินให้มีค่าความเป็นกรดต่างของดินประมาณ 6.5 กรณีดินที่เป็นกรดจัดให้ใส่ปูนขาวหรือโดโลไมท์ อัตรา 100-200 กิโลกรัม/ไร่
3. ควรหลีกเลี่ยงการกระทำที่อาจทำให้รากหรือลำต้นเกิดแผล ซึ่งจะเป็นช่องทางให้เชื้อสาเหตุโรคเข้าทำลายพืชได้ง่ายขึ้น
4. ต้นทุเรียนที่เป็นโรครุนแรงมากหรือยืนต้นแห้งตาย ควรขุดออกแล้วนำไปทำลาย นอกแปลงปลูกแล้วตากดินไว้ระยะหนึ่งจึงปลูกทดแทน
5. ตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ เมื่อพบส่วนของใบ ดอก และผลที่เป็นโรค ตัดแต่งส่วนที่เป็นโรคนำไปทำลายนอกแปลงปลูกแล้วพ่นด้วยสารป้องกันกำจัดโรคพืช เมทาแลกซิล (metalaxyl) 25%WP อัตรา 30-50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือฟอสฟิทธิล-อะลูมิเนียม (fosetyl-aluminium) 80%WP อัตรา 30-50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ให้ทั่วทรงพุ่ม
6. ไม่นำเครื่องมือที่ใช้กับต้นเป็นโรคไปใช้ต่อกับต้นปกติ ควรทำความสะอาดเครื่องมือก่อนนำไปใช้ใหม่ทุกครั้ง
7. เมื่อพบต้นที่ใบเริ่มมีสีซีด ไม่เป็นมันเงาหรือใบเหลืองหลุดร่วง ใช้ฟอสฟอริก แอซิด (phosphonic acid) 40%SL ผสมน้ำสะอาด อัตรา 1:1 ฉีดเข้าลำต้น อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อต้น หรือราดดินด้วยฟอสฟิทธิล-อะลูมิเนียม (fosetyl-aluminium) 80%WP อัตรา 30-50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือเมทาแลกซิล (metalaxyl) 25%WP อัตรา 30-50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
8. เมื่อพบอาการโรคบนกิ่งหรือที่โคนต้น ถากหรือขุดผิวเปลือกบริเวณที่เป็นโรคออกแล้วทาแผลด้วยฟอสฟิทธิล-อะลูมิเนียม (fosetyl-aluminium) 80%WP อัตรา 80-100 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร หรือเมทาแลกซิล (metalaxyl) 25%WP อัตรา 50-60 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ทุก 7 วัน จนกว่าแผลจะแห้งหรือใช้ฟอสฟอริก แอซิด (phosphonic acid) 40%SL ผสมน้ำสะอาดอัตรา 1:1 ใช้ 20 มิลลิลิตรต่อต้น ฉีดเข้าบริเวณตรงข้ามอาการโรคหรือส่วนที่เป็นเนื้อไม้ใกล้เคียงบริเวณที่เป็นโรค
9. หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วตัดแต่งกิ่งเป็นโรคกิ่งแห้งและตัดขั้วผลที่ค้างอยู่ นำไปทำลายนอกแปลงปลูกเพื่อลดการสะสมของเชื้อสาเหตุโรค
10. การควบคุมปริมาณเชื้อในดิน โดยใช้เชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* ที่มีส่วนผสมของเชื้อรา *Trichoderma*+รำข้าว+ปุ๋ยคอก 1:4:10 โดยน้ำหนัก ในอัตรา 50 กรัมต่อตารางเมตร โรยลงดินในพื้นที่ที่รัศมีทรงพุ่มหรือใช้รองกันหลุมก่อนปลูก (กรมวิชาการเกษตร, 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 เชื้อรา *Phytophthora* spp.

เชื้อรา *Phytophthora* spp. จัดจำแนกตาม Erwin and Ribeiro (1996) ดังนี้

Kingdom Chromista

Class Oomycetes

Order Peronosporales

Family Pythiaceae

Genus *Phytophthora*

*Phytophthora* spp. มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ ในกรณีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เป็นแบบ heterogamous สร้าง antheridium (อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้) และ oogonium (อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย) ทำให้เกิดสปอร์ผนังหนาเรียกว่า oospore ซึ่งในการผสมทางเพศ มีทั้งพวกที่ผสมตัวเองและพวกที่มีคู่ผสมต่างกัน การผสมใน mating type เดียวกัน เรียกว่า homothallic เมื่อสามารถเข้าทำลายพืชได้จะมีการ ผสมตัวเอง เกิด oospore ผนังหนายู่ภายในเนื้อเยื่อพืช และพวกที่มีคู่ผสมต่างกัน เรียกว่า heterothallic เกิดการผสมระหว่าง 2 mating types (A1 และ A2) ที่ผสมเข้ากันได้ จึงจะเกิด oospore หลังการปฏิสนธิ เจริญเป็น sporangium ต่อไป ส่วนการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ มีการสร้าง sporangia ขึ้นบน sporangiophore ซึ่งเกิดจากปลายเส้นใยที่บวมพองออกเป็นกระเปาะ ต่อมาผนังกันเกิดขึ้นภายใน กระเปาะจึงมีผนังหนาและเจริญไปเป็น sporangium ภายหลัมีแบ่งตัวของ cytoplasm อยู่ภายใน เกิดเป็น zoospore ที่มี 2 หาง (bi-flagellate) มีขนาดความยาวไม่เท่ากัน (heterokont) สามารถว่ายน้ำได้ (Figure 2.1) เมื่อเคลื่อนที่ไปเจอพืชอาศัยจะปลดหางทิ้งและฝังตัว (encyst) พร้อมกับการสร้าง cell wall ที่มีส่วนประกอบของ cellulose ชั้นที่ สปอร์ดังกล่าวพร้อมที่จะงอกเส้นใยเข้าทำลายพืชโดยตรง (ทวี, 2545)

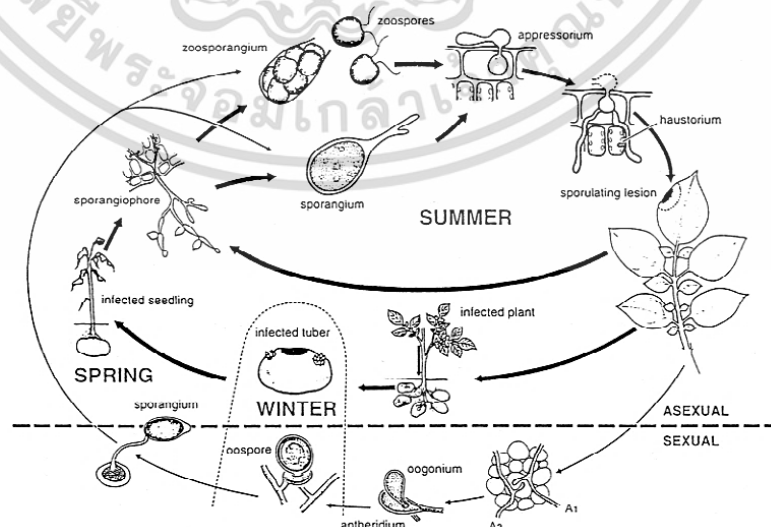


Figure 2.1 Life cycle of *Phytophthora* spp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการ (Source: Dreñth and Sendall, 1994) นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดเชื้อรา *Phytophthora palmivora*

สารป้องกันกำจัดเชื้อรา มีคุณสมบัติป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อ ทำหน้าที่กีดกันไม่ให้เชื้อราสัมผัสกับผิวพืชโดยตรง ลดการกระจายของเชื้อสาเหตุ ทำลายส่วนของเชื้อราที่ตกลงบนส่วนของพืชทำให้ไม่สามารถงอกเข้าทำลายพืช แต่ไม่มีการดูดซึมโดยพืช ส่วนใหญ่ใช้เมื่อปรากฏอาการของโรคแล้วสามารถหยุดยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา มีคุณสมบัติดูดซึม (กรมวิชาการเกษตร, 2562)

ในการศึกษาการป้องกันกำจัดเชื้อราครั้งนี้ ควบคุมโดยใช้สารเคมี fosetyl Al (Figure 2.2) และ phosphonic acid (Figure 2.3) เนื่องจากเป็นสารฆ่าเชื้อราในระบบที่มีฤทธิ์ป้องกันเชื้อรา oomycete และ ascomycete จำนวนมาก รวมทั้งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค สารเคมีประเภทนี้เป็นสารดูดซึมได้อย่างรวดเร็วผ่านทั้งใบและราก โดยมีการเคลื่อนที่ทั้งแบบ acropetal และ basipetal

**Common name:** fosetyl-aluminium

**Molecular formulas:**  $C_6H_{15}AlO_9P_3^{+3}$

**Chemical group:** ethyl phosphonates

**Active Ingredient:** aluminium tris-O-ethylphosphonate ..... 80%WG

**Chemical structure:**

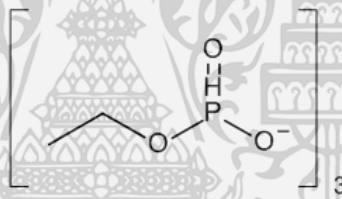


Figure 2.2 fosetyl-aluminium

(Source: Fungicide resistance action committee, 2020)

**Common name:** phosphonic acid

**Molecular formulas:**  $H_3O_3P$

**Chemical group:** ethyl phosphonates

**Active Ingredient:** phosphonic acid ..... 40% W/V SL

**Chemical structure:**

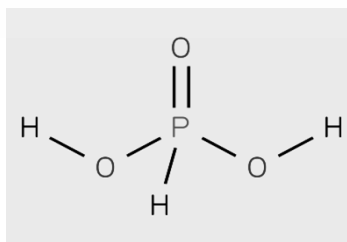


Figure 2.3 phosphonic acid

(Source: Fungicide resistance action committee, 2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดการทำงานของสารเคมี fosetyl AI และ phosphonic acid คือการยับยั้งการงอกของสปอร์ และปิดกั้นการพัฒนาของเส้นใย นอกจากนี้ยังสามารถกระตุ้นการผลิต phytoalexin และ protein ที่เกี่ยวข้องกับการก่อโรคโดยตรงหรือโดยอ้อม ซึ่งนำไปสู่การเหนี่ยวนำกลไกการป้องกันของพืชจากเชื้อราหรือแบคทีเรีย (Lunn, 2017)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญจมา และ สมศิริ (2545) ศึกษาการจัดการโรคผลเน่าของทุเรียนที่เกิดขึ้นจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ควบคุมด้วยการฉีดสารเคมี phosphonic acid เข้าต้น โดยทำการปลูกเชื้อ *P. palmivora* วางบนผลทุเรียนที่ฉีดสารเคมี ตรวจนับเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค จากการทดลอง พบว่าการฉีดสารเคมีเข้าต้นช่วยลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค ที่เกิดเชื้อ *P. palmivora* ตามธรรมชาติจาก 88 เปอร์เซ็นต์ เป็น 60 เปอร์เซ็นต์ และจากผลที่ได้รับการปลูกเชื้อ จาก 52 เปอร์เซ็นต์ ลดลงเป็น 48 เปอร์เซ็นต์

รัตติยา (2535) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl Al ในการควบคุมโรคผลเน่าของทุเรียนหมอนทองที่มีสาเหตุเกิดจากเชื้อรา *P. palmivora* โดยทำการปลูกเชื้อด้วยเส้นใย พบว่าการจุ่มในสารละลาย fosetyl Al อัตราความเข้มข้น 4000 mg/l สามารถควบคุมโรคผลเน่าได้ดี และอัตราความเข้มข้นของสารเคมี fosetyl Al ความเข้มข้น 2000 mg/l พบว่าสามารถควบคุมโรคผลเน่าของทุเรียนหมอนทองรองลงมา

ศักดา และคณะ (2537) ทำการทดลองใช้สารเคมี fosetyl Al ฉีดพ่นทุเรียนที่เป็นโรค จากเชื้อรา *P. palmivora* ในอัตรา 200 กรัม ต่อน้ำ 100 ลิตร จากผลการทดลองทุเรียนที่ได้รับการฉีดพ่นเป็นโรครากเน่าโคนเน่า 15% ในขณะที่ control เป็นโรค 40%

สมศิริ และคณะ (2539) ทำการทดลองปลูกเชื้อ *P. palmivora* ใช้สารเคมี phosphonic acid ในการป้องกันกำจัด ที่อัตราความเข้มข้น 1000 ppm พบว่ามีปริมาณการเกิดโรค 20% ในขณะที่ฉีดพ่นด้วยน้ำเกิดโรค 90%

เอียน และคณะ (2527) ศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อราประเภทดูดซึมบางชนิดต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. paracitica* ซึ่งเป็นสาเหตุโรคโคนเน่าของพลู พบว่าเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตของ *P. paracitica* บนอาหาร PDA ที่ผสมด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อโรคพืช fosetyl Al ในอัตราความเข้มข้น 25 50 และ 100 ppm ผลของการเจริญเติบโตลดลงตามลำดับ

Coffey and Bower (1984) ทำทดลองการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย *Phytophthora* spp. 9 สายพันธุ์ โดยใช้สารเคมีป้องกันกำจัด phosphonic acid พบว่า *P. citricola* ยับยั้งการเจริญเติบโต 48.3%-67.6%, *P. cinnamomi* 11.3%-38.5% และ *P. citrophthora* 80.3%-89.3%

Noriyuki and Hirofumi (2017) ศึกษาประสิทธิภาพของ phosphonate ในการควบคุมโรคราแป้ง เชื้อสาเหตุ *P. Palmivora* โดยใช้ phosphonate ต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยและการสร้างสปอร์ของ *P. palmivora* แสดงให้เห็นว่ามีศักยภาพในการควบคุมโรค

Turkolmez and Dervis (2017) ศึกษาผลของสารเคมี metalaxyl-M + mancozeb, fosetyl Al และ phosphorous acid ต่อโรครากเน่า โคนเน่า ที่เกิดขึ้นจากเชื้อรา *P. Palmivora* พบว่า phosphorous acid มีประสิทธิภาพสูงสุด ควบคุมการติดเชื้อในระบบท่อน้ำ ท่ออาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการ

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

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

###### เก็บรวบรวมตัวอย่าง

เก็บรวบรวมทุเรียนที่แสดงอาการของเชื้อรา *Phytophthora* spp. จากส่วนของลำต้นและผล ในพื้นที่จังหวัดชุมพร

###### วิธีการเก็บข้อมูลการทดลอง

- บันทึกรายละเอียดตัวอย่างเชื้อรา
- บันทึกวัน/เดือน/ปี แหล่งที่พบ และพิกัดภูมิศาสตร์ (GPS)
- 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 ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อสังเกตเห็นเส้นใยของเชื้อราที่เจริญออกมาใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm. ตัดบริเวณปลายเส้นใยที่เจริญออกมา วางบนอาหาร Potato dextrose agar (PDA) บ่มไว้ในตู้บ่มเชื้อ 2-3 วัน ใช้ cork borer ตัดบริเวณปลายเส้นใยเก็บไว้ใน PDA slant สำหรับใช้ในการทดลองต่อไป

###### วิธีการเก็บข้อมูลการทดลอง

- จำนวนตัวอย่างโรคที่เก็บ
- จำนวนเชื้อรา *Phytophthora* spp. ที่แยกได้

##### 3.1.2 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชื้อรา *Phytophthora* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

เลี้ยงเชื้อรา *Phytophthora* spp. โดยการเลี้ยงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 cm. และใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 mm. ที่ลนไฟฆ่าเชื้อแล้ว ตัดเส้นใยบริเวณขอบโคโลนีของเชื้อ วางให้ด้านที่มีเส้นใยของเชื้อคว่ำลงบริเวณกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มไว้ในตู้อุณหภูมิห้องจนเชื้อเจริญเติบโตเต็มจานเลี้ยงเชื้อ และศึกษาดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์

### วิธีการเก็บข้อมูลการทดลอง

- ลักษณะโคโลนีเชื้อรา
- ตรวจสอบลักษณะเส้นใยและการสร้าง sporangium ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

**Table 3.1** PAR(PH) – V8 agar mixed Selective medium : 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 fosetyl AI และ phosphonic acid ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ V8 ผสมกับสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่ 500 1000 2000 และ 4000 mg/l ของสารออกฤทธิ์ โดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 mm. ตัดบริเวณของโคโลนีของเชื้อราแต่ละไอโซเลท และนำไปเลี้ยงบนอาหาร V8 agar ที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อราที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบการเจริญของโคโลนีเชื้อรากับชุดควบคุมคืออาหาร V8 agar ที่ไม่ได้ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ทำการทดลองความเข้มข้นละ 4 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บันทึกผลการทดลอง

1. วัดการเจริญของเชื้อรา โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา
2. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย เพื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

การคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Phytophthora* spp. และ fosetyl AI และ phosphonic acid

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

R1 = รัศมีการเจริญของเชื้อรา

R2 = รัศมีโคโลนีชุดควบคุม

### 3.3 การคำนวณและประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl AI และ phosphonic acid ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรคทุเรียน

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

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

Y = เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา

X = ความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา

โดยนำค่า EC<sub>50</sub> ที่คำนวณได้จากสมการดังกล่าว ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl AI และ phosphonic acid

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

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

จากการเก็บตัวอย่างทุเรียนที่คาดว่าเกิดจากเชื้อรา *Phytophthora* spp. จำนวน 5 ส่วน ในพื้นที่ 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอสิริ อำเภอทุ่งตะโก และอำเภอปะทิว ของจังหวัดชุมพร (Table 4.1) ซึ่งลักษณะอาการที่พบ เกิดขึ้นบริเวณลำต้น เนื้อเยื่อภายในของเปลือกมีสีน้ำตาล อาจเน่าเป็นเมือกเยิ้ม (Figure 4.1a) และที่บริเวณผล อาการเริ่มแรกจะเกิดจุดแผลขนาดเล็กสีน้ำตาลดำบนผล จุดแผลจะขยายใหญ่ลุกลามมากขึ้นตามการสุกของผล (Figure 4.1b)

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



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเก็บตัวอย่างทุเรียนในพื้นที่ 4 อำเภอ ภายในจังหวัดชุมพร ทำการแยกด้วยวิธี Tissue transplanting technique สามารถแยกได้จำนวน 47 ไอโซเลท ประกอบไปด้วย อำเภอเมือง CL1 จำนวน 12 ไอโซเลท อำเภอสวี CL2 จำนวน 5 ไอโซเลท อำเภอทุ่งตะโก CL3 จำนวน 10 ไอโซเลท อำเภอปะทิว CL4 จำนวน 9 ไอโซเลท และ CL5 จำนวน 11 ไอโซเลท ดังนี้ (Table 4.2)

**Table 4.2** List of *Phytophthora* spp. isolates from each location.

Location code	No. isolate	Tissue	
		Stem	Fruits
CL1	12	12	–
CL2	5	5	–
CL3	10	10	–
CL4	9	3	6
CL5	11	–	11

#### 4.2 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชื้อรา *Phytophthora* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาจำนวน 47 ไอโซเลท พบว่าลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA มีลักษณะเป็นเส้นใยบางๆ สีขาว ซ้อนเป็นชั้นๆ ประมาณ 5-7 วัน เส้นใยจะเจริญเต็มจานอาหาร เลี้ยงเชื้อ ขนาด 85 mm. (Figure 4.2a – 4.5a) จากนั้นใช้ปลายเข็มเขี่ยเส้นใยของเชื้อราบนอาหาร PDA นำไปวางบนแผ่นสไลด์ เขี่ยเส้นใยให้แตกกระจาย แล้วปิดด้วยแผ่น cover slip หรือใช้วิธีตัดชิ้นส่วนของเชื้อที่เลี้ยงไว้ ใส่จานเพาะเชื้อ เติมน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อให้ท่วมชิ้นวัฒนธรรม เก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง 1 วัน ตรวจสอบลักษณะ sporangium และเส้นใย ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสร้าง sporangium แบบ ovoid, globose, pyriform, limoniform และ ellipsoid ใสไม่มีสี (hyaline) ตรงปลายมี papilla (Figure 4.2b – 4.5b) ลักษณะเส้นใยเป็นแบบ non-septate เรียวยาว แตกกิ่งก้านแบบ simple sympodium หรืออาจมีความไม่แน่นอน (Figure 4.2c – 4.5c) และมีการสร้าง chlamyospore เกิดขึ้นลักษณะค่อนข้างกลม (Figure 4.2d – 4.5d) จากลักษณะดังกล่าวจัดจำแนกเป็น *Phytophthora palmivora* (Table 4.3)

**Table 4.3** Morphology characterization of *Phytophthora* spp. Isolates causing durian disease.

Isolate code	Sporangium shape	Chlamydo spores
CL1_S1	Ovoid	✓
CL1_S2	Ovoid	✓
CL1_S3	Ovoid	✓
CL1_S4	Ovoid	✓
CL1_S5	Ovoid	✓
CL1_S8	Ovoid	✓
CL1_S9	Ovoid	✓
CL1_S11	Ovoid	✓
CL1_S12	Obpyriform	✓
CL1_S13	Limoniform	-
CL1_S14	Globose	✓
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	Pyriform	✓
CL3_S4	Ovoid	-
CL3_S5	Ovoid	✓
CL3_S6	Globose	✓
CL3_S7	Ovoid	✓
CL3_S9	Globose	✓
CL3_S10	Ovoid	✓
CL3_S11	Ovoid	✓
CL4_F1	Ovoid	✓

\*\* ✓ that a chlamydo spore has been formed

- no building chlamydo spore

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

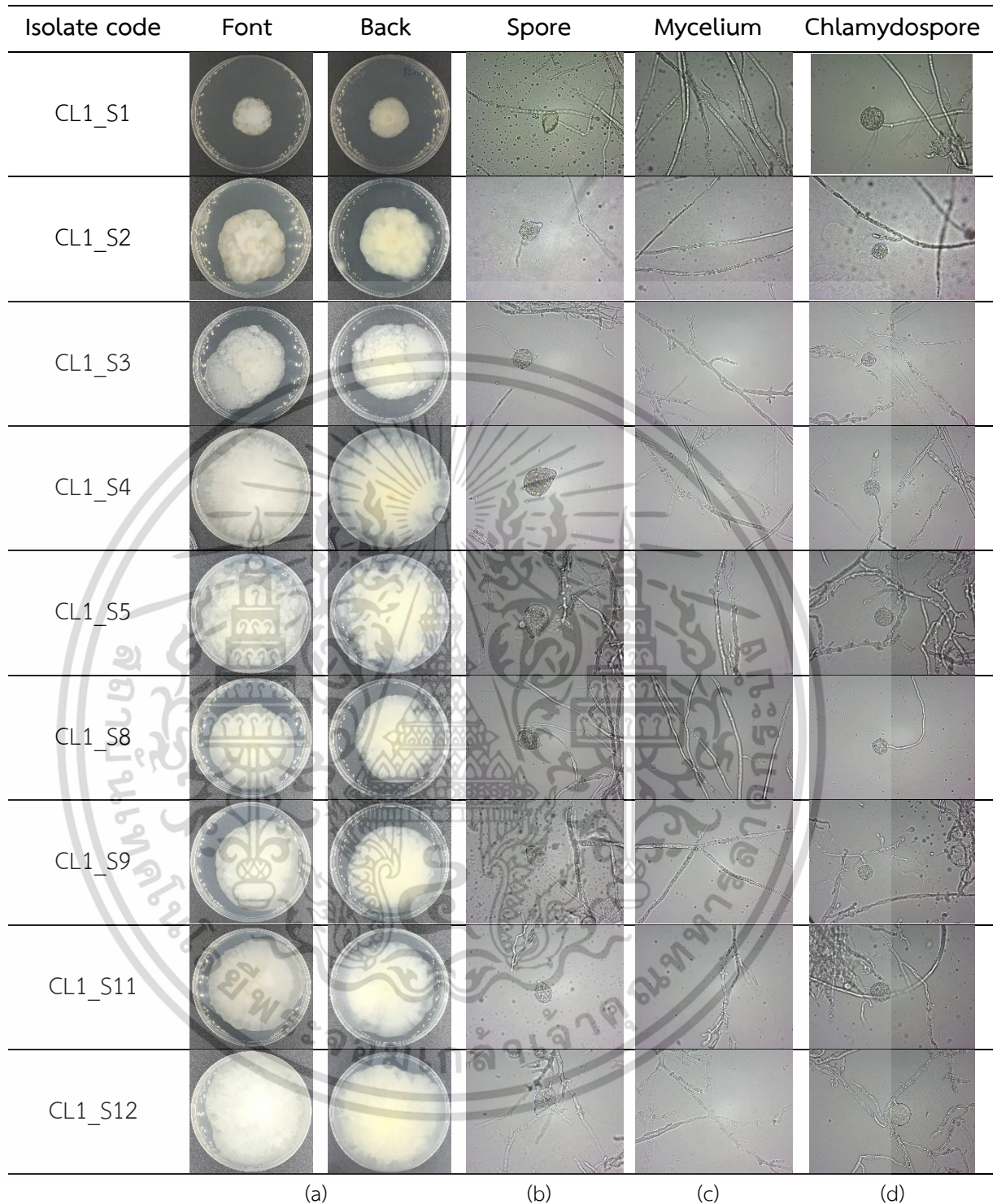
Table 4.3 Continuos.

Isolate code	Sporangium shape	Chlamydo spores
CL4_F2	Obpyriform	✓
CL4_S3	Globose	✓
CL4_S4	Ovoid	✓
CL4_S5	Ovoid	✓
CL4_F7	ellipsoid	✓
CL4_F8	Ovoid	✓
CL4_F9	Ovoid	✓
CL4_F10	Ovoid	✓
CL5_F1	Ovoid	✓
CL5_F2	Obpyriform	-
CL5_F3	Ovoid	✓
CL5_F4	Globose	✓
CL5_F5	Pyriform	✓
CL5_F6	limoniform	✓
CL5_F7	ellipsoid	✓
CL5_F8	ovoid	✓
CL5_F9	ovoid	✓
CL5_F10	globose	✓
CL5_F11	globose	✓

\*\* ✓ that a chlamydo spore has been formed

- not formed chlamydo spore

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Figure 4.2** Morphological characterization of *Phytophthora* spp. at Thum sing Sub-district, Mueang district. Isolates causing durian disease; colony (a), sporangium (b), mycelium (c) and chlamydospores (d)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

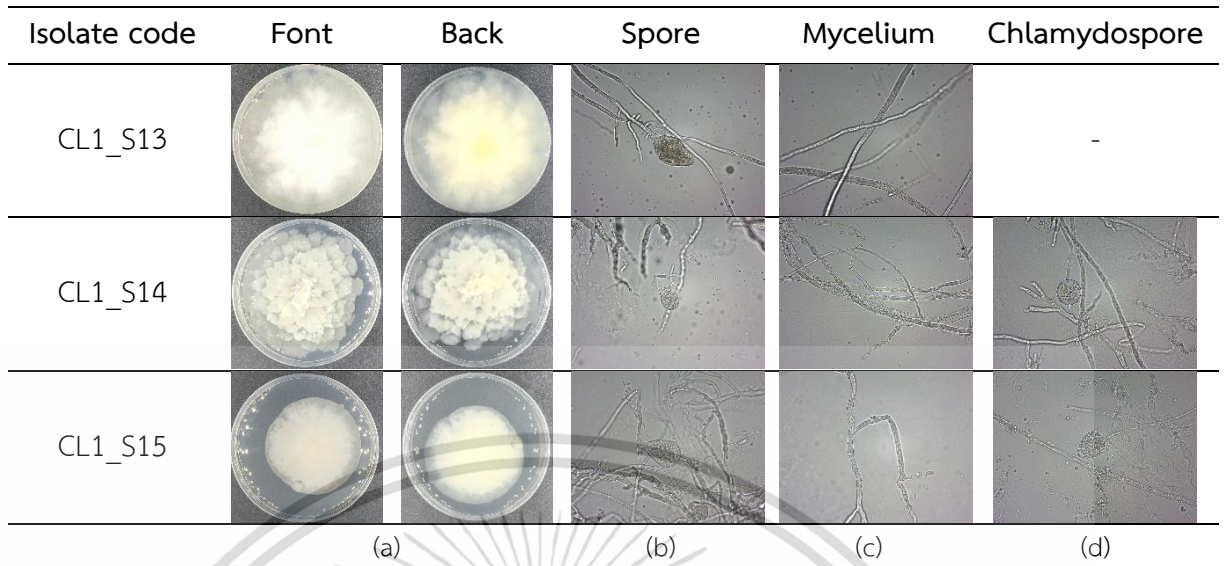
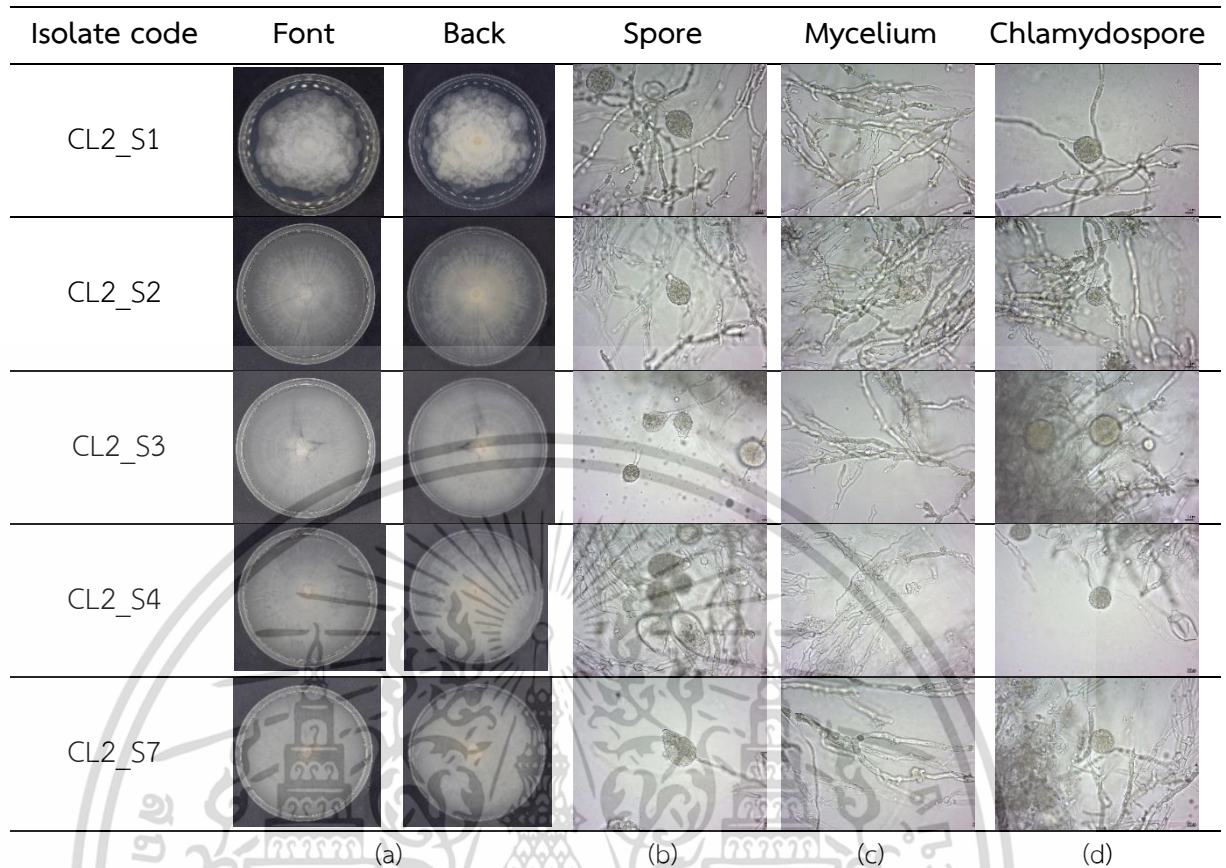


Figure 4.2 Continuous.

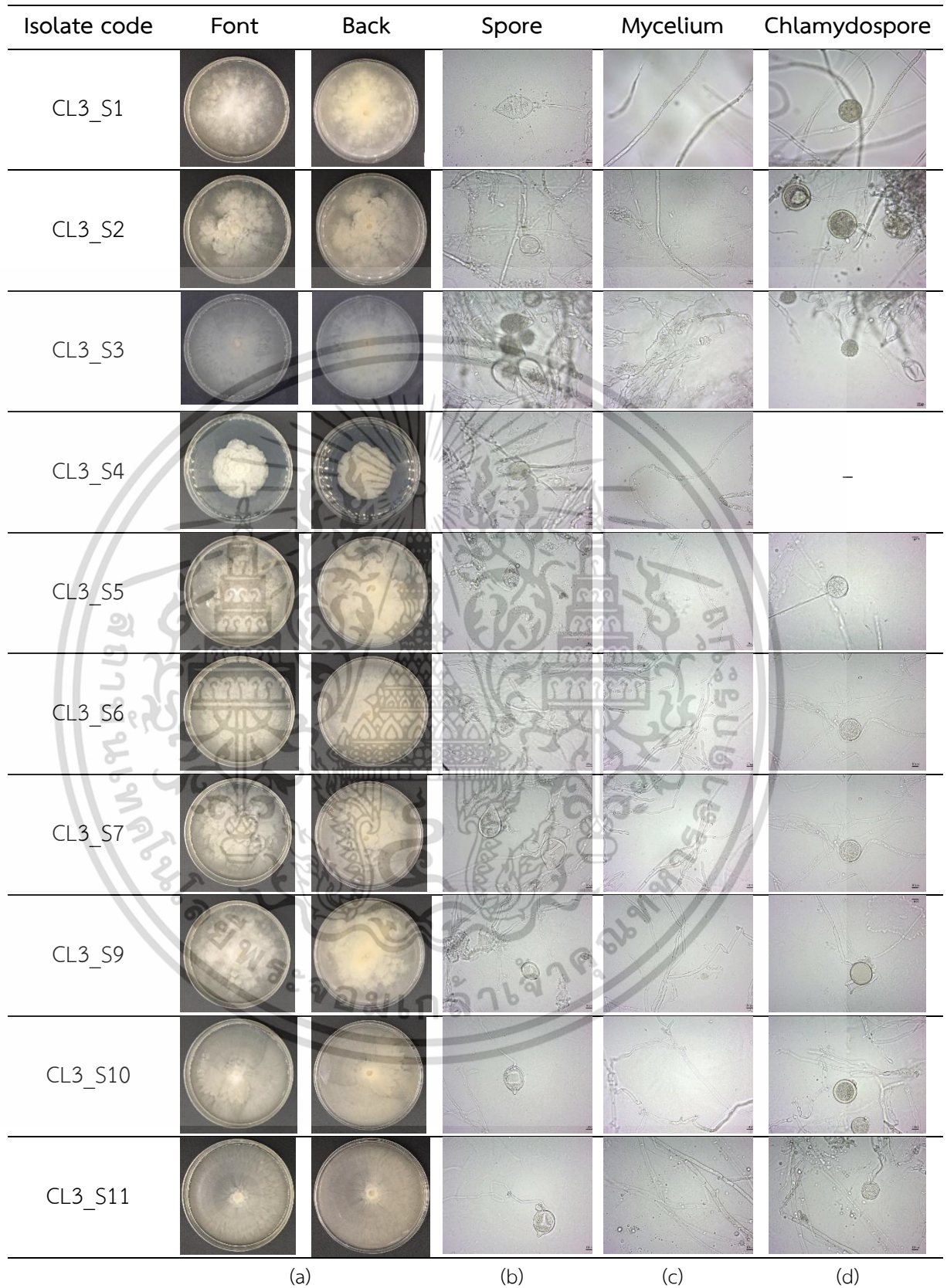


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



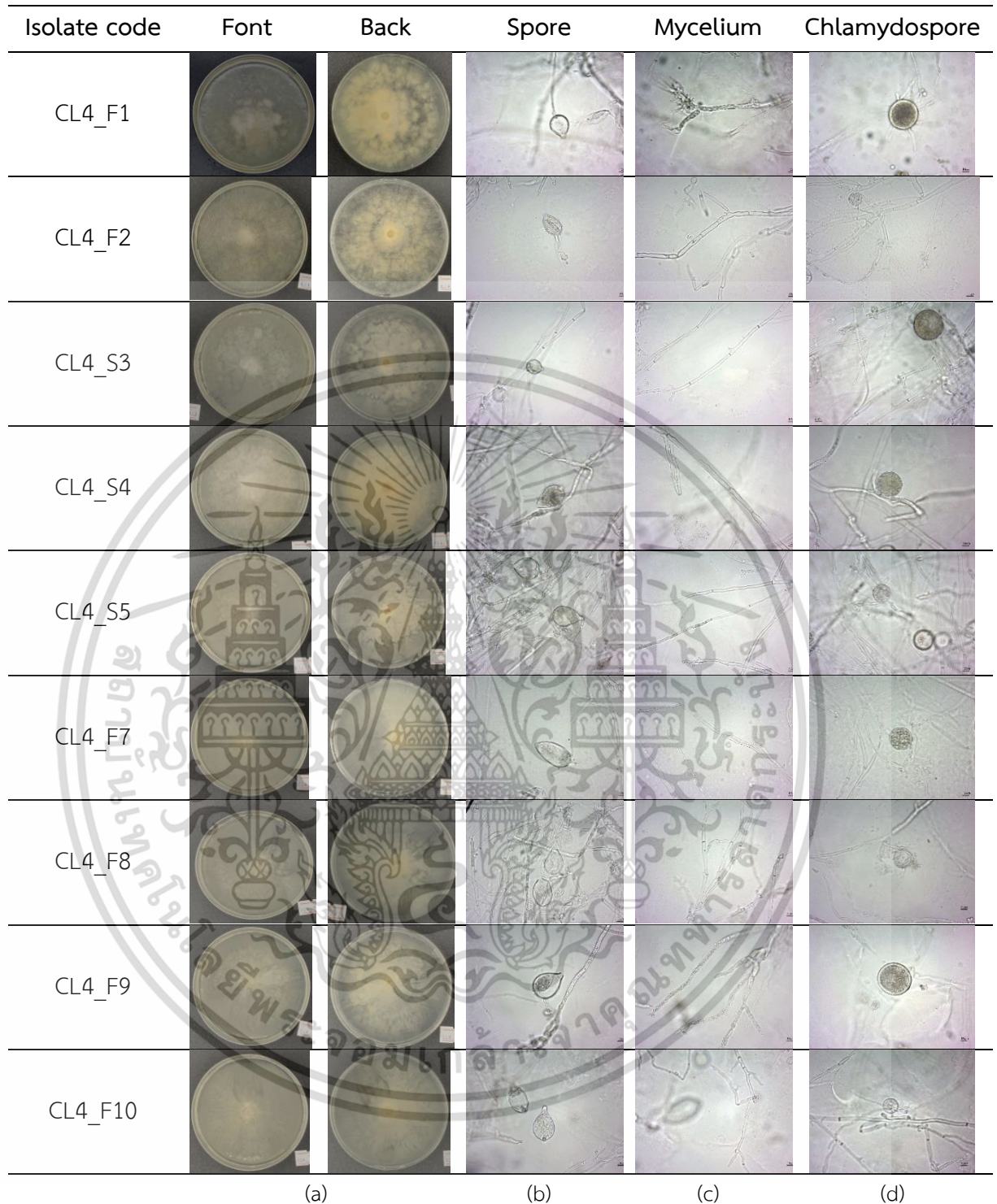
**Figure 4.3** Morphological characterization of *Phytophthora* spp. at Na Sak Sub-district, Sawi district. Isolates causing durian disease; colony (a), sporangium (b), mycelium (c) and chlamydospores (d)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



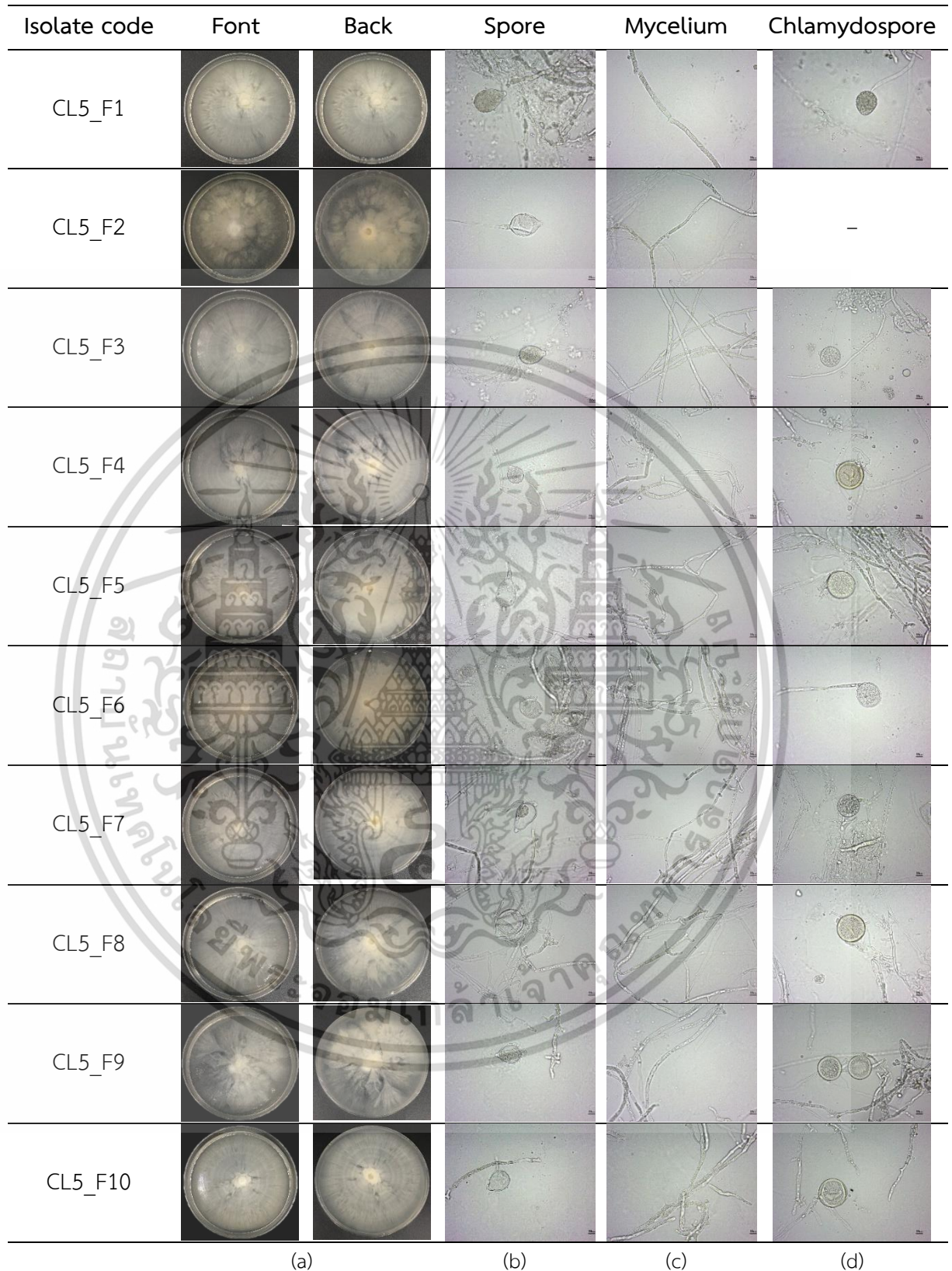
**Figure 4.4** Morphological characterization of *Phytophthora* spp. at Thung Takhrai Sub-district, Thung Tako district. Isolates causing durian disease; colony (a), sporangium (b), mycelium (c) and chlamydospores (d)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Figure 4.5** Morphological characterization of *Phytophthora* spp. at Thale Sap Sub-district, Pathio district. Isolates causing durian disease; colony (a), sporangium (b), mycelium (c) and chlamydospores (d)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Figure 4.6** Morphological characterization of *Phytophthora* spp. at Khao Chai Rat sub-district, Pathio district. Isolates causing durian disease; colony (a), sporangium (b), mycelium (c) and chlamydospores (d)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

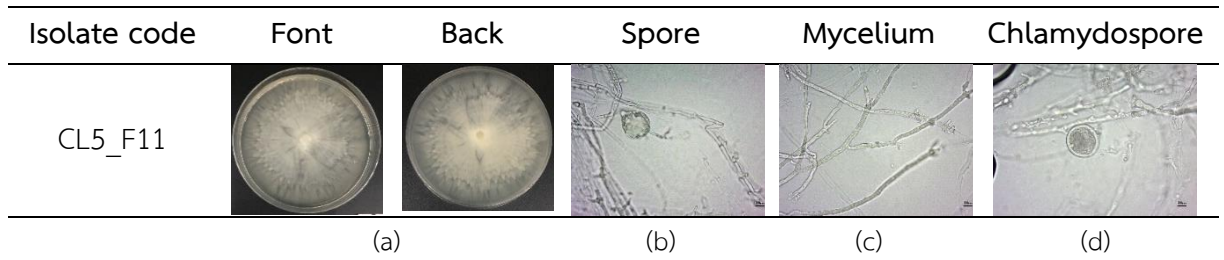


Figure 4.6 Continuous.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl AI และ phosphonic acid ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรครุเรียน

สวนที่ 1 CL1 ในเขตพื้นที่ตำบลถ้ำสิงห์ อำเภอเมือง จำนวน 12 ไอโซเลท พบว่าประสิทธิภาพของฟอสอีทิล-อะลูมิเนียม ที่ความเข้มข้นระหว่าง 500 – 1,000 mg/l จำนวน 8 ไอโซเลท และความเข้มข้นมากกว่า 1,000 mg/l จำนวน 4 ไอโซเลท ประสิทธิภาพของฟอสโฟนิค แอซิด ที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 500 mg/l จำนวน 1 ไอโซเลท ที่ความเข้มข้นระหว่าง 500 – 1,000 mg/l จำนวน 1 ไอโซเลท และความเข้มข้นมากกว่า 1,000 mg/l จำนวน 10 ไอโซเลท (Table 4.4)

**Table 4.4** Fosetyl AI and phosphonic acid, regression equation, coefficient of determination ( $R^2$ ), sensitivity and 50% effective concentration of mycelial growth of *Phytophthora* spp. at Thum sing Sub-district, Mueang district. Isolates causing durian.

Isolate code	(100 mg/l)	Regression equation	$R^2$ (%)	EC <sub>50</sub> ** (mg/l)
CL1_S1	FA	$y = 40.358\ln(x) - 221.72$	0.86	839.44
	PA	$y = 32.215\ln(x) - 174.12$	0.98	1050.48
CL1_S2	FA	$y = 40.302\ln(x) - 223.73$	0.90	890.66
	PA	$y = 12.002\ln(x) + 2.8076$	0.67	<500
CL1_S3	FA	$y = 42.363\ln(x) - 241.4$	0.88	971.30
	PA	$y = 41.25\ln(x) - 260.22$	0.93	1845.45
CL1_S4	FA	$y = 48.032\ln(x) - 283.65$	0.88	1039.41
	PA	$y = 29.129\ln(x) - 159.77$	0.86	1341.32
CL1_S5	FA	$y = 42.183\ln(x) - 237.35$	0.89	908.67
	PA	$y = 30.398\ln(x) - 164.54$	0.91	1161.77
CL1_S8	FA	$y = 43.171\ln(x) - 247.48$	0.91	983.12
	PA	$y = 26.939\ln(x) - 133.77$	0.95	917.55
CL1_S9	FA	$y = 42.62\ln(x) - 242.69$	0.91	960.48
	PA	$y = 36.082\ln(x) - 201.62$	0.97	1068.01
CL1_S11	FA	$y = 47.867\ln(x) - 288.29$	0.93	1170.76
	PA	$y = 29.649\ln(x) - 171.92$	0.98	1780.95
CL1_S12	FA	$y = 53.534\ln(x) - 327.57$	0.88	1156.20
	PA	$y = 26.132\ln(x) - 157.2$	0.92	2776.57

FA = fosetyl AI, PA = phosphonic acid

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

\*\* Calculated by the concentration equation (mg/l).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.4 Continuous.

Isolate code	(100 mg/l)	Regression equation	R <sup>2</sup> (%)	EC <sub>50</sub> ** (mg/l)
CL1_S13	FA	$y = 51.408\ln(x) - 312.49$	0.9	1154.28
	PA	$y = 36.008\ln(x) - 206.89$	0.99	1254.19
CL1_S14	FA	$y = 44.009\ln(x) - 251.98$	0.89	955.06
	PA	$y = 27.542\ln(x) - 144.48$	0.97	1165.86
CL1_S15	FA	$y = 40.589\ln(x) - 226.32$	0.89	904.83
	PA	$y = 37.434\ln(x) - 219.39$	0.92	1334.61

FA = fosetyl AI, PA = phosphonic acid

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

\*\* Calculated by the concentration equation (mg/l).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 CL2 ในเขตพื้นที่อำเภอสวี ตำบลนาสัก จำนวน 5 ไอโซเลท พบว่าประสิทธิภาพของ ฟอสฟอริล-อะลูมิเนียม ที่ความเข้มข้นระหว่าง 500 – 1,000 mg/l จำนวน 1 ไอโซเลท และความเข้มข้นมากกว่า 1,000 mg/l จำนวน 4 ไอโซเลท ประสิทธิภาพของฟอสโฟนิก แอซิด ที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 500 mg/l จำนวน 3 ไอโซเลท ความเข้มข้นระหว่าง 500 – 1,000 mg/l จำนวน 1 ไอโซเลท และความเข้มข้นมากกว่า 1,000 mg/l จำนวน 1 ไอโซเลท (Table 4.5)

**Table 4.5** Fosetyl AI and phosphonic acid, regression equation, coefficient of determination ( $R^2$ ), sensitivity and 50% effective concentration of mycelial growth of *Phytophthora* spp. at Na Sak Sub-district, Sawi district. Isolates causing durian disease.

Isolate code	(100 mg/l)	Regression equation	$R^2$ (%)	EC <sub>50</sub> ** (mg/l)
CL2_S1	FA	$y = 34.325\ln(x) - 181$	0.97	836.97
	PA	$y = 2.6344\ln(x) + 60.064$	0.00	<500
CL2_S2	FA	$y = 46.521\ln(x) - 279.05$	0.96	1179.85
	PA	$y = 32.736\ln(x) - 177.53$	0.94	1043.62
CL2_S3	FA	$y = 44.294\ln(x) - 258.81$	0.95	1066.16
	PA	$y = 22.761\ln(x) - 89.146$	0.99	<500
CL2_S4	FA	$y = 42.935\ln(x) - 249.19$	0.96	1062.56
	PA	$y = 21.014\ln(x) - 83.715$	0.66	580.06
CL2_S7	FA	$y = 44.698\ln(x) - 260.67$	0.93	1043.59
	PA	$y = 3.0095\ln(x) + 58.783$	0.01	<500

FA = fosetyl AI, PA = phosphonic acid

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

\*\* Calculated by the concentration equation (mg/l).

ส่วนที่ 3 CL3 ในเขตพื้นที่ตำบลทุ่งตะไคร้ อำเภอทุ่งตะโก จำนวน 10 ไอโซเลท พบว่า ประสิทธิภาพของฟอสฟอริก-อะลูมิเนียม ที่ความเข้มข้นระหว่าง 500 – 1,000 mg/l จำนวน 6 ไอโซเลท และความเข้มข้นมากกว่า 1,000 mg/l จำนวน 4 ไอโซเลท ประสิทธิภาพของฟอสโฟนิก แอซิด ที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 500 mg/l จำนวน 6 ไอโซเลท และความเข้มข้นระหว่าง 500 – 1,000 mg/l จำนวน 4 ไอโซเลท (Table 4.6)

**Table 4.6** Fosetyl AI and phosphonic acid, regression equation, coefficient of determination ( $R^2$ ), sensitivity and 50% effective concentration of mycelial growth of *Phytophthora* spp. at Thung Takhray Sub-district, Thung Tako district. Isolates Causing durian disease.

Isolate code	(100 mg/l)	Regression equation	$R^2$ (%)	EC <sub>50</sub> ** (mg/l)
CL3_S1	FA	$y = 45.718\ln(x) - 271.59$	0.96	1134.79
	PA	$y = 8.0098\ln(x) + 36.359$	0.82	<500
CL3_S2	FA	$y = 41.602\ln(x) - 234.12$	0.91	924.70
	PA	$y = 5.6049\ln(x) + 43.918$	0.08	<500
CL3_S3	FA	$y = 39.296\ln(x) - 214.48$	0.89	837.53
	PA	$y = 9.8435\ln(x) + 18.049$	0.40	<500
CL3_S4	FA	$y = 47.167\ln(x) - 279.44$	0.89	1079.81
	PA	$y = 13.468\ln(x) - 7.0456$	0.83	<500
CL3_S5	FA	$y = 43.125\ln(x) - 251.91$	0.97	1097.52
	PA	$y = 26.4\ln(x) - 123.59$	0.95	717.21
CL3_S6	FA	$y = 39.746\ln(x) - 221.41$	0.94	923.90
	PA	$y = 20.456\ln(x) - 73.837$	0.93	<500
CL3_S7	FA	$y = 39.932\ln(x) - 220.52$	0.89	875.25
	PA	$y = 29.831\ln(x) - 146.05$	0.95	713.87
CL3_S9	FA	$y = 39.606\ln(x) - 224.26$	0.98	1017.09
	PA	$y = 16.08\ln(x) - 34.202$	0.97	<500
CL3_S10	FA	$y = 41.994\ln(x) - 236.09$	0.89	909.26
	PA	$y = 28.415\ln(x) - 131.12$	0.95	586.45

FA = fosetyl AI, PA = phosphonic acid

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

\*\* Calculated by the concentration equation (mg/l).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.6 Continuous.

Isolate code	(100 mg/l)	Regression equation	R <sup>2</sup> (%)	EC <sub>50</sub> ** (mg/l)
CL3_S11	FA	$y = 39.551\ln(x) - 216.6$	0.89	846.12
	PA	$y = 32.84\ln(x) - 164.05$	0.89	677.20

FA = fosetyl AI, PA = phosphonic acid

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

\*\* Calculated by the concentration equation (mg/l).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวนที่ 4 CL4 ในเขตพื้นที่ตำบลทะเลทรัพย์ อำเภอท่าแซะ จำนวน 9 ไอโซเลท พบว่าประสิทธิภาพของฟอสอีทิล-อะลูมิเนียม ที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 500 mg/l จำนวน 1 ไอโซเลท ความเข้มข้นระหว่าง 500 – 1,000 mg/l จำนวน 4 ไอโซเลท และความเข้มข้นมากกว่า 1,000 mg/l จำนวน 4 ไอโซเลท ประสิทธิภาพของฟอสโฟนิก แอซิด ที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 500 mg/l จำนวน 2 ไอโซเลท ความเข้มข้นระหว่าง 500 – 1,000 mg/l จำนวน 6 ไอโซเลท และความเข้มข้นมากกว่า 1,000 mg/l จำนวน 1 ไอโซเลท (Table 4.7)

**Table 4.7** Fosetyl AI and phosphonic acid, regression equation, coefficient of determination ( $R^2$ ), sensitivity and 50% effective concentration of mycelial growth of *Phytophthora* spp. at Thale Sap Sub-district, Pathio district. Isolates Causing durian disease.

Isolate code	(100 mg/l)	Regression equation	$R^2$ (%)	EC <sub>50</sub> ** (mg/l)
CL4_F1	FA	$y = 35.917\ln(x) - 188.69$	0.89	<500
	PA	$y = 26.17\ln(x) - 115.56$	0.98	559.10
CL4_F2	FA	$y = 33.797\ln(x) - 171.35$	0.89	698.82
	PA	$y = 19.83\ln(x) - 59.73$	0.88	<500
CL4_S3	FA	$y = 43.106\ln(x) - 248.13$	0.93	1008.48
	PA	$y = 28.956\ln(x) - 135.09$	0.95	597.11
CL4_S4	FA	$y = 43.893\ln(x) - 253.24$	0.92	1000.86
	PA	$y = 39.766\ln(x) - 224.06$	0.94	984.18
CL4_S5	FA	$y = 42.252\ln(x) - 240.33$	0.92	1308.89
	PA	$y = 29.033\ln(x) - 137.71$	0.97	642.52
CL4_F7	FA	$y = 32.766\ln(x) - 164.81$	0.92	703.37
	PA	$y = 2.5175\ln(x) + 69.685$	0.02	<500
CL4_F8	FA	$y = 39.892\ln(x) - 219.68$	0.89	862.86
	PA	$y = 31.503\ln(x) - 159.25$	0.98	766.80
CL4_F9	FA	$y = 46.736\ln(x) - 274.47$	0.89	1035.47
	PA	$y = 38.891\ln(x) - 220.11$	0.99	1038.26
CL4_F10	FA	$y = 37.924\ln(x) - 207.85$	0.95	897.06
	PA	$y = 27.899\ln(x) - 129.28$	0.97	617.72

FA = fosetyl AI, PA = phosphonic acid

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

\*\* Calculated by the concentration equation (mg/l).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 5 CL5 ในเขตพื้นที่ตำบลเขาไชยราช อำเภอท่าแซะ จำนวน 11 ไอโซเลท พบว่า ประสิทธิภาพของฟอสฟอริก-อะลูมิเนียม ที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 500 mg/l จำนวน 4 ไอโซเลท และความเข้มข้นระหว่าง 500 – 1,000 mg/l จำนวน 7 ไอโซเลท ประสิทธิภาพของฟอสโฟนิก แอซิด ที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 500 mg/l จำนวน 11 ไอโซเลท (Table 4.8)

**Table 4.8** Fosetyl AI and phosphonic acid, regression equation, coefficient of determination ( $R^2$ ), sensitivity and 50% effective concentration of mycelial growth of *Phytophthora* spp. at Khao Chai Rat sub-district, Pathio district. Isolates Causing durian disease.

Isolate code	(100 mg/l)	Regression equation	$R^2$ (%)	$EC_{50}^{**}$ (mg/l)
CL5_F1	FA	$y = 26.537\ln(x) - 113.6$	0.89	<500
	PA	$y = 17.06\ln(x) - 38.855$	0.96	<500
CL5_F2	FA	$y = 25.777\ln(x) - 107.13$	0.89	<500
	PA	$y = 17.859\ln(x) - 48.038$	0.99	<500
CL5_F3	FA	$y = 29.023\ln(x) - 133.44$	0.89	555.85
	PA	$y = 20.41\ln(x) - 64.517$	0.88	<500
CL5_F4	FA	$y = 25.937\ln(x) - 108.51$	0.89	<500
	PA	$y = 18.347\ln(x) - 51.291$	0.98	<500
CL5_F5	FA	$y = 26.176\ln(x) - 110.82$	0.88	<500
	PA	$y = 18.228\ln(x) - 46.653$	0.91	<500
CL5_F6	FA	$y = 28.705\ln(x) - 130.56$	0.89	539.26
	PA	$y = 16.851\ln(x) - 39.585$	0.99	<500
CL5_F7	FA	$y = 29.04\ln(x) - 133.13$	0.89	547.92
	PA	$y = 19.103\ln(x) - 56.97$	0.98	<500
CL5_F8	FA	$y = 32.155\ln(x) - 157.91$	0.89	642.82
	PA	$y = 20.579\ln(x) - 70.909$	0.98	<500
CL5_F9	FA	$y = 34.304\ln(x) - 175.05$	0.89	706.59
	PA	$y = 21.984\ln(x) - 80.173$	0.98	<500
CL5_F10	FA	$y = 30.802\ln(x) - 147.36$	0.89	606.30
	PA	$y = 19.562\ln(x) - 61.508$	0.99	<500

FA = fosetyl AI, PA = phosphonic acid

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

\*\* Calculated by the concentration equation (mg/l).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.8 Continuous.

Isolate code	(100 mg/l)	Regression equation	R <sup>2</sup> (%)	EC <sub>50</sub> ** (mg/l)
CL5_F11	FA	$y = 31.523\ln(x) - 153.34$	0.89	633.03
	PA	$y = 20.113\ln(x) - 64.821$	0.97	<500

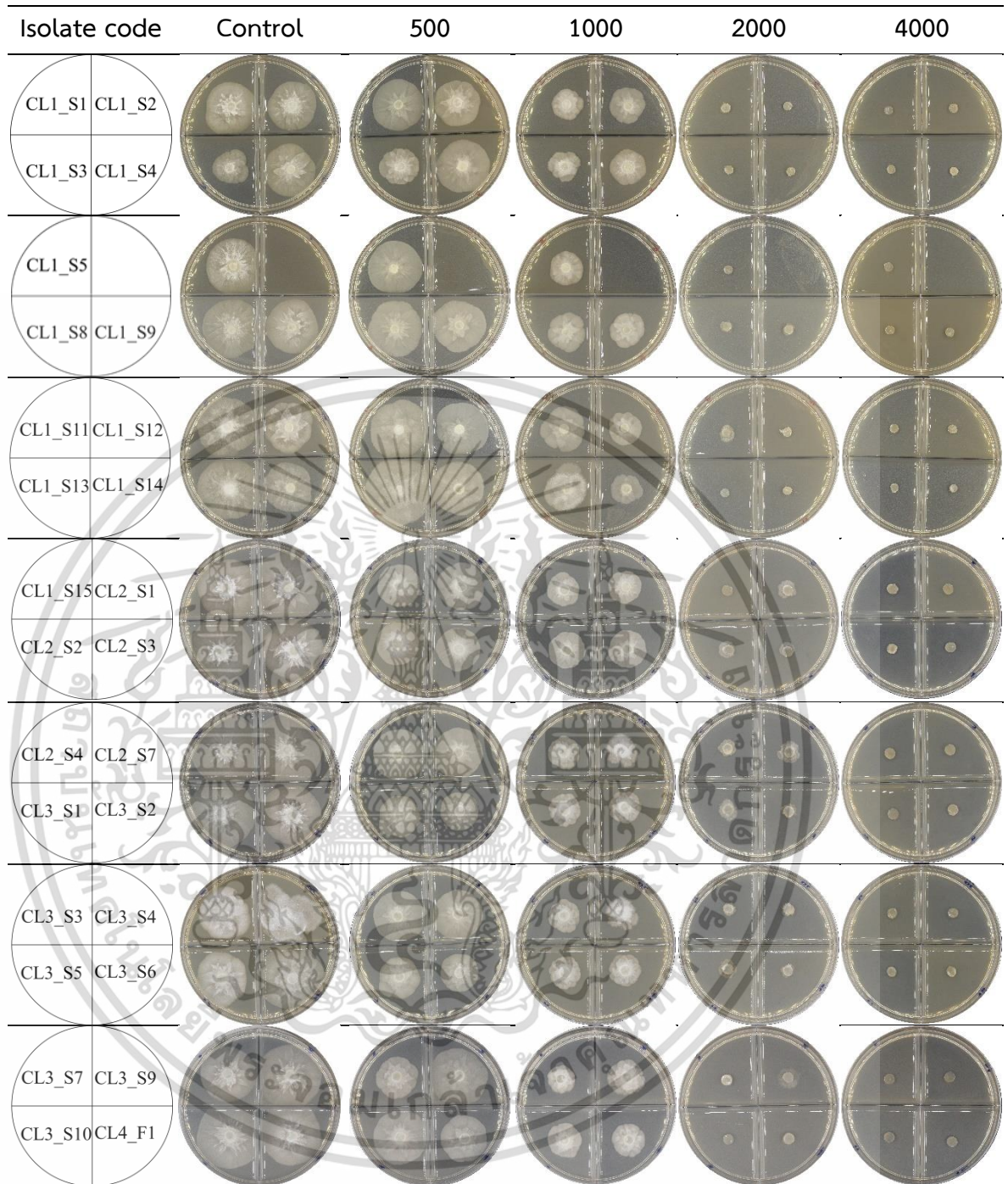
FA = fosetyl AI, PA = phosphonic acid

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

\*\* Calculated by the concentration equation (mg/l).



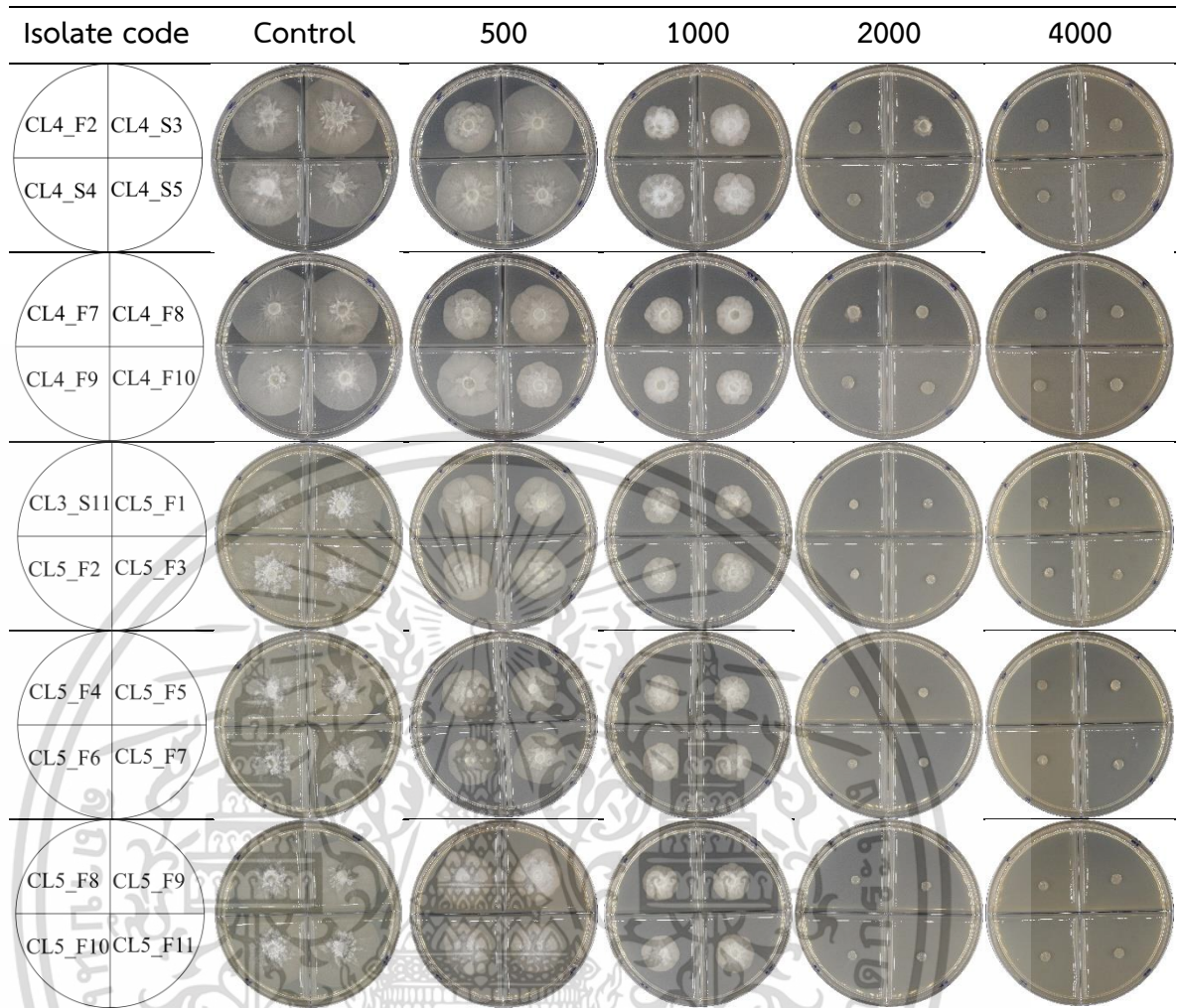
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



\*\* FA = fosetyl Al

**Figure 4.7** The results of the fosetyl Al fungicide test at various concentration for controlling *Phytophthora palmivora* from durian sample collection in 4 districts within Chumphon province.

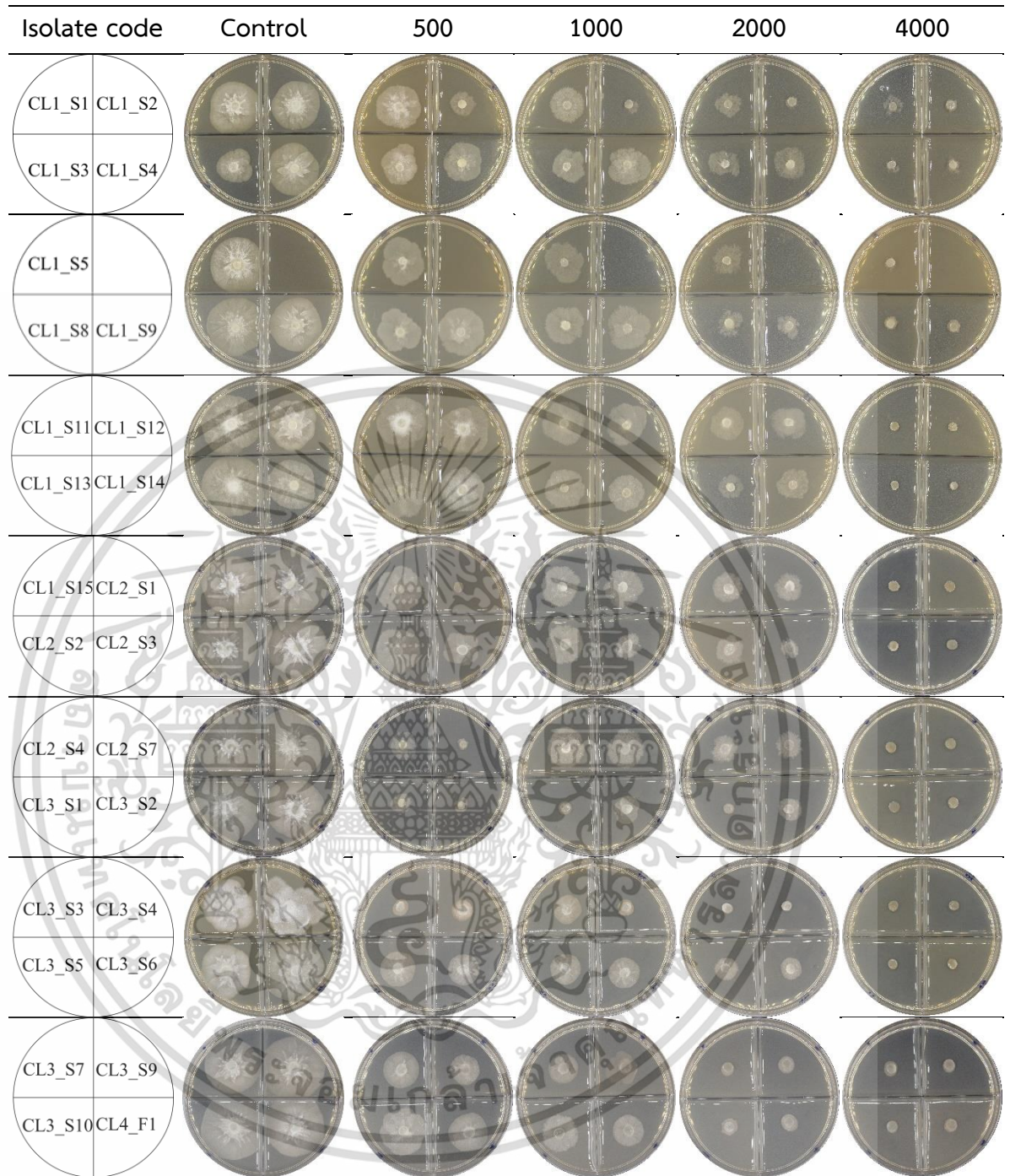
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



\*\* FA = fosetyl Al

Figure 4.7 Continuous.

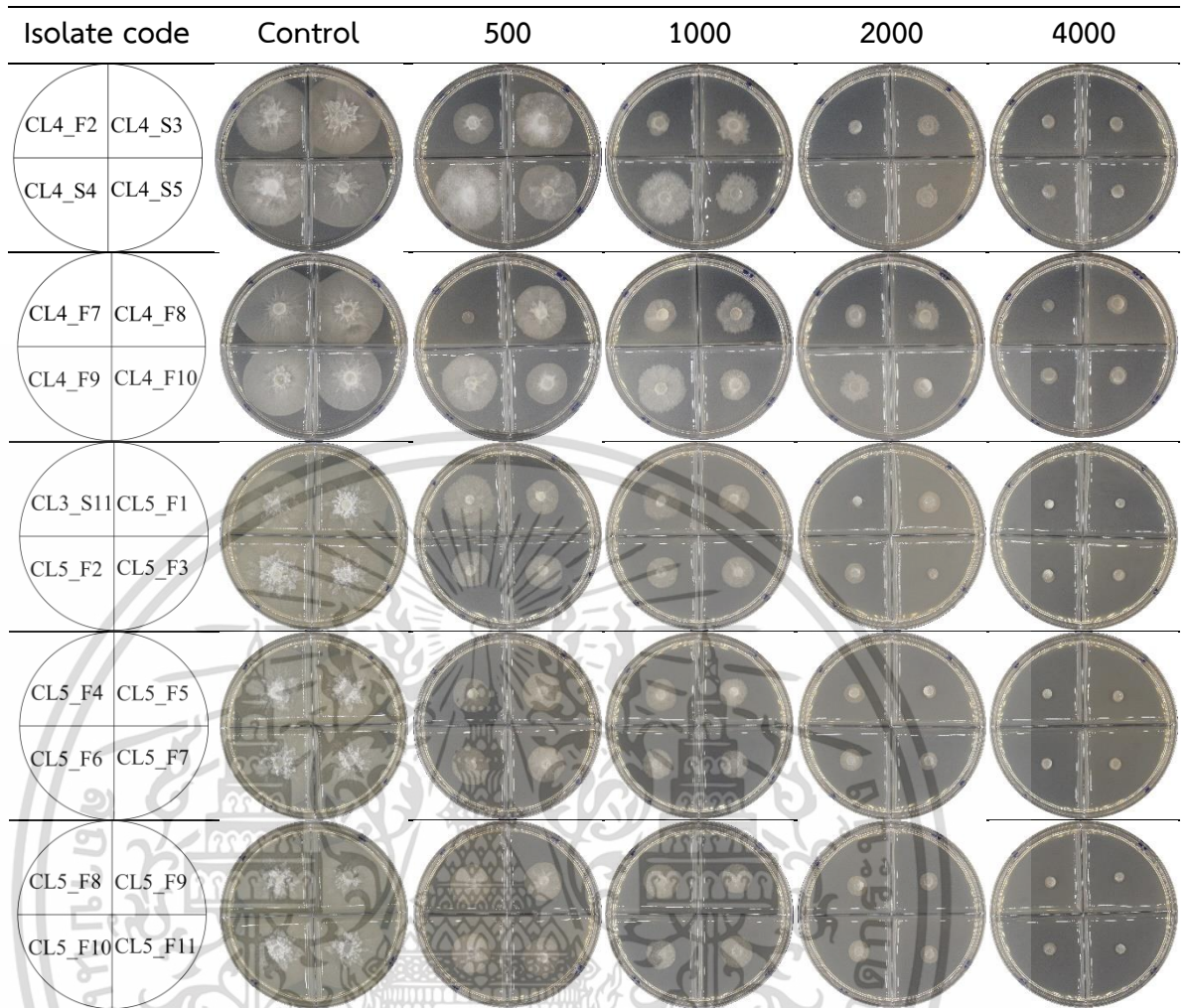
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



\*\* PA = phosphonic acid

**Figure 4.8** The results of the phosphonic acid fungicide test at various concentration for controlling *Phytophthora palmivora* from durian sample collection in 4 districts within Chumphon province.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



\*\* PA = phosphonic acid

Figure 4.8 Continuous.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### วิจารณ์ผลการทดลอง

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

จากการเก็บตัวอย่างทุเรียนจำนวน 5 ส่วน ในพื้นที่ 4 อำเภอ ภายในจังหวัดชุมพร ทำการแยกเชื้อรา *Phytophthora* spp. โดยวิธี Tissue transplanting technique บนอาหาร PAR(PH)-V8 selective medium เพื่อตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาสำหรับการจัดจำแนกเชื้อรา *P. palmivora* จากผลการทดลองสามารถแยกเชื้อราบริสุทธิ์ได้จำนวน 47 ไอโซเลท ตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 40x พบว่ามีการสร้าง sporangium แบบ ovoid, globose, pyriform, limoniform และ ellipsoid ใสไม่มีสี (hyaline) ตรงปลายมี papilla ลักษณะเส้นใยเป็นแบบ non-septate เรียวยาว แตกกิ่งก้านแบบ simple sympodium หรืออาจมีความไม่แน่นอน และมีการสร้าง chlamydospore เกิดขึ้น ลักษณะค่อนข้างกลม ซึ่งลักษณะดังกล่าวจัดจำแนกได้ว่าเป็น *Phytophthora palmivora* ตรงตามรายงานของ Waterhouse (1963), Xiao Yang (2014) และ Hui-cai Zeng (2018)

#### 5.2 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl Al และ phosphonic acid ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

ประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl Al และ phosphonic acid ในการควบคุมเชื้อรา *P. palmivora* ที่ได้จากการแยกและรวบรวม จำนวน 47 ไอโซเลท พบว่าเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตของเชื้อราลดลงตามอัตราความเข้มข้นของสารเคมีที่เพิ่มขึ้น คือ 500, 1000, 2000 และ 4000 ppm ตามลำดับ เนื่องจากสารเคมีทั้งสองชนิดเป็นสารประกอบ phosphonates ที่มีคุณสมบัติป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อ ลดการกระจายของเชื้อสาเหตุโรค ทำลายส่วนของเชื้อราที่ตกลงบนส่วนของพืชทำให้ไม่สามารถงอกเข้าทำลายพืช แต่ไม่มีการดูดซึมโดยพืช และมีคุณสมบัติสามารถเคลื่อนที่ภายในท่อน้ำ ท่ออาหาร สร้างสารกระตุ้นการป้องกันตัวแก่พืช ควบคุมการบุกรุกและรบกวนกระบวนการขยายพันธุ์ของเชื้อสาเหตุ ส่วนใหญ่ใช้เมื่อ ปรากฏอาการของโรคแล้ว สามารถหยุดยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ (กรมวิชาการเกษตร, 2562) การออกฤทธิ์ของฟอสโฟเนตมีความแตกต่างออกไปตามศักยภาพการตอบสนองต่อการป้องกันของพืช (Guest et al., 1984) ทั้งนี้ FRAC (2020) รายงานว่าสารในกลุ่ม phosphonate มีความเสี่ยงต่อการดื้อในระดับต่ำ

จากการทดสอบสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา fosetyl Al ในสภาพห้องปฏิบัติการไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ เอียน และคณะ (2527) ซึ่งได้ทำการทดลองใช้สารเคมี fosetyl Al โดยมีอัตราความเข้มข้นสูงสุด 500 ppm จากรายงานกล่าวไว้ว่าในการป้องกันกำจัดเชื้อรา *P. parasitica* ใช้สารเคมีอัตราความเข้มข้น 25 50 100 250 และ 500 ppm ปรากฏว่าผลการเจริญเติบโตของเชื้อรา มี

เปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตลดลง คือ 96.18, 91.11, 77.20, 1.50 และ 1.06 ตามลำดับ และไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนเนื้อหาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Matheron et al. (2000) ที่ได้ทำการทดสอบสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา *Phytophthora* spp. โดยมีสารเคมี fosetyl Al ที่ความเข้มข้น 0.1, 1, 10, 100, 1000 และ 3000 ppm ซึ่งพบว่าระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศักดา และคณะ (2537) จากการทดลองใช้สารเคมี fosetyl Al ฉีดพ่นทุเรียนที่เป็นโรคจากเชื้อรา *P. palmivora* ในอัตรา 200 กรัม ต่อน้ำ 100 ลิตร ผลการทดลองพบว่าทุเรียนที่ได้รับการฉีดพ่นมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 15% ส่วนทุเรียนที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นเป็นโรค 40% จะเห็นได้ว่าสารเคมี fosetyl Al มีความสามารถในการลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค ซึ่งตรงกับรายงานของ กรมวิชาการเกษตร (2562) ที่กล่าวว่าสารเคมีป้องกันกำจัดชนิดนี้ มีคุณสมบัติในการรบกวนกระบวนการขยายพันธุ์ของเชื้อสาเหตุ

การทดสอบโดยใช้สารเคมี phosphonic acid สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมศิริ และคณะ (2539) ทำการทดลองปลูกเชื้อ *P. palmivora* ใช้สารเคมี phosphonic acid ในการป้องกันกำจัด ที่อัตราความเข้มข้น 1000 ppm พบว่ามีปริมาณการเกิดโรค 20% ในขณะที่ฉีดพ่นด้วยน้ำเกิดโรค 90% ซึ่งเห็นได้ว่าปริมาณสารเคมีความเข้มข้น 1000 ppm มีความสามารถในการต้านทานต่อเชื้อรา เช่นเดียวกับการทดสอบในครั้งนี้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปัญจมา และสมศิริ (2545) เช่นกัน ที่ได้ทำการทดลองใช้สารเคมี phosphonic acid ฉีดเข้าต้นทุเรียนที่เกิดโรคจากเชื้อรา *P. palmivora* โดยธรรมชาติ และที่ได้รับการปลูกเชื้อ *P. palmivora* ตรวจนับเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค พบว่าสารเคมี phosphonic acid ในอัตรา 20 ml ต่อน้ำ 20 ml ช่วยลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคได้ โดยเชื้อ *P. palmivora* ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติจาก 88% ลดลงเป็น 60% ส่วนเชื้อ *P. palmivora* ที่ได้รับการปลูกลดลงจาก 52% เป็น 48%

## บทที่ 6

### สรุปผลการทดลอง

จากการประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl Al และ phosphonic acid ในการยับยั้งการเจริญเติบโตทางเส้นใยเชื้อรา *Phytophthora palmivora* จำนวน 47 ไอโซเลท พบว่าประสิทธิภาพของสารเคมี fosetyl Al สามารถยับยั้งการเจริญเติบโต ที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 500 mg/l จำนวน 5 ไอโซเลท ความเข้มข้นระหว่าง 500 – 1,000 mg/l จำนวน 26 ไอโซเลท และความเข้มข้นมากกว่า 1,000 mg/l จำนวน 16 ไอโซเลท และประสิทธิภาพของสารเคมี phosphonic acid สามารถยับยั้งการเจริญเติบโต ที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 500 mg/l จำนวน 23 ไอโซเลท ความเข้มข้นระหว่าง 500 – 1,000 mg/l จำนวน 12 ไอโซเลท และความเข้มข้นมากกว่า 1,000 mg/l จำนวน 12 ไอโซเลท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2562. สถานการณ์ผลิตทุเรียน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:  
<https://www.doa.go.th/share/attachment.php?aid=2968>
- ปัญจมา กวางดี๊ด และ สมศิริ แสงโชติ. 2545. การจัดการโรคผลเน่าของทุเรียน (*Durio zibethinus* Murr.) ที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* (Butler.) Butl. วารสารวิทยาศาสตร์ เกษตร ปีที่ 33 ฉบับที่ 6 (พิเศษ). 2545. หน้า 45-48
- ทวี เก่าศิริ. 2545. *Phytophthora* ราศัตรูพืชที่สำคัญ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:  
<https://www.thaigreenagro.com/phytophthora-ราศัตรูพืชที่สำคัญ/>
- รัตติยา พงศ์พิสุทธา. 2535. โรคผลเน่าของทุเรียนหมอนทองที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivore* (Butl.) Butl. และการควบคุม. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2535. 99 หน้า.
- ศักดิ์ดา บรรณาภูมิ, ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล, วิชัย ก่อประดิษฐ์สกุล, สมสิทธิ์ ขำนาญศิลป์ และอมรรัตน์ พันธุ์พัก. 2537. การฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืชก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อป้องกันโรคผลเน่าของ ทุเรียนซึ่งเกิดจากเชื้อราไฟทอปธอรา. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย์.). 28:348-354.
- สมศิริ แสงโชติ และ ปัญจมา กวางดี๊ด. 2527. การจัดการเชื้อรา *Phytophthora Palmivora* (Butler.) สาเหตุโรครากเน่าและผลเน่าของทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล:  
<https://www.phtnet.org/download/phtic-research/55.pdf>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2563. สำนักวิจัยเศรษฐกิจเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:  
<http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/trend2563>
- เอียน ศิลาชัย, ไสว เนื่องไผ่, อัญชลี ดิษฐบรรจง และ สุวรรณ เสวตสุนทร. 2527 ประสิทธิภาพของ สารกำจัดเชื้อราประเภทดูดซึมบางชนิดต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. paracitica* ซึ่งเป็น สาเหตุโรคโคนเน่าของพลู. วารสารวิชาการ
- André Drenth and Barbara Sendall. 2001. Practical guide to detection and identification of Phytophthora. CRC for Tropical Plant Protection Brisbane Australia
- Coffey, M. D. and Bower, L. 1984 In vitro variability among isolates of eight Phytophthora species in response to phosphorous acid. Phytopathology 74:738-742,
- Fungicide resistance action committee. 2020. FRAC Code List ©\* 2020: Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action (including FRAC Codenumbering).(Online).source:<https://cpbusw2.wpmucdn.com/u.osu.edu/dist/b/28945/files/2020/02/frac-code-list-2020-final.pdf>

Jeffers, S.N. and Martin, S. 1986. Identifying species of Phytophthora. Plant Disease.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

70:1038-1043.

Noriyuki Miyake and Hirofumi Nagai. 2017. Efficacy of phosphonate in controlling white powdery rot of fig caused by *Phytophthora palmivora*. J Gen Plant Pathol

Turkolmez S. and Derviş S. 2017. Activity of metalaxyl-M+ mancozeb, fosetyl-Al, and phosphorous acid against *Phytophthora* crown and root rot of apricot and cherry caused by *Phytophthora palmivora*. Plant Protect. Sci., 53. 216–225.

Waterhouse, G.M., F.J. Newhook D.J. Stamps. 1983. Present criteria for classification of *Phytophthora*, pp. 139-147. In D.C. Erwin, S. Barnick-Garcia and P.H. Tsao eds. *Phytophthora : Its Biology Taxonomy, Ecology, and Pathology*. The Amer. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minnesota



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Appendix 1.** Fungicide resistant assay of *Phytophthora* spp. causing durian disease on V8 agar amended fosetyl AI and phosphonic acid.

Isolate code	(100 mg/l)	Percent of inhibit (%)			
		500	1000	2000	4000
CL1_S1	FA	18.04	66.14	100	100
	PA	25.80	50.99	66.45	95.08
CL1_S2	FA	22.34	52.90	99.27	100
	PA	70.46	96	94.26	98.77
CL1_S3	FA	21.35	42.31	100	100
	PA	1.49	23.49	39.71	91.39
CL1_S4	FA	3.97	55.16	100	100
	PA	30.49	31.44	53.98	90.28
CL1_S5	FA	16.49	58.14	100	100
	PA	31.86	37.07	60.75	94.20
CL1_S8	FA	16.64	48.50	97.66	100
	PA	38.06	47.82	66.76	93.99
CL1_S9	FA	16.29	52.70	96.99	100
	PA	27.02	40.71	73.25	99.54
CL1_S11	FA	7.72	36.58	91.53	100
	PA	10.62	33.53	57.30	71.20
CL1_S12	FA	-7.10	50.23	100	100
	PA	11.37	15.03	39.44	63.61
CL1_S13	FA	0.96	40.79	100	100
	PA	14.31	44.79	68.66	89.55
CL1_S14	FA	12.92	56.19	100	100
	PA	23.78	48.32	68.50	80.69
CL1_S15	FA	23.08	49.42	100	100
	PA	20.33	33.94	54.40	100
CL2_S1	FA	32.23	52.59	87.20	100
	PA	100	49.22	67.48	100
CL2_S2	FA	23.75	47.06	82.36	100
	PA	31.66	43.12	65.01	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Appendix 1. Continuous.

Isolate code	(100 mg/l)	Percent of inhibit (%)			
		500	1000	2000	4000
CL2_S3	FA	28.66	51.54	88.53	100
	PA	52.44	68.18	83.27	100
CL2_S4	FA	14.42	46.90	87.76	100
	PA	59.39	45.85	69.68	100
CL2_S7	FA	26.68	52.98	91.72	100
	PA	100	50.80	71.66	100
CL3_S1	FA	100	49.62	84.60	100
	PA	83.31	94.55	100	100
CL3_S2	FA	37.67	56.47	96.88	100
	PA	93.97	61.79	82.55	100
CL3_S3	FA	40.72	59.73	100	100
	PA	86.97	70.86	100	100
CL3_S4	FA	39.21	39.85	100	100
	PA	72.02	90.59	100	100
CL3_S5	FA	31.54	50.66	82.19	100
	PA	44.81	54.73	72.15	100
CL3_S6	FA	37.42	56.60	91.35	100
	PA	57.26	63.70	77.27	100
CL3_S7	FA	23.29	53.34	100	100
	PA	42.29	52.74	86.38	100
CL3_S9	FA	18.78	51.28	82.15	100
	PA	67.91	73.35	88.54	100
CL3_S10	FA	17.37	56.81	100	100
	PA	44.16	63.23	92.67	100
CL3_S11	FA	22.28	59.01	100	100
	PA	37.81	58.94	100	100
CL4_F1	FA	31.79	55.67	100	100
	PA	48.10	61.67	87.37	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Appendix 1. Continuous.

Isolate code	(100 mg/l)	Percent of inhibit (%)			
		500	1000	2000	4000
CL4_F2	FA	35.23	60.05	100	100
	PA	63.03	73.46	100	100
CL4_S3	FA	12.33	55.09	90.87	100
	PA	39.92	69.75	90.22	100
CL4_S4	FA	13.77	50.68	96.23	100
	PA	23.18	44.65	89.83	100
CL4_S5	FA	15.90	54.12	94.69	100
	PA	42.34	60.50	88.76	100
CL4_F7	FA	36.74	58.74	96.08	100
	PA	100	67.17	84.62	100
CL4_F8	FA	22.33	56.50	100	100
	PA	33.67	62.05	81.42	100
CL4_F9	FA	8.89	49.38	100	100
	PA	21.60	46.05	80.42	100
CL4_F10	FA	25.18	52.73	91.14	100
	PA	40.05	69.43	82.96	100
CL5_F1	FA	50.21	65.43	100	100
	PA	64.58	81.52	93.51	100
CL5_F2	FA	50.95	68.48	100	100
	PA	63.68	73.78	88.61	100
CL5_F3	FA	45.22	63.17	100	100
	PA	62.18	71.99	100	100
CL5_F4	FA	50.83	67.73	100	100
	PA	63.42	73.18	90.61	100
CL5_F5	FA	51.13	65.17	100	100
	PA	64.30	79.39	98.64	100
CL5_F6	FA	45.16	65.55	100	100
	PA	64.67	77.57	88.38	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Appendix 1. Continuous.

Isolate code	(100 mg/l)	Percent of inhibit (%)			
		500	1000	2000	4000
CL5_F7	FA	44.28	65.87	100	100
	PA	61.76	73.49	91.18	100
CL5_F8	FA	37.85	63.57	100	100
	PA	58.68	68.07	86.75	100
CL5_F9	FA	33.50	61.72	100	100
	PA	55.70	71.02	90.50	100
CL5_F10	FA	41.09	63.23	100	100
	PA	59.75	73.50	88.34	100
CL5_F11	FA	40.07	61.29	100	100
	PA	60.14	72.18	92.01	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวศันศนีย์ พันธะคาร
วัน/เดือน/ปี เกิด	7 พฤษภาคม 2542
ที่อยู่อาศัย	บ้านเลขที่ 25 หมู่ 10 ตำบลวิสัยเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร 86100
ประวัติการศึกษา	อนุบาล 1-3 โรงเรียนบ้านช่องไทรราษฎร์พัฒนา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ประถมศึกษา 4-6 โรงเรียนบ้านช่องไทรราษฎร์พัฒนา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร มัธยมศึกษา 1-3 โรงเรียนศรีวิชัย อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร มัธยมศึกษา 4-6 โรงเรียนศรีวิชัย อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ปัจจุบันศึกษา ปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช ชั้นปีที่ 4 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้