



ประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide และ DMI-fungicides ต่อเชื้อรา *Fusarium* spp. สาเหตุโรคทุเรียน  
Efficiency of copper hydroxide and DMI-fungicides on *Fusarium* spp. causing durian diseases

นัทธพงศ์ ทองแท่น

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่...../.....

งานทะเบียนและประมวลผล

## โครงการพิเศษปีการศึกษา 2564

ประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide และ DMI-fungicides  
ต่อเชื้อรา *Fusarium* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

Efficiency of copper hydroxide and DMI-fungicides on *Fusarium* spp. causing  
durian diseases

นัทพงศ์ ทองแท่น

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
(เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เห็นชอบ/รับรอง

*P. Kongtragoul*

(ผศ.ดร.พรประพา คงตระกูล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

โครงการพิเศษนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น และผู้ยืมที่เห็นแจ้งระเบียบนี้ห้ามนำ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โครงการพิเศษ

ประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide และ DMI-fungicides ต่อเชื้อรา *Fusarium* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

Efficiency of copper hydroxide and DMI-fungicides on *Fusarium* spp. causing durian diseases



เสนอ

หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง / หัวข้อโครงการพิเศษ	: ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide และ DMI-fungicides ต่อเชื้อรา <i>Fusarium</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน
ผู้เขียน	: นายนัทพงศ์ ทองแทน
ปริญญา	: วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)
หลักสูตร	: เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช
ภาควิชา	: เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ผศ.ดร.พรประพา คงตระกูล

### บทคัดย่อ

ทุเรียนเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย หากแต่ในปัจจุบันโรคกิ่งแห้งเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นในแปลงปลูกทำให้ยอดแห้งและใบหลุดร่วง งานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างโรคกิ่งแห้งจากแปลงปลูกในพื้นที่จังหวัดชุมพร ทำการแยกเชื้อราสาเหตุโรคด้วยวิธี tissue transplanting บนอาหาร water agar (WA) และศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) ได้เชื้อรา *Fusarium* spp. จำนวน 30 ไอโซเลท ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา 3 ชนิด คือ copper hydroxide, hexaconazole และ difenoconazole ที่ระดับความเข้มข้น 0.1, 1, 10, 100 และ 1,000 mg/l ของสารออกฤทธิ์ คำนวณเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเติบโตทางเส้นใยของเชื้อรา เพื่อประเมินค่า half maximal effective concentration (EC<sub>50</sub>) ผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตทางเส้นใยทุกไอโซเลท ที่ค่า EC<sub>50</sub> >1,000 mg/l ในขณะที่สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา hexaconazole และ difenoconazole ส่วนใหญ่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตทางเส้นใยในช่วงค่า EC<sub>50</sub> >10 ถึง 100 mg/l

**คำสำคัญ:** โรคกิ่งแห้ง; ทุเรียน; *Fusarium* spp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Title** : Efficiency of copper hydroxide and DMI-fungicides on *Fusarium* spp. causing durian diseases

**Author** : Mister Nattapong thongtan

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

**Program** : Management Technology for Plant Production

**Department** : Agricultural Technology

**Advisor** : Asst. Dr. Pornprapa Kongtragoul

### Abstract

Durian is an important economic fruit of Thailand. However, dieback disease is a major problem in planting plots, causing dry shoots and leaves to fall. This research collected disease samples from durian orchards in Chumphon province. Thirty isolates of *Fusarium* spp. were isolated from water agar (WA), and morphological characterization was studied on potato dextrose agar (PDA) medium. The efficacy of three fungicides, namely copper hydroxide, hexaconazole, and difenoconazole, was assessed at concentrations of 0.1, 1, 10, 100, and 1000 mg/l of the active ingredient and calculated the percentage inhibiting mycelial growth of fungi. The estimate is the half maximal effective concentration ( $EC_{50}$ ). The results showed that the efficacy of copper hydroxide inhibited the mycelial growth of all isolates at  $EC_{50} > 1000$  mg/l. Meanwhile, hexaconazole and difenoconazole were most able to inhibit filamentous growth in the  $EC_{50}$  range  $> 10$  to 100 mg/l.

**Keywords:** dieback; durian; *Fusarium* spp.

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.พรประพา คงตระกูล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ที่เสียสละเวลา แรงกาย แรงใจ ให้คำแนะนำปรึกษาและแก้ไขข้อปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำให้โครงการพิเศษ ตลอดจนช่วยชี้แนะข้อบกพร่องในการจัดทำโครงการพิเศษ และกราบขอบพระคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืชที่ให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำตลอดจนอบรมสั่งสอนข้าพเจ้ามาโดยตลอดขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืชทุกท่าน ที่ให้การช่วยเหลือให้กำลังใจจนทำให้โครงการพิเศษนี้สำเร็จไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่มีโอกาสทางการศึกษาและคอยเป็นกำลังใจ และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนที่คอยช่วยเหลือ และให้คำแนะนำทำให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายณัฏพงค์ ทองแท่น

## 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>Fusarium</i> spp.	3
2.3 อาการโรคของทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา <i>Fusarium</i> spp.	5
2.4 สารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดเชื้อรา <i>Fusarium</i> spp.	5
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	11
3.1 เก็บรวบรวมและแยกเชื้อรา <i>Fusarium</i> spp. จากทุเรียน	11
3.2 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา <i>Fusarium</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	12
3.3 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี copper hydroxide, hexaconazole และ difenoconazole ในการควบคุมเชื้อรา <i>Fusarium</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	12
3.4 การคำนวณค่าความเข้มข้นที่สารให้ประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญ 50% ของสารเคมี copper hydroxide, hexaconazole และ difenoconazole	13
บทที่ 4 ผลการทดลอง	14
4.1 การแยกและรวบรวมเชื้อรา <i>Fusarium</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	14
4.2 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา <i>Fusarium</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	15
4.3 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี copper hydroxide, hexaconazole และ difenoconazole ในการควบคุมเชื้อรา <i>Fusarium</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 วิจัยรณผลการทดลอง	41
5.1 การแยกและรวบรวมเชื้อรา <i>Fusarium</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	41
5.2 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี copper hydroxide, hexaconazole และ difenoconazole ในการควบคุมเชื้อรา <i>Fusarium</i> spp. สาเหตุโรคทุเรียน	41
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	43
เอกสารอ้างอิง	44
ประวัติผู้แต่ง	47



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา <i>Fusarium</i> spp. ที่ใช้ในการศึกษา และลงทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตรในประเทศไทย ปี 2554 - 2564	6
3.3 Details of fungicides in this study.	12
4.2 List of <i>Fusarium</i> spp. isolates from each location	14
4.3 Morphology characterization of <i>Fusarium</i> spp. isolates causing durian disease.	15
4.4 Fungicide Resistant assay of <i>Fusarium</i> spp. causing durian disease on potato dextrose agar (PDA) amended copper hydroxide, hexaconazole and difenoconazole	23
4.5 copper hydroxide, hexaconazole and difenoconazole, regression equation, coefficient of determination ( $R^2$ ), sensitivity and 50% effective concentration of mycelium growth of <i>Fusarium</i> spp. Causing durian disease.	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

	หน้า
<b>ภาพที่</b>	
2.1 Morphological characteristics of <i>Fusarium</i> spp. (A) microconidia; (B) macroconidia; (C) microconidia produced in false heads on short monophialides; (D) terminal chlamydospore.	4
4.1 symptoms of <i>Fusarium</i> disease on branch disease.	14
4.2 Morphological characterization of <i>Fusarium</i> spp. Isolates causing durian disease; colony (a), Mycelium (b), Macroconidia (c) and Microconidia (d)	17
4.3 The Copper hydroxide sensitivity of <i>Fusarium</i> spp. in each isolate on clarified potato dextrose agar (PDA) amended with 0 (control), 0.1, 1, 10, 100 and 1,000 ppm.	32
4.4 The Hexaconazole sensitivity of <i>Fusarium</i> spp. in each isolate on clarified potato dextrose agar (PDA) amended with 0 (control), 0.1, 1, 10, 100 and 1,000 ppm.	35
4.5 The Difenconazole sensitivity of <i>Fusarium</i> spp. in each isolate on clarified potato dextrose agar (PDA) amended with 0 (control), 0.1, 1, 10, 100 and 1,000 ppm.	38

# บทที่ 1

## บทนำ

ทุเรียน (*Durio zibethinus*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เพราะมีศักยภาพสูงในด้านการผลิตทุเรียนคุณภาพดี มีรสชาติดีที่สุดในโลก (พิชญา และคณะ, 2559) จึงได้รับการขนานนามว่าเป็น “ราชาแห่งไม้ผล” เนื่องจากทุเรียนมีความแปลกทั้งรูปร่างกลิ่นและรสชาติ คือมีผลขนาดใหญ่และมีหนามเป็นจำนวนมากเนื้อทุเรียนมีรสชาติอร่อยหวานมันกลิ่นหอมและมีคุณค่าทางอาหารสูงทุเรียนจึงเป็นที่รู้จัก นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ ทำให้การบริโภคทุเรียนในแต่ละปีมีปริมาณสูง รวมถึงมีการส่งออกทุเรียนไปต่างประเทศในปริมาณมาก ประกอบกับความต้องการบริโภคทุเรียนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีการเพาะปลูกทุเรียนเพิ่มมากขึ้นในทั่วทุกภาคของประเทศไทย โดยในปี 2564 ประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกทุเรียนทั้งหมด 1,168,154 ไร่ โดยแบ่งเป็นภาคใต้ 631,548 ไร่ ภาคกลาง 442,506 ไร่ ภาคเหนือ 67,481 ไร่ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 26,619 ไร่ โดยให้ผลผลิตทั้งหมด 1,212,989 ตัน มูลค่า 138.256 ล้านบาท ซึ่งมีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นประมาณ 96,338 ไร่ และผลผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ 96,921 ตัน เนื่องจากการขยายเนื้อที่ปลูกทุเรียนของเกษตรกรแทนพืชอื่น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) แต่ปัญหาของการผลิตทุเรียนที่สำคัญ คือ การเกิดโรคจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* spp. ซึ่งเป็นปัญหาหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อระบบการผลิตทุเรียน โดยสร้างความเสียหายทั้งในด้านของคุณภาพ และปริมาณผลผลิตของทุเรียน (นิพนธ์, 2542)

เชื้อราชนิดนี้เป็นทั้งเชื้อราสาเหตุโรค และเชื้อราที่เข้าทำลายซ้ำเติม สามารถก่อให้เกิดโรคในทุเรียนได้ในระยะปลูกตั้งแต่ระยะต้นกล้าจนถึงต้นที่เจริญเติบโตเต็มวัย และรวมทั้งผลผลิตของทุเรียนในระยะก่อนการเก็บเกี่ยว และหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งลักษณะอาการที่เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* spp. จะมีอาการใบบิดเบี้ยว บริเวณปลายยอด และเมื่อสภาพอากาศร้อน ส่งผลให้เกิดลักษณะไหม้ที่บริเวณปลาย หรือขอบใบ จากนั้นใบจะร่วง กิ่งแห้ง และลามมายังส่วนล่างของกิ่ง หากอาการรุนแรง จะส่งผลให้ต้นทุเรียนโทรม ส่วนที่ผลทุเรียนจะแสดงลักษณะอาการแผลแห้งสีน้ำตาลถึงดำ (รัตติยา และคณะ, 2563; Piasai et al. 2021) เนื่องจากเชื้อรา *Fusarium* spp. พบได้ในทุกพื้นที่ที่มีการปลูกทุเรียน และสร้างความเสียหายให้เกษตรกรเป็นอย่างมากเกษตรกรส่วนใหญ่จึงนิยมใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรค เนื่องจากมีความสะดวกสบายในการใช้งานและได้ผลอย่างรวดเร็ว แต่การใช้สารเคมีในปริมาณมากนอกจากเป็นการสิ้นเปลืองแล้วอาจก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ของเชื้ออันเป็นสาเหตุให้เกิดการดื้อยาของโรคทำให้การป้องกันกำจัดเชื้อโรคทำได้ยากขึ้นในอนาคต ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราบางชนิดที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium* spp. เพื่อลดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูญเสียผลผลิตของเกษตรกรชาวสวนทุเรียน นอกจากนี้เชื้อรา *Fusarium* spp. ยังสามารถก่อให้เกิดโรคกับพืชชนิดอื่นๆ เช่น มะม่วง ประดู่ลาย เมเปิ้ล เป็นต้น (Demirci and Maden, 2006)

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Fusarium* spp. สาเหตุโรคทุเรียน
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมี copper hydroxide , hexaconazole และ difenoconazole ในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium* spp. สาเหตุโรคทุเรียน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ตรวจเอกสาร

#### 2.1 ความสำคัญทางเศรษฐกิจของทุเรียน

ทุเรียนเป็นผลไม้ที่ทำรายได้ให้กับประเทศไทยเป็นจำนวนมากในแต่ละปี โดยในปี 2563 มีการบริโภคภายในประเทศเพิ่มขึ้นจาก 327,497 ตัน ในปี 2562 ร้อยละ 32.98 เนื่องจากปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ประกอบกับนโยบายส่งเสริมการบริโภคของภาครัฐ และกระแสนิยมในการบริโภค ยังคงส่งผลให้การบริโภคภายในประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีการส่งออกทุเรียนและผลิตภัณฑ์จากทุเรียนในรูปแบบของ ทุเรียนสด, ทุเรียนแช่แข็ง, ทุเรียนอบแห้ง, และทุเรียนกวน มีปริมาณ 668,040 ตัน และมีมูลค่า 73,780 ล้านบาท หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.81 และร้อยละ 39.43 ต่อปี ตามลำดับ และปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการของตลาดต่างประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งทุเรียนสดและสินค้าแปรรูป โดยเฉพาะตลาดจีนซึ่งยังมีความต้องการบริโภคทุเรียนสดจากไทยประกอบกับการพัฒนาระบบการขนส่งและโลจิสติกส์ของจีนช่วยให้กระจายผลผลิตไปยังผู้บริโภคในมณฑลต่าง ๆ ของจีนได้ง่ายและสะดวกรวดเร็วมาก แบ่งเป็น ทุเรียนสด 639,763 ตัน ราคาส่งออกกิโลกรัมละ 105.90 บาท รวมเป็นมูลค่า 67,752.75 ล้านบาท ทุเรียนแช่แข็ง 26,794 ตัน ราคาส่งออกกิโลกรัมละ 210.17 บาท รวมเป็นมูลค่า 5,631.48 ล้านบาท ทุเรียนอบแห้ง 242 ตัน มูลค่า 226.62 ล้านบาท และทุเรียนกวน 1,241 ตัน ราคาส่งออกกิโลกรัมละ 136.39 บาท รวมเป็นมูลค่า 169.20 ล้านบาท (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2564; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564)

#### 2.2 เชื้อรา *Fusarium* spp.

*Fusarium* spp. เป็นเชื้อราที่อาศัยอยู่ในดิน และก่อให้เกิดโรคที่สำคัญ ได้แก่ โรคต้นเน่า โรคเหี่ยว เป็นต้น ซึ่งสปอร์ของเชื้อราสามารถเข้าทำลายพืชโดยผ่านทางรากเข้าไปเจริญเติบโตอยู่ภายในท่อลำเลียงน้ำ ก่อให้เกิดการอุดตันขึ้นทำให้พืชไม่สามารถลำเลียงน้ำ อาหารขึ้น ไปเลี้ยงต้นได้เป็นปกติจึงทำให้พืชแคระแกร็น ชะงักการเจริญเติบโตและเหลืองในที่สุด ตั้งแต่สปอร์เริ่มส่งเส้นใยเข้าไปในพืช จนกระทั่งแสดงอาการผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุกรมวิธานของเชื้อรา *Fusarium* spp.

Subdivision: Deuteromycete

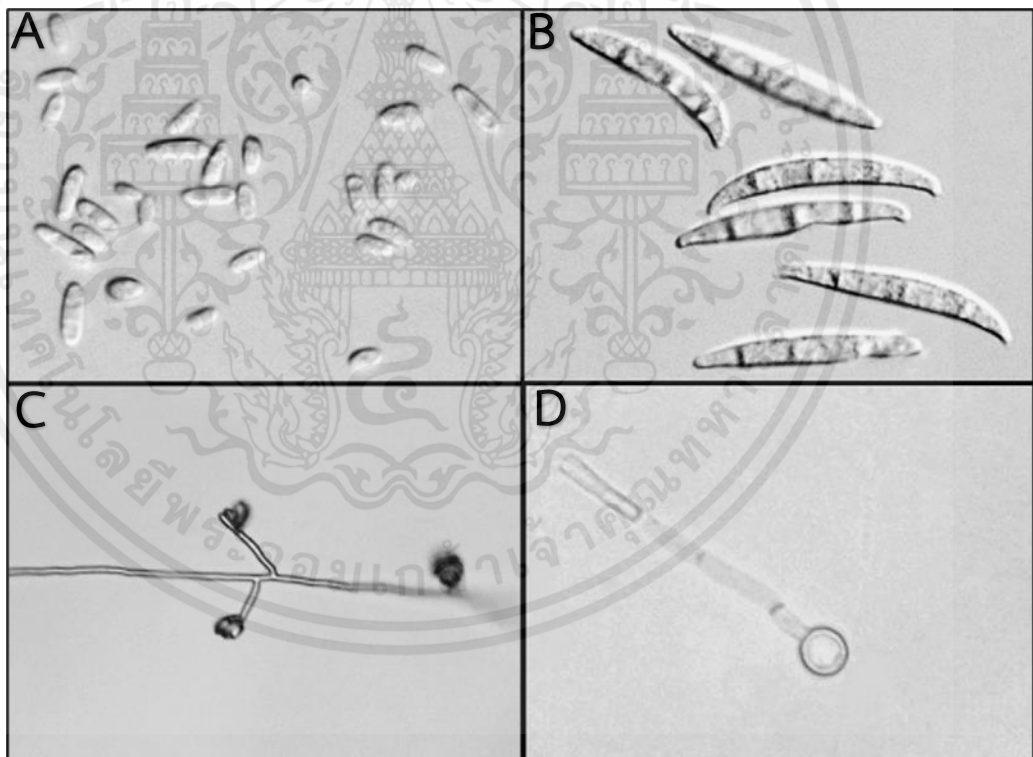
Class: Hyphomycetes

Order: Tuberculariales

Family: Tuberculariaceae

Genus: *Fusarium* (Fourie et al., 2011)

เชื้อรา *Fusarium* spp. พบได้ทั่วไปทุกแห่ง สามารถแยกจากพืชที่เป็นโรค จะสร้างเส้นใยในช่วง 3-4 วันแรก ลักษณะเส้นใยมีสีขาวครีม มีการสร้างสปอร์ 2 รูปแบบ คือ macroconidia รูปร่างเรียวยาว ถึงกระบอกใส ไม่มีสี บริเวณ apical cell มีลักษณะมน ส่วน basal cell มีลักษณะเป็น foot-shape หรือมีลักษณะหยักที่ชัดเจน แต่สำหรับ microconidia ส่วนใหญ่จะพบมีรูปร่างเป็นรูปไข่ 1-2 เซลล์ ไม่มีสี อยู่รวมกันเป็นกลุ่มบนก้านชูสปอร์ (อภีรัชต์ และคณะ, 2562; รัตติยา และคณะ, 2563; Tidet and Jooste, 1992; Fourie et al., 2011)



**Figure 2.1** Morphological characteristics of *Fusarium* spp. (A) microconidia; (B) macroconidia; (C) microconidia produced in false heads on short monophialides; (D) terminal chlamydospore. (Fourie et al., 2011).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 อาการโรคของทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* spp.

### 2.3.1 โรคกิ่งแห้ง หรือ Dieback

โรคกิ่งแห้ง หรือ Dieback พบระบาดสร้างความเสียหายเป็นอย่างมากแก่ทุเรียน โดยเฉพาะในพื้นที่เขตร้อน ซึ่งเชื้อรา *Fusarium* spp. สามารถเข้าทำลายต้นทุเรียนได้ทั้งทางราก และทางบาดแผล โดยลักษณะการเข้าทำลายจะไปกีดขวางและส่งผลกระทบต่อระบบลำเลียงน้ำของพืช ทำให้น้ำที่พืชดูดขึ้นมาไม่สามารถเคลื่อนสู่ด้านบน ใบของพืชจะแสดงอาการเหี่ยว และตายในที่สุด (ฉันทธีรา, 2562)

**ลักษณะอาการ** บริเวณกิ่งจะเกิดแผลสีน้ำตาลเข้ม ถึงน้ำตาลแดง ขอบแผลไม่แน่นอน สีน้ำตาลอ่อน ถึงน้ำตาลเข้ม พบกลุ่มเส้นใยสีขาวบริเวณแผล และเมื่อสภาพอากาศร้อน ส่งผลให้เกิดลักษณะใหม่ ที่บริเวณปลาย หรือขอบใบ จากนั้นใบก็จะร่วง กิ่งแห้ง และลามมายังส่วนล่างของกิ่งหากอาการรุนแรง จะส่งผลให้ต้นทุเรียนโทรม หากปล่อยทิ้งไว้ก็จะทำต้นทุเรียนยืนต้นตายในที่สุด (ฉันทธีรา, 2562; รัตติยา และคณะ, 2563)

### 2.3.2 โรคผลเน่า (Fruit rot)

โรคผลเน่า (Fruit rot) เป็นโรคที่ร้ายแรงต่อผลผลิตทุเรียนทั้งก่อนระยะการเก็บเกี่ยว และหลังเก็บเกี่ยว และระหว่างการบ่มผลให้สุก ซึ่งมีผลกระทบ โดยตรงต่อปริมาณการผลิตและคุณภาพของผลผลิตผล (Rawat et al., 2021)

**ลักษณะอาการ** เกิดแผลแห้งสีน้ำตาลถึงดำ มีหย่อมน้ำบนแผลที่เปลือกผล เกิดเส้นใยสีขาวหรือสีเทา และพบสปอร์บริเวณรอยแผลที่เกิดโรค (รัตติยา และคณะ, 2563; Rawat et al., 2021)

## 2.4 สารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดเชื้อรา *Fusarium* spp. ที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้

### 2.4.1 สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper Hydroxide

เป็นสารเคมีที่ประกอบด้วยเนื้อทองแดงบริสุทธิ์อยู่มากถึง 50% สามารถใช้ป้องกันกำจัดโรคพืชที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย และเชื้อราได้ดี จับติดใบพืชได้ดี ทนต่อการชะล้างของฝน เพราะอยู่ในรูป micronized copper Hydroxide มีอนุภาคเป็นผลึกรูปเข็ม ที่เล็กละเอียดมาก (2-4 ไมครอน) จึงสามารถแผ่กระจายครอบคลุมพื้นที่ทั่วผิวใบพืช ไม่เป็นอันตรายต่อพืช จัดอยู่ในกลุ่ม inorganic มีการลงทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตรในประเทศไทย ปี 2554 - 2564 และผู้นำเข้า ดังแสดงใน (Table 2.1)

**Table 2.1** สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา *Fusarium* spp. ที่ใช้ในการศึกษา และลงทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตรในประเทศไทย ปี 2554 - 2564 (กลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย, 2565)

ชื่อสามัญ	% สารออกฤทธิ์และสูตรที่ลงทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตรในประเทศไทย ปี 2554 - 2564	ผู้นำเข้า
copper Hydroxide	77 % WP	โซตัส อินเตอร์เนชั่นแนล บจก.
difenoconazole	25 % W/V EC	ชินเจนทา ครอบโปรเทคชั่น บจก.
hexaconazole	5 % W/V SC	ชินเจนทา ครอบโปรเทคชั่น บจก.

### กลไกการออกฤทธิ์

มีกลไกการออกฤทธิ์โดยมีจุดจับหลายจุด แต่ยังไม่ทราบจุดจับที่แน่ชัด เช่น copper hydroxide มีสารสำคัญ คือ copper hydroxide 77% WP (FRAC, 2021)

### งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide

ภาณุเดช และคณะ (2562) ได้ศึกษาทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. equiseti* สาเหตุโรคเหี่ยวของแคนตาลูป โดยทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา 4 ชนิด ได้แก่ copper hydroxide, metalaxyl, pyraclostrobin และ etridiazole+quintozene ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. equiseti* บนอาหาร Potato dextrose agar (PDA) ที่ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ half dose (ครึ่งของระดับที่แนะนำในฉลาก), normal dose (ระดับที่แนะนำในฉลาก) และ over dose (2 เท่า ของระดับที่แนะนำในฉลาก) พบว่าสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide ที่ระดับความเข้มข้นตามคำแนะนำในฉลาก (normal dose) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 20.51% และที่ระดับความเข้มข้น 2 เท่า ของที่แนะนำในฉลาก (over dose) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 21.97 %

วิพรพรรณ และวรวิฑู (2560) ได้ศึกษาทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* สาเหตุของโรคเหี่ยวของแคนตาลูป โดยเลี้ยงเชื้อบนอาหาร PDA ที่ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide , etridiazole ผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารผลงานวิจัยหรือการเขียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

quintozene, metalaxyl และ pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 0, 500, 1000, 2000 และ 3000 ppm. พบว่าสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide ที่ระดับความเข้มข้น 2,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. oxysporum* ได้ มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 100%

อนันต์ (2556) ได้ศึกษาประเมินผลของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราทั้งแบบดูดซึม ได้แก่ carbendazim, tricyclazole, thiophanate-methyl และ difenoconazole และสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราแบบสัมผัส ได้แก่ edifenphos, mancozeb, copper hydroxide และ iprodione ต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคข้าวที่สำคัญได้แก่ *Curvularia lunata* (CUR) *Bipolaris oryzae* (BIPO) *Bipolaris* sp. ไอโซเลต BSK1 (BIP), *Fusarium* sp. ไอโซเลต FSK1 (FUS1) และไอโซเลต FSK2 (FUS2) สาเหตุโรคเมล็ดด่าง *Magnaporthe grisea* (MAG) สาเหตุโรคไหม้ และ *Rhizoctoniasolani* (RHI) สาเหตุโรคกาบใบแห้ง ทดสอบโดยเลี้ยงเชื้อบนอาหารที่ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา พบว่าสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราแบบสัมผัสที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย เชื้อ FUS1 และ FUS2 ได้ดีที่สุดคือ copper hydroxide โดยมีการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราอยู่ที่ 70 และ 83% ตามลำดับ

#### งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide

Sumana et al. (2012) ได้ศึกษาทดสอบการควบคุมโรคเหี่ยวในยาสูบที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* โดยการใช้เชื้อราปฏิปักษ์ ได้แก่ *Trichoderma viride*, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* และสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา 9 ชนิด เช่น carbendazim, copper hydroxide, propiconazole, difenoconazole, thiophanate methyl, mancozeb, tridemorph, metalaxyl and triadimefon พบว่าสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 52.09%

Sanap et al. (2020) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide และ carbendazim 25% ผสม mancozeb 50% ที่ความเข้มข้นต่างกัน 1500, 2000 และ 2500 ppm. ในการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* สาเหตุโรคของมะเขือเทศ พบว่าสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 50.93%

#### 2.4.2 สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา difenoconazole และ hexaconazole

เป็นสารกลุ่ม triazoles มีคุณสมบัติเป็นสารดูดซึมและแทรกซึมเข้าสู่พืชได้รวดเร็วเคลื่อนย้ายในต้นพืชได้ มีฤทธิ์ครอบคลุมเชื้อโรคกว้างขวาง ยับยั้งการสร้างและพัฒนาเส้นใยของเชื้อรา ช่วยให้พืชใบ

หนา เซียวเข้มและรวงข้าวเหลืองสม่ำเสมอ จัดอยู่ในกลุ่ม DeMethylation Inhibitors มีการลงทะเบียน  
 วัตถุอันตรายทางการเกษตรในประเทศไทย และผู้นำเข้า (Table 2.1)

### กลไกการออกฤทธิ์

มีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์สเตอรอลในเยื่อหุ้มเซลล์ Ergosterol เป็น  
 องค์ประกอบที่สำคัญของไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อราและจำเป็นสำหรับการอยู่รอดของเซลล์  
 เนื่องจากมีหน้าที่ทางชีวภาพในกระบวนการสังเคราะห์สเตอรอล รวมถึงการไหลของเยื่อหุ้มเซลล์ การ  
 ซึมผ่านและการส่งสัญญาณของพีโรโมน ให้องค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์ในเชื้อราเส้นทางการ  
 สังเคราะห์ทางชีวภาพของ ergosterol ใน *Saccharomyces cerevisiae* เอ็นไซม์หลายชนิด เช่น  
 difenoconazole มีสารสำคัญ คือ cis,trans-3-chloro-4-[4-methyl-2-(H-1,2,4-triazol-1-ylmethyl)-  
 1,3-dioxolan-2-yl]4-chlorophenylether.....25% W/V SC และ hexaconazole มีสารสำคัญ  
 คือ (RS)-2(2,4-dichlorophenyl)-1-(1H-1,2,4-triazol-1-y)hexan-2-ol.....5% w/v sc (FRAC,  
 2021)

### งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา difenoconazole และ hexaconazole

กาญจนา และคณะ (2562) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา  
 จำนวน 22 ชนิด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. ในชั้นฉ่ำ โดยวิธี Poisoned  
 Food Technique นำอาหาร PDA ผสมกับสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่ความเข้มข้นต่างๆ ใน  
 ห้องปฏิบัติการ บันทึกผลโดยการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อราที่อายุ 3, 5 และ 7 วัน  
 พบว่าสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา hexaconazole และ difenoconazole สามารถยับยั้งการ  
 เจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อสาเหตุโรค โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 100%

พชรมน และคณะ (2563) ได้ศึกษาทดสอบการควบคุมโรคในเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อ  
 รา *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* โดยการใช้เชื้อราปฏิปักษ์ 4 ไอโซเลต ได้แก่ *Daldinia*  
*escholtzii* ไอโซเลต FL11 และ K12, *Trichoderma hazianum* และ *Trichoderma ghanense* และ  
 สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา 8 ชนิด ได้แก่ mancozeb, carbendazim, benomyl, prochloraz,  
 propiconazole ผสม difenoconazole, tebuconazole ผสม trifloxystrobin, hymexazol และ  
 fosetyl-aluminium จากการศึกษาการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporum* f. sp.

*Lycopersici* พบว่าเชื้อราปฏิปักษ์ทั้ง 4 ไอโซเลต สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคได้เมื่อ  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบด้วยเทคนิค dual culture assay ในขณะที่ยีสต์สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา propiconazole ผสม difenoconazole มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 72.19%

ศิริลักษณ์ และคณะ (2562) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์และสารเคมีในการยับยั้งโรคกล้าเน่าของข้าว ที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* sp. พบว่า สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา hexaconazole มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรค สามารถยับยั้งการเกิดโรคได้ โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง อยู่ที่ 100%

อนันต์ (2556) ได้ศึกษาประเมินผลของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราทั้งแบบดูดซึม ได้แก่ carbendazim, tricyclazole, thiophanate-methyl และ difenoconazole และสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราแบบสัมผัส ได้แก่ edifenphos, mancozeb, copper hydroxide และ iprodione ต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคข้าวที่สำคัญได้แก่ *Curvularia lunata* (CUR) *Bipolaris oryzae* (BIPO) *Bipolaris* sp. ไอโซเลต BSK1 (BIP), *Fusarium* sp. ไอโซเลต FSK1 (FUS1) และไอโซเลต FSK2 (FUS2) สาเหตุโรคเมล็ดต่าง *Magnaporthe grisea* (MAG) สาเหตุโรคไหม้ และ *Rhizoctoniasolani* (RHI) สาเหตุโรคกาบใบแห้ง ทดสอบโดยเลี้ยงเชื้อบนอาหารที่ผสมสารเคมี พบว่าสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราแบบดูดซึมที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ FUS1 และ FUS2 ได้ดีที่สุด ได้แก่ difenoconazole โดยการยับยั้งเท่ากับ 91%

### งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา difenoconazole และ hexaconazole

Bhaliya and Jadeja (2014) ได้ทำการศึกษาประเมินสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราแบบดูดซึม 6 ชนิด ได้แก่ carbendazim, tricyclazole, hexaconazole, difenoconazole, mycobutanil และ propiconazole โดยใช้ความเข้มข้น 50, 100, 250, 500 ppm. สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราแบบสัมผัส 5 ชนิด ได้แก่ mancozeb, copper oxychloride, sulphur, chlorothalonil, zineb โดยใช้ความเข้มข้น 1000, 1500, 2000, 2500 ppm. และสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราแบบผสม 6 ชนิด ได้แก่ zineb ผสม hexaconazole, carbendazim ผสม copper oxychloride, cymoxanil ผสม mancozeb, carbendazim ผสม mancozeb, tricyclazole ผสม mancozeb และ carboxin ผสม thiram โดยใช้ความเข้มข้น 500, 1000, 1500, 2000 ppm. ในการควบคุมการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *Fusarium solani* พบว่าสารเคมี difenoconazole มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 75.53% และพบว่าสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราแบบผสม zineb ผสม hexaconazole มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 72.19%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ghante et al. (2019) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราแบบดูดซึม ได้แก่ azoxystrobin, hexaconazole, penconazole, propiconazole, thiophanate methyl, difenconazole, carbendazim ที่ความเข้มข้น 500, 1000 และ 1500 ppm. และสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราแบบผสม ได้แก่ carbendazim 25% ผสม mancozeb 50 % WP, carbendazim 12 % ผสม mancozeb 63 % WP, hexaconazole 4 % ผสม zineb 68 % WP, hexaconazole 5 % ผสม captan 70 % WP และ metalaxyl M 4% ผสม mancozeb 64 % WP ที่ความเข้มข้น 1500, 2000 และ 2500 ppm. ในการควบคุมโรคเหี่ยวของนกกพิราบที่เกิดจาก *Fusarium oxysporum* f. sp. *udum* พบว่าสารเคมี hexaconazole มีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยอยู่ที่ 100%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 3.1 เก็บรวบรวมและแยกเชื้อรา *Fusarium* spp. จากทุเรียน

เก็บตัวอย่างทุเรียนที่แสดงอาการของโรคกิ่งแห้ง หรือ Dieback ที่คาดว่าจะเกิดจากเชื้อรา *Fusarium* spp. ในพื้นที่จังหวัดชุมพร พร้อมทั้งถ่ายภาพอาการของโรค จากนั้นนำตัวอย่างโรค มาทำการศึกษา และแยกเชื้อราสาเหตุของโรคในห้องปฏิบัติการ

##### การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกรายละเอียดของตัวอย่างพืชที่พบ
2. แหล่งที่พบ
3. ถ่ายภาพ

แยกเชื้อด้วยวิธี Tissue transplanting technique โดยตัดชิ้นส่วนพืชที่เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* spp. ให้มีขนาด  $0.5 \times 0.5$  cm. ฆ่าเชื้อบริเวณพื้นผิวโดยแช่ sodium hypochlorite (Clorox 10%) ประมาณ 3-5 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ ประมาณ 3-5 นาที ซับด้วยกระดาษทิชชูที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อให้แห้ง แล้วนำชิ้นส่วนพืชไปวางบนอาหาร water agar (WA) เมื่อสังเกตเห็นเส้นใยของเชื้อราที่เจริญออกมา ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm ที่ลนไฟฆ่าเชื้อแล้ว ตัดบริเวณปลายเส้นใยที่เจริญออกมา แล้ววางบนอาหาร potato dextrose (PDA) และปมที่อุณหภูมิห้อง (วนิดา และคณะ, 2562)

ทำการแยกเชื้อราบริสุทธิ์ด้วยวิธี single spore isolation ดัดแปลงวิธีจาก Ho and Ko, 1997 โดยเลี้ยงเชื้อบนอาหาร potato dextrose (PDA) เป็นเวลา 3-4 วัน เชี่ยเส้นใยบริเวณที่มีสปอร์ของเชื้อราจากจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่มีการเกิดของสปอร์ และแยกสปอร์ออกจากเส้นใย โดยนำเส้นใยที่มีสปอร์ของเชื้อราใส่ลงใน micro tube ที่เติมน้ำกลั่นปริมาณ 1 ml. แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่อง Vortex เพื่อแยก Conidia และนำ conidial suspension เติลงบนจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร Water agar (WA) นำมาเลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 10X และจุดหรือวาดวงกลมตรงที่มีสปอร์ด้านล่างของจานเพาะเชื้อ จากนั้นใช้มีด หรือ cork borer ตัดย้ายลงบนจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร potato dextrose (PDA) หลังจากนั้นนำมาเลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 5-7 วัน

### 3.2 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Fusarium spp.* สาเหตุโรคทุเรียน

ทำการเลี้ยงเชื้อรา *Fusarium spp.* ในจานอาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อ PDA ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 cm และใช้ cork borer ขนานเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm. ตัดเส้นใยบริเวณขอบโคโลนีของเชื้อ วางให้ด้านที่มีเส้นใยของเชื้อคว่ำลงบนอาหารบริเวณกลางจานเลี้ยงเชื้อ บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องจนเชื้อเจริญเติบโตเต็มจานเลี้ยงเชื้อเป็นระยะเวลา 7 วัน หลังจากนั้นใช้เข็มเขี่ยเส้นใยของเชื้อรา แล้วหยดด้วยน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อบนแผ่นสไลด์ และศึกษาดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 200 เท่า และ 400 เท่า ตรวจสอบลักษณะ macroconidia และ microconidia (พรปวีณ์ และคณะ, 2562; nel et al, 2006)

#### วิธีเก็บข้อมูลการทดลอง

1. ลักษณะของโคโลนีเชื้อรา
2. ตรวจสอบลักษณะเส้นใยและการสร้างสปอร์ผ่านกล้องจุลทรรศน์

### 3.3 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี copper hydroxide, hexaconazole และ difenoconazole ในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium spp.* สาเหตุโรคทุเรียน

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ผสมกับสารป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.1, 1, 10, 100, และ 1,000 mg/l และเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ผสมกับสารป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide จากนั้นใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm. ตัดบริเวณของโคโลนีของเชื้อราแต่ละไฮโซเลท และนำไปเลี้ยงบนอาหาร PDA ที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อราที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับการเจริญของโคโลนีเชื้อรากับชุดควบคุม คือ อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ไม่ได้ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อรา โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา ทำการทดลองความเข้มข้นละ 4 ซ้ำ

Table 3.3 Details of fungicides in this study.

Common name	Chemical Group	Active Ingredients	Recommendation rate
copper Hydroxide	inorganic	77 % WP	30 g. ต่อน้ำ 20 l.
difenoconazole	triazoles	25 % W/V EC	10 – 15 g. ต่อน้ำ 20 l.
hexaconazole	triazoles	5 % W/V SC	35 ml. ต่อน้ำ 20 l.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บันทึกผลการทดลอง

1. วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเชื้อรา
2. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย เพื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

การคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp.

$$\text{PERCENTAGE INHIBITION OF MYCELIAL GROWTH (PIMC)} = \frac{R1-R2}{R1} \times 100$$

R1 = รัศมีการเจริญของเชื้อรา

R2 = รัศมีโคโลนีชุดควบคุม

### 3.4 การคำนวณค่าความเข้มข้นที่สารให้ประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญ 50% ของสารเคมี copper hydroxide, hexaconazole และ difenoconazole

นำผลการทดลองมาแสดงกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้น โดยกำหนดให้ (แกน X) เป็นค่า log ของความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่ใช้ทดสอบ และให้ (แกน y) เป็นค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา จากนั้นแทนค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโต จะได้ค่าความเข้มข้นนำมาหา ค่า antilog จะได้ความเข้มข้นของสารเคมีที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (Half Maximum Effective Concentration; EC<sub>50</sub>) ดังสมการ

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

Y = เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา

X = ความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา

โดยนำค่า EC<sub>50</sub> ที่คำนวณได้จากสมการดังกล่าว ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี copper hydroxide, difenoconazole และ hexaconazole

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 การแยกและรวบรวมเชื้อรา *Fusarium* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

จากการเก็บตัวอย่างทุเรียนที่แสดงอาการของโรคกิ่งแห้ง หรือ Dieback ในพื้นที่จังหวัดชุมพร ที่คาดว่าจะเกิดจากเชื้อราสาเหตุ *Fusarium* spp. ซึ่งมีลักษณะอาการบริเวณกิ่งจะเกิดแผลสีน้ำตาลเข้ม ถึงน้ำตาลแดง ขอบแผลไม่แน่นอน สีน้ำตาลอ่อน ถึงน้ำตาลเข้ม พบกลุ่มเส้นใยสีขาวบริเวณแผล (Figure 4.1 ) จำนวน 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 (FUC1), ส่วนที่2 (FUC2), ส่วนที่3 (FUC3) และ ส่วนที่4 (FUC4)



Figure 4.1 symptoms of *Fusarium* disease on branch disease.

โดยนำตัวอย่างมาทำการแยกด้วยวิธี Tissue transplanting technique จากตัวอย่างทุเรียนที่แสดงอาการของโรคกิ่งแห้ง หรือ Dieback ที่เก็บภายในจังหวัดชุมพร ซึ่งตัวอย่างที่แยกได้จำนวน 30 ไอโซเลท โดยแบ่งออกเป็น จาก FUC1 จำนวน 8 ไอโซเลท FUC2 จำนวน 10 ไอโซเลท FUC3 จำนวน 10 ไอโซเลท และ FUC4 จำนวน 2 ไอโซเลท (Table 4.2) หลังจากนั้นทำการแยกเชื้อราบริสุทธิ์ด้วยวิธี single spore สำหรับใช้ในการทดลองครั้งต่อไป

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

Location code	No. isolates	Tissue
FUC1	8	branch
FUC2	10	branch
FUC3	10	branch
FUC4	2	branch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Fusarium* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

เชื้อราที่ได้จากเชื้อที่แยกได้จำนวน 30 ไอโซเลท พบว่าเชื้อราทั้งหมดมีลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA ดังนี้ โคโลนีของเชื้อมีลักษณะฟูสีขาวยาว (Figure 4.2 a) ทำการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาโดยเลี้ยงเชื้อราเตรียมไว้บนอาหาร PDA จะสร้างเส้นใยเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อขนาด 9 cm. ประมาณ 5-7 วัน หลังจากนั้นหยดด้วยน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ 1 หยดบนแผ่นสไลด์ แล้วใช้เข็มเย็บเส้นใยของเชื้อรา หรือสปอร์เชื้อราบนอาหาร PDA นำไปวางบนแผ่นสไลด์ และเขี่ยให้ส่วนของเส้นใย หรือสปอร์เชื้อราให้แตกกระจาย แล้วปิดด้วยแผ่น cover slip หลังจากนั้นนำไปตรวจสอบลักษณะเส้นใย macroconidia และ microconidia ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสร้างสปอร์ 2 รูปแบบ คือ macroconidia รูปร่างเรียวยาว ถึงกระบอกใส ไม่มีสี บริเวณ apical cell มีลักษณะมน ส่วน basal cell มีลักษณะเป็น foot-shape หรือมีลักษณะหยักที่ชัดเจน (Figure 4.2 b) แต่สำหรับ microconidia ส่วนใหญ่จะพบมีรูปร่างเป็นรูปไข่ 1-2 เซลล์ ไม่มีสี อยู่รวมกันเป็นกลุ่มบนก้านชูสปอร์ (Figure 4.2 c)

Table 4.3 Morphology characterization of *Fusarium* spp. isolates causing durian disease.

Isolate code	Macroconidia	Microconidia
FUC1_1	✓	✓
FUC1_2	✓	✓
FUC1_16	✓	✓
FUC1_21	✓	✓
FUC1_22	✓	✓
FUC1_23	✓	✓
FUC1_25	✓	✓
FUC1_26	✓	✓
FUC2_1	✓	✓
FUC2_2	✓	✓
FUC2_3	✓	✓
FUC2_6	✓	✓
FUC2_7	✓	✓
FUC2_8	✓	✓
FUC2_9	✓	✓
FUC2_10	✓	✓
FUC2_17	✓	✓

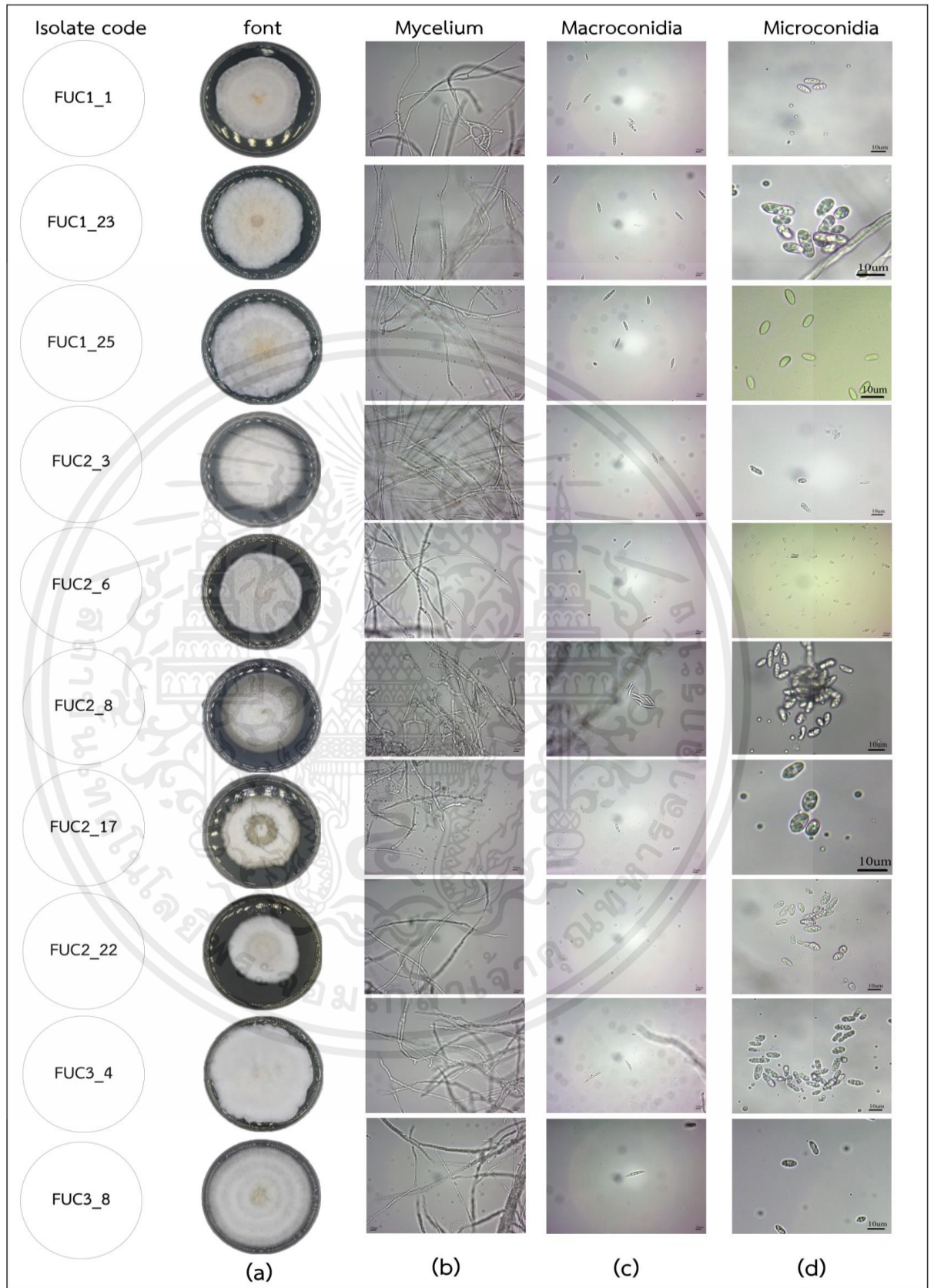
เอกสารนี้เป็น ✓ = appeared ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.3 Continues

Isolate code	Macroconidia	Microconidia
FUC2_22	✓	✓
FUC3_3	✓	✓
FUC3_4	✓	✓
FUC3_5	✓	✓
FUC3_6	✓	✓
FUC3_7	✓	✓
FUC3_8	✓	✓
FUC3_10	✓	✓
FUC3_11	✓	✓
FUC3_12	✓	✓
FUC3_20	✓	✓
FUC4_1	✓	✓
FUC4_3	✓	✓

✓ = appeared

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Figure 4.2** Morphological characterization of *Fusarium* spp. Isolates causing durian disease; colony (a), Mycelium (b), Macroconidia (c) and Microconidia (d)

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์หรือการดำเนินงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือนำไปใช้  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

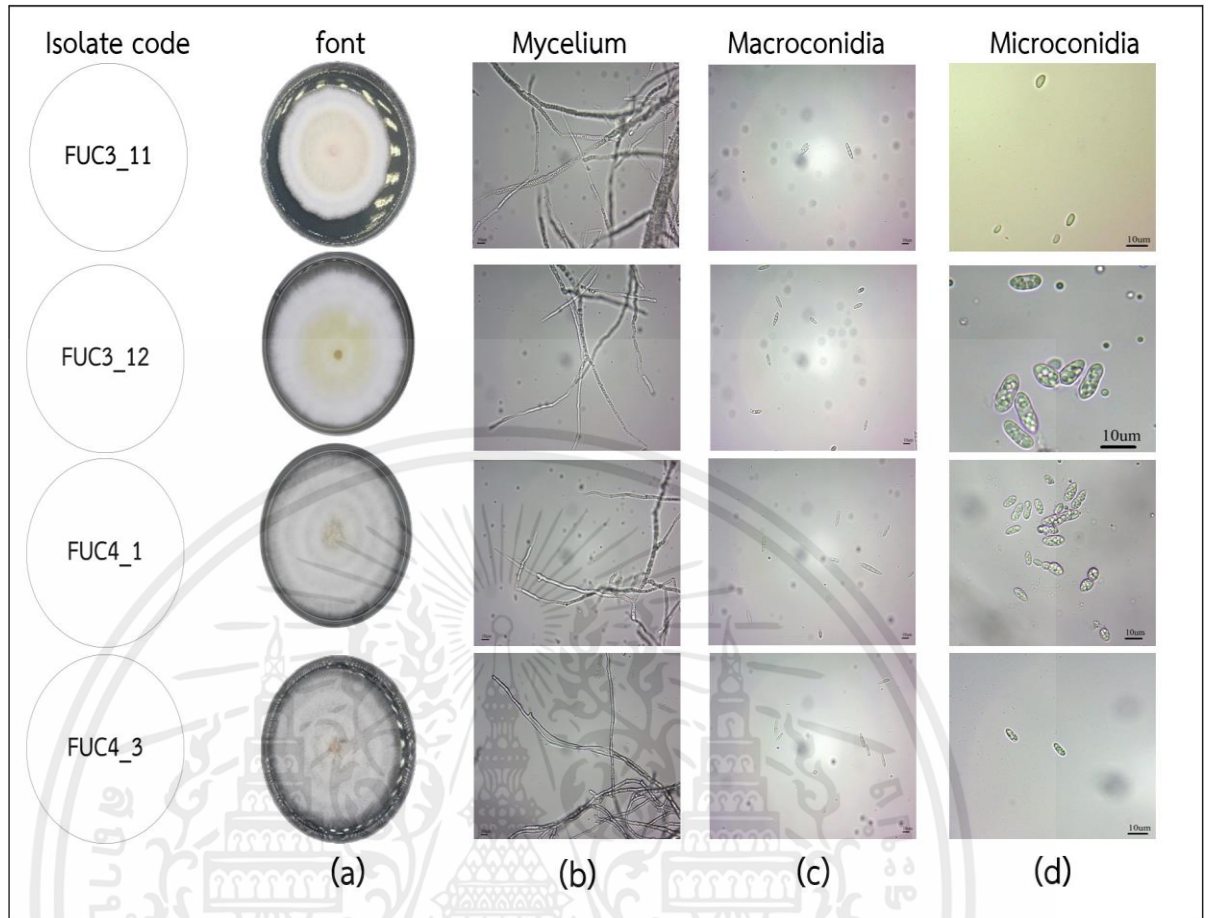


Figure 4.2 Continues

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

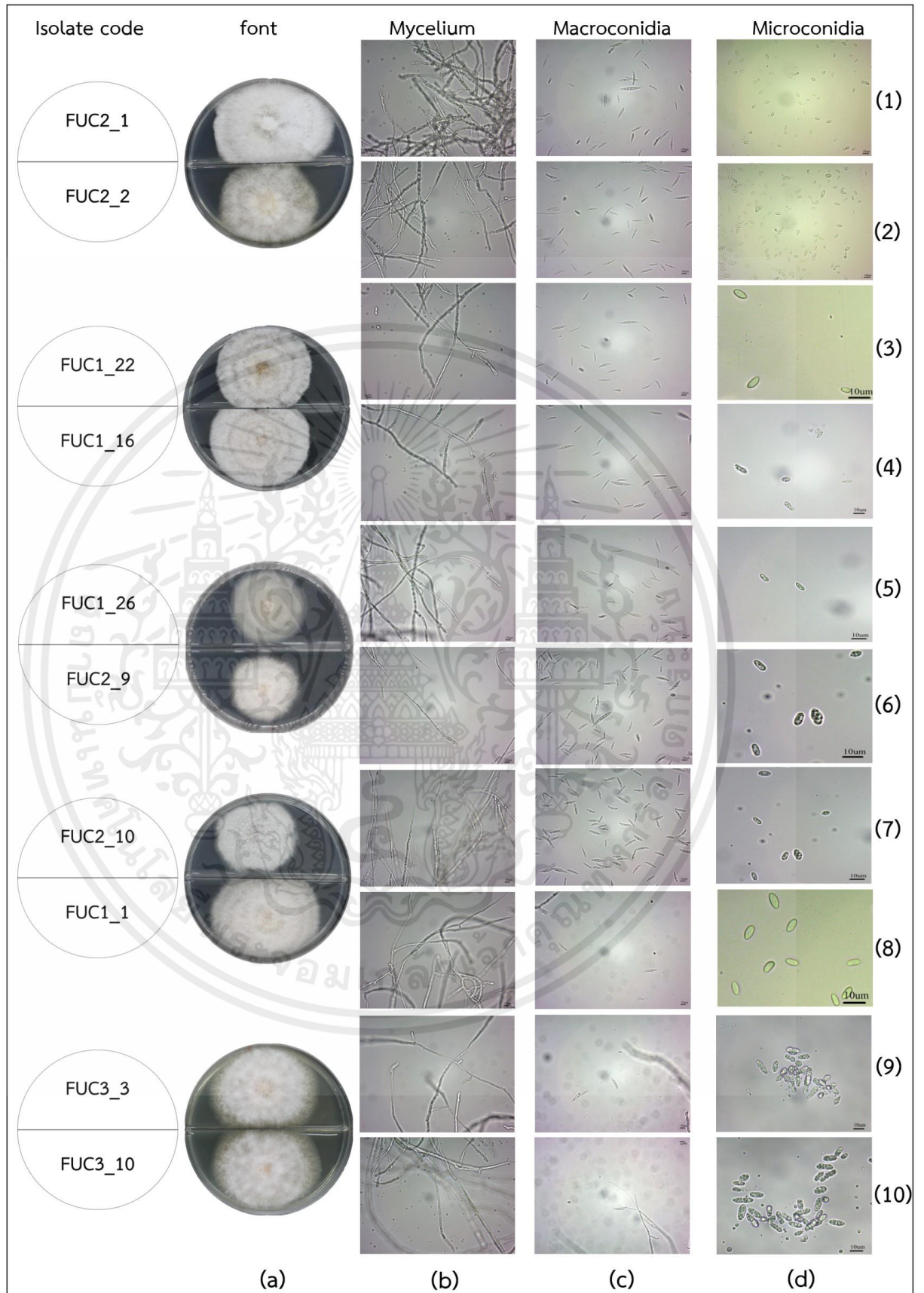


Figure 4.2 Continues

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

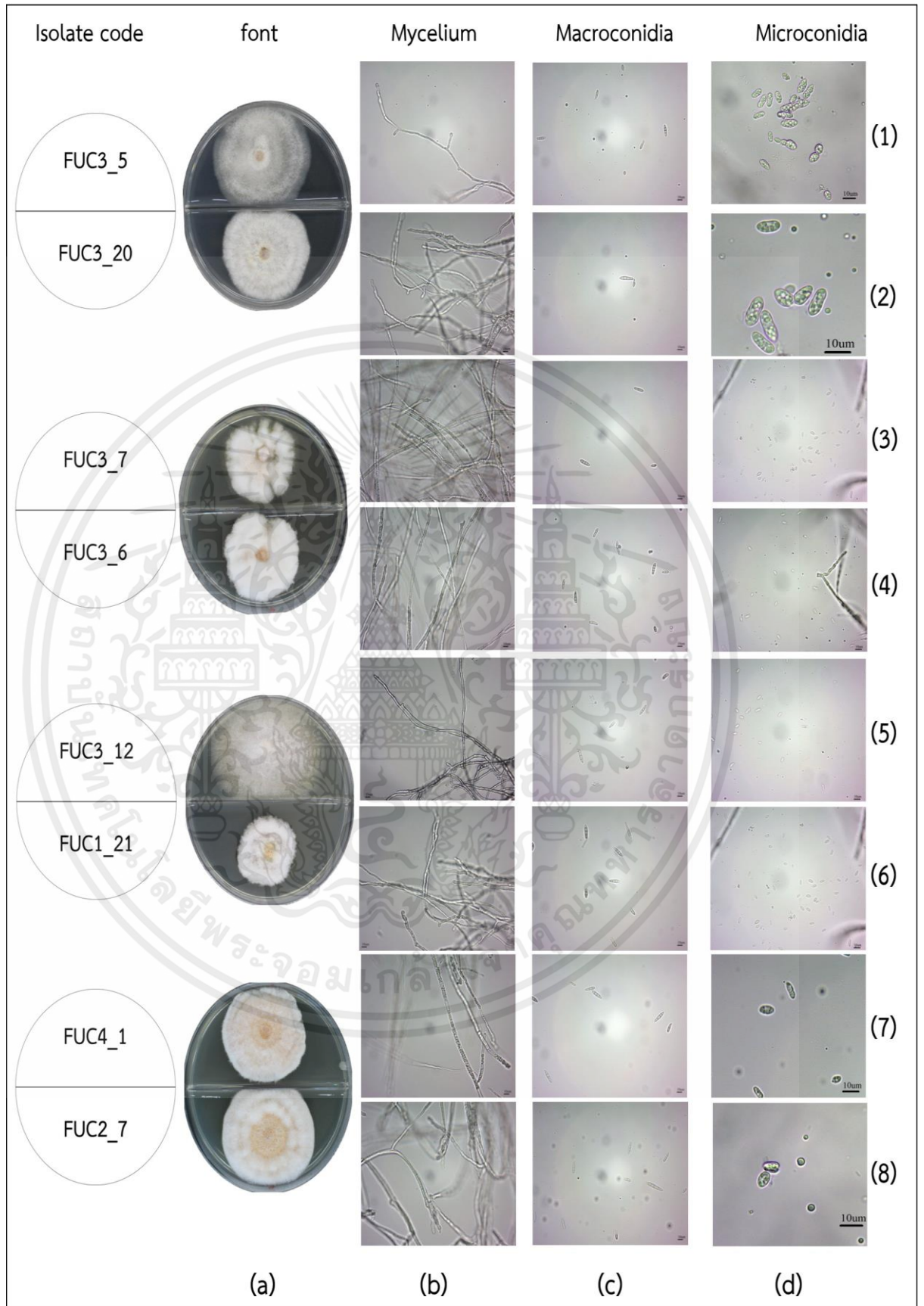


Figure 4.2 Continues

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี copper hydroxide, hexaconazole และ difenoconazole ในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมี copper hydroxide, hexaconazole และ difenoconazole ในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium* sp. บนอาหารเลี้ยง PDA คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา พบว่าประสิทธิภาพของสารเคมี copper hydroxide ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm. ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 30 ไอโซเลท ในขณะที่ประสิทธิภาพของสารเคมี hexaconazole ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm. มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 8 ไอโซเลท มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 21 ไอโซเลท และยับยั้งน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 ไอโซเลท และประสิทธิภาพของสารเคมี difenoconazole พบว่าที่ความเข้มข้น 1,000 ppm. มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 3 ไอโซเลท มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 26 ไอโซเลท และยับยั้งน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 ไอโซเลท เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Table 4.4)

จากผลการทดลองข้างต้น พบว่าสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide ทุกความเข้มข้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ทุกไอโซเลท และประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา hexaconazole สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ความเข้มข้นที่ 100 ppm. พบในชุมชนพรสวนที่ 1 จำนวน 1 ไอโซเลท คือ FUC1\_26 พบในชุมชนพรสวนที่ 2 จำนวน 1 ไอโซเลท คือ FUC2\_9 พบในชุมชนพรสวนที่ 3 จำนวน 2 ไอโซเลท คือ FUC3\_5 และ FUC3\_6 และพบในชุมชนพรสวนที่ 4 จำนวน 1 ไอโซเลท คือ FUC4\_3 และตั้งแต่ความเข้มข้นที่ 1,000 ppm. พบในชุมชนพรสวนที่ 1 จำนวน 2 ไอโซเลท คือ FUC1\_16 และ FUC1\_26 พบในชุมชนพรสวนที่ 2 จำนวน 1 ไอโซเลท คือ FUC2\_9 พบในชุมชนพรสวนที่ 3 จำนวน 4 ไอโซเลท คือ FUC3\_5, FUC3\_6, FUC3\_10 และ FUC3\_12 และชุมชนพรสวนที่ 4 จำนวน 1 ไอโซเลท คือ FUC4\_3 และพบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm. จำนวน 21 ไอโซเลท พบในชุมชนพรสวนที่ 1 จำนวน 6 ไอโซเลท คือ FUC1\_1, FUC1\_2, FUC1\_21, FUC1\_22, FUC1\_23 และ FUC1\_25 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 81.07, 78.66, 91.49, 65.69, 59.41 และ 81.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบในชุมชนพรสวนที่ 2 จำนวน 9 ไอโซเลท คือ FUC2\_1, FUC2\_2, FUC2\_3, FUC2\_6, FUC2\_7, FUC2\_8, FUC2\_10, FUC2\_17 และ FUC2\_22 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 96.68, 83.55, 95.19, 66.52, 82.32, 87.24, 92.65, 78.49 และ 79.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบในชุมชนพรสวนที่ 3 จำนวน 5 ไอโซเลท คือ FUC3\_3, FUC3\_7, FUC3\_8, FUC3\_11 และ FUC3\_20 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 96.75, 68.32, 93.97, 84.68 และ 79.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบในชุมชนพรสวนที่ 4 จำนวน 1 ไอโซเลท คือ FUC4\_1 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 81.65 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา difenoconazole สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm. จำนวน 3 ไอโซเลท พบในชุมชนพรสวนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ มีอยู่ภายใต้การคุ้มครองลิขสิทธิ์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวน 3 ไอโซเลท คือ FUC1\_1, FUC1\_22 และ FUC1\_23 และพบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm. จำนวน 26 ไอโซเลท พบในชุมชนที่ 1 จำนวน 4 ไอโซเลท คือ FUC1\_2, FUC1\_16, FUC1\_21, FUC1\_25 และ FUC1\_26 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 93.58, 89.12, 64.07 และ 94.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบในชุมชนที่ 2 จำนวน 10 ไอโซเลท คือ FUC2\_1, FUC2\_2, FUC2\_3, FUC2\_6, FUC2\_7, FUC2\_8, FUC2\_9, FUC2\_10, FUC2\_17 และ FUC2\_22 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 68.46, 94.47, 89.49, 73.28, 74.33, 78.47, 94.41, 95.34, 94.53 และ 84.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบในชุมชนที่ 3 จำนวน 10 ไอโซเลท คือ FUC3\_3, FUC3\_4, FUC3\_5, FUC3\_6, FUC3\_7, FUC3\_8, FUC3\_10, FUC3\_11, FUC3\_12 และ FUC3\_20 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 78.98, 84.24, 92.00, 89.97, 78.40, 81.75, 77.43, 76.23, 74.06 และ 79.18 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และพบในชุมชนที่ 4 จำนวน 2 ไอโซเลท คือ FUC4\_1 และ FUC4\_3 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 77.26 และ 94.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**Table 4.4** Fungicide Resistant assay of *Fusarium* spp. causing durian disease on potato dextrose agar (PDA) amended copper hydroxide, hexaconazole and difenoconazole

Isolate code	Fungicides	Percent of inhibition (%)				
		0.1	1	10	100	1,000
FUC1_1		-7.28	8.68	-4.03	-2.33	-17.83
FUC1_2		-4.14	-4.90	3.12	7.26	-5.45
FUC1_16		1.53	-2.60	4.93	-1.86	-7.91
FUC1_21		12.74	11.21	0.43	2.49	-23.51
FUC1_22		-17.10	-8.18	-19.97	-13.67	-24.25
FUC1_23		1.67	-1.30	8.66	1.08	-7.83
FUC1_25		5.27	8.65	-0.07	11.01	8.53
FUC1_26		28.37	30.89	34.34	39.05	36.30
FUC2_1		34.04	28.07	32.69	44.07	3.76
FUC2_2		12.17	13.99	12.99	18.79	1.40
FUC2_3		7.34	9.70	3.06	8.50	1.61
FUC2_6		2.02	6.31	3.70	5.58	0.45
FUC2_7		14.40	23.77	22.08	17.28	27.08
FUC2_8	Copper hydroxide	2.73	3.06	8.18	-2.32	-1.42
FUC2_9		-29.25	-32.65	-28.78	-32.83	-29.29
FUC2_10		10.68	8.31	4.90	9.58	5.88
FUC2_17		-40.88	-32.53	-32.51	-36.62	-38.73
FUC2_22		-6.53	-2.73	14.23	0.34	-21.22
FUC3_3		22.30	15.71	18.81	16.04	14.10
FUC3_4		10.61	6.21	9.60	7.96	13.93
FUC3_5		-9.18	-15.93	-15.23	-12.77	-16.99
FUC3_6		4.51	15.76	12.17	14.19	17.73
FUC3_7		15.03	16.34	16.72	21.95	28.42
FUC3_8		14.70	15.20	14.17	4.02	-0.57
FUC3_10		24.13	15.75	19.05	17.47	14.91
FUC3_11		-22.13	-17.47	-17.92	-25.91	-19.68
FUC3_12		24.14	23.63	13.22	20.54	24.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.4 continues.

Isolate code	Fungicides	Percent of inhibition (%)				
		0.1	1	10	100	1,000
FUC3_20		-6.96	-14.32	-11.20	-7.20	-23.32
FUC4_1	Copper hydroxide	11.18	7.50	12.61	16.23	19.45
FUC4_3		1.95	5.16	33.96	9.51	41.29

Table 4.4 continues.

Isolate code	Fungicides	Percent of inhibition (%)				
		0.1	1	10	100	1,000
FUC1_1		27.64	22.82	31.39	52.52	81.07
FUC1_2		2.36	11.65	15.43	45.50	78.66
FUC1_16		7.73	23.73	68.07	98.80	100.00
FUC1_21		-29.28	-3.47	35.85	69.44	91.49
FUC1_22		-9.80	-13.00	7.37	46.71	65.69
FUC1_23		-5.41	1.25	8.74	42.15	59.41
FUC1_25		13.67	14.50	44.44	81.97	81.00
FUC1_26		35.51	61.38	87.26	100.00	100.00
FUC2_1		6.66	20.02	36.48	81.61	96.68
FUC2_2		6.63	18.56	55.68	63.11	83.55
FUC2_3	Hexaconazole	19.27	48.23	73.22	90.17	95.19
FUC2_6		9.63	15.98	25.90	49.70	66.52
FUC2_7		17.90	16.97	24.59	50.96	82.32
FUC2_8		14.21	25.19	41.54	78.51	87.24
FUC2_9		-13.47	34.36	86.25	100.00	100.00
FUC2_10		22.63	29.91	43.25	73.49	92.65
FUC2_17		22.02	26.64	52.17	69.61	78.49
FUC2_22		27.76	32.82	45.54	64.19	79.65
FUC3_3		3.13	24.63	43.84	76.50	96.75
FUC3_4		10.61	6.21	9.60	7.96	13.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.4 continues.

Isolate code	Fungicides	Percent of inhibition (%)				
		0.1	1	10	100	1,000
FUC3_5		-8.16	17.49	69.23	100.00	100.00
FUC3_6		16.93	19.78	62.53	100.00	100.00
FUC3_7		5.24	9.04	18.05	48.91	68.32
FUC3_8		24.27	60.61	73.95	88.86	93.97
FUC3_10		14.69	21.77	43.31	76.44	100.00
FUC3_11	Hexaconazole	-3.03	2.56	40.03	75.22	84.68
FUC3_12		9.69	25.81	52.08	81.69	100.00
FUC3_20		-23.01	-2.78	38.38	72.63	79.44
FUC4_1		2.38	5.38	22.99	64.19	81.65
FUC4_3		47.77	78.54	91.26	100.00	100.00

Table 4.4 continues.

Isolate code	Fungicides	Percent of inhibition (%)				
		0.1	1	10	100	1,000
FUC1_1		29.19	31.92	52.23	86.70	100.00
FUC1_2		8.00	-4.90	3.12	85.51	93.58
FUC1_16		24.60	26.26	43.56	76.27	89.12
FUC1_21		6.07	17.04	17.38	20.73	42.42
FUC1_22		-7.84	-0.89	21.43	90.01	100.00
FUC1_23		19.43	21.26	29.19	95.64	100.00
FUC1_25	Difenoconazole	5.14	14.80	28.10	43.28	64.07
FUC1_26		45.21	52.39	64.36	89.30	94.44
FUC2_1		12.37	7.20	20.20	51.70	68.46
FUC2_2		8.58	12.68	36.01	87.74	94.47
FUC2_3		29.20	41.16	58.68	84.66	89.49
FUC2_6		10.84	18.05	42.56	62.97	73.28
FUC2_7		16.71	27.98	31.98	42.16	74.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.4 continues.

Isolate code	Fungicides	Percent of inhibition (%)				
		0.1	1	10	100	1,000
FUC2_8		10.22	22.97	38.00	74.06	78.47
FUC2_9		-12.84	22.49	59.84	87.39	94.41
FUC2_10		20.57	28.26	57.55	88.99	95.34
FUC2_17		54.45	64.33	70.06	89.52	94.53
FUC2_22		15.62	30.65	50.34	66.38	84.92
FUC3_3		14.41	36.11	38.01	57.90	78.98
FUC3_4		18.92	15.07	29.84	60.59	84.24
FUC3_5		31.23	18.53	57.44	80.91	92.00
FUC3_6	Difenoconazole	7.38	24.82	37.96	78.23	89.97
FUC3_7		8.44	8.80	18.13	71.17	78.40
FUC3_8		9.03	33.56	48.62	79.57	81.75
FUC3_10		17.23	37.26	37.48	52.86	77.43
FUC3_11		-1.97	13.91	37.30	66.45	76.23
FUC3_12		18.91	29.31	36.32	55.21	74.06
FUC3_20		11.20	16.28	34.78	63.38	79.18
FUC4_1		13.95	12.54	19.39	46.81	77.26
FUC4_3		20.63	41.96	73.98	90.08	94.90

จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตทางเส้นใย มาแสดงกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้น กับค่า log ของความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราในสมการ Regression equation หาค่า antilog แล้วจะได้ค่าความเข้มข้นของสารเคมีที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (Half maximal effective concentration; EC<sub>50</sub>) พบว่าประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide มีการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า EC<sub>50</sub> > 1,000 mg/l ทุกไอโซเลท ทั้งนี้พบว่า ประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา hexaconazole สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า EC<sub>50</sub> < 0.1 mg/l จำนวน 1 ไอโซเลท คือ FUC4\_3 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า EC<sub>50</sub> > 1 ถึง 10 mg/l จำนวน 9 ไอโซเลท คือ FUC1\_16, FUC2\_3, FUC2\_9, FUC2\_10, FUC3\_4, FUC3\_5, FUC3\_6, FUC3\_10 และ FUC3\_12 มีค่า EC<sub>50</sub> อยู่ที่ 4.24, 1.64, 4.07, 7.41, 5.00, 6.44, 3.98, 8.81 และ 6.87 mg/l ตามลำดับ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า EC<sub>50</sub> > 10 ถึง 100 mg/l จำนวน 13 ไอโซเลท คือ FUC1\_1, FUC1\_21, FUC1\_25, FUC2\_1, FUC2\_2, FUC2\_8, FUC2\_17, FUC2\_22, FUC3\_3, FUC3\_7, FUC3\_8, FUC3\_11 และ FUC3\_12

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUC2\_7, FUC2\_8, FUC2\_17, FUC2\_22, FUC3\_3, FUC3\_11, FUC3\_20 และ FUC4\_1 และมีการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า  $EC_{50} > 100$  ถึง 1,000 mg/l จำนวน 5 ไอโซเลท คือ FUC1\_2, FUC1\_22, FUC1\_23, FUC2\_6 และ FUC3\_7 และยังพบว่าประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา difenoconazole สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า  $EC_{50} < 0.1$  mg/l จำนวน 1 ไอโซเลท คือ FUC2\_17 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า  $EC_{50} > 1$  ถึง 10 mg/l จำนวน 10 ไอโซเลท คือ FUC1\_1, FUC1\_2, FUC1\_16, FUC1\_23, FUC2\_3, FUC2\_9, FUC2\_10, FUC3\_5, FUC3\_8 และ FUC4\_3 มีค่า  $EC_{50}$  อยู่ที่ 3.09, 3.09, 7.77, 7.38, 2.25, 9.79, 4.10, 4.70, 9.40 และ 1.87 mg/l ตามลำดับ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า  $EC_{50} > 10$  ถึง 100 mg/l จำนวน 15 ไอโซเลท คือ FUC1\_22, FUC2\_2, FUC2\_6, FUC2\_7, FUC2\_8, FUC2\_22, FUC3\_3, FUC3\_4, FUC3\_6, FUC3\_7, FUC3\_10, FUC3\_11, FUC3\_12 และ FUC4\_1 มีค่า  $EC_{50}$  อยู่ที่ 20.35, 12.17, 31.22, 75.57, 19.06, 10.57, 21.18, 29.47, 12.78, 43.98, 25.59, 34.01, 34.01, 31.16 และ 98.89 mg/l ตามลำดับ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า  $EC_{50} > 100$  ถึง 1,000 mg/l จำนวน 2 ไอโซเลท คือ FUC1\_25 และ FUC2\_1 มีค่า  $EC_{50}$  อยู่ที่ 196.29 และ 141.19 mg/l และมีการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ค่า  $EC_{50} > 1,000$  mg/l จำนวน 1 ไอโซเลท (Table 4.5)

**Table 4.5** copper hydroxide, hexaconazole and difenoconazole, regression equation, coefficient of determination ( $R^2$ ), sensitivity and 50% effective concentration of mycelium growth of *Fusarium* spp. Causing durian disease.

Isolate code	Fungicides	Regression equation	$R^2$	$EC_{50}^{**}$ (mg/l)
FUC1_1		$y = -1.394\ln(x) - 1.3508$	0.2831	>1,000
FUC1_2		$y = 0.4142\ln(x) - 1.7778$	0.0701	>1,000
FUC1_16		$y = -0.788\ln(x) + 0.6327$	0.3562	>1,000
FUC1_21		$y = 1.2158\ln(x) + 6.3967$	0.0642	>1,000
FUC1_22		$y = -0.86\ln(x) - 14.655$	0.2619	>1,000
FUC1_23	Copper hydroxide	$y = -0.45\ln(x) + 26.634$	0.2494	>1,000
FUC1_25		$y = 0.3858\ln(x) + 5.7908$	0.1073	>1,000
FUC1_26		$y = 1.0432\ln(x) + 31.388$	0.8007	>1,000
FUC2_1		$y = -1.935\ln(x) + 32.982$	0.2199	>1,000
FUC2_2		$y = -0.727\ln(x) + 13.543$	0.1717	>1,000
FUC2_3		$y = -0.549\ln(x) + 7.3062$	0.3228	>1,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.5 continues.

Isolate code	Fungicides	Regression equation	R <sup>2</sup>	EC <sub>50</sub> ** (mg/l)
FUC2_6		$y = -0.168\ln(x) + 3.9993$	0.0631	>1,000
FUC2_7		$y = 0.8195\ln(x) + 19.037$	0.3448	>1,000
FUC2_8		$y = -0.594\ln(x) + 3.4125$	0.266	>1,000
FUC2_9		$y = -0.011\ln(x) - 30.534$	0.0004	>1,000
FUC2_10		$y = -0.361\ln(x) + 8.7042$	0.2915	>1,000
FUC2_17		$y = 0.0085\ln(x) - 36.274$	7E-05	>1,000
FUC2_22		$y = -1.143\ln(x) - 0.5524$	0.1061	>1,000
FUC3_3		$y = -0.697\ln(x) + 18.998$	0.6209	>1,000
FUC3_4		$y = 0.364\ln(x) + 8.8242$	0.2072	>1,000
FUC3_5	Copper hydroxide	$y = -0.542\ln(x) - 12.776$	0.399	>1,000
FUC3_6		$y = -0.542\ln(x) - 12.776$	0.399	>1,000
FUC3_7		$y = -0.697\ln(x) + 18.998$	0.6209	>1,000
FUC3_8		$y = -1.812\ln(x) + 13.677$	0.818	>1,000
FUC3_10		$y = -0.726\ln(x) + 19.934$	0.5252	>1,000
FUC3_11		$y = -0.153\ln(x) - 20.27$	0.0258	>1,000
FUC3_12		$y = -0.101\ln(x) + 21.442$	0.0061	>1,000
FUC3_20		$y = -1.112\ln(x) - 10.039$	0.3626	>1,000
FUC4_1		$y = 1.0975\ln(x) + 10.869$	0.7513	>1,000
FUC4_3		$y = 1.4067\ln(x) + 16.451$	0.8522	>1,000

Table 4.5 continues.

Isolate code	Fungicides	Regression equation	R <sup>2</sup>	EC <sub>50</sub> ** (mg/l)
FUC1_1		$y = 5.9306\ln(x) + 29.433$	0.8045	32.07
FUC1_2	Hexaconazole	$y = 8.0966\ln(x) + 12.077$	0.8872	108.18
FUC1_16		$y = 11.275\ln(x) + 33.704$	0.9338	4.24
FUC1_21		$y = 13.656\ln(x) + 1.3603$	0.9922	35.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.5 continues.

Isolate code	Fungicides	Regression equation	R <sup>2</sup>	EC <sub>50</sub> ** (mg/l)
FUC1_22		$y = 9.1495\ln(x) - 1.6749$	0.8993	196.71
FUC1_23		$y = 7.4064\ln(x) + 4.1741$	0.9204	486.55
FUC1_25		$y = 8.7788\ln(x) + 26.903$	0.8975	13.89
FUC1_26		$y = 7.2786\ln(x) + 60.071$	0.8979	0.25
FUC2_1		$y = 10.493\ln(x) + 24.128$	0.9535	11.77
FUC2_2		$y = 8.6158\ln(x) + 25.667$	0.9604	16.85
FUC2_3		$y = 8.4155\ln(x) + 45.841$	0.9424	1.64
FUC2_6		$y = 6.4057\ln(x) + 18.797$	0.9512	130
FUC2_7		$y = 7.071\ln(x) + 22.267$	0.8399	50.51
FUC2_8		$y = 8.6593\ln(x) + 29.398$	0.9544	10.80
FUC2_9		$y = 12.706\ln(x) + 32.172$	0.8617	4.07
FUC2_10		$y = 7.9745\ln(x) + 34.026$	0.9523	7.41
FUC2_17		$y = 6.7709\ln(x) + 34.195$	0.961	10.32
FUC2_22	Hexaconazole	$y = 5.8693\ln(x) + 36.477$	0.9663	10.01
FUC3_3		$y = 10.384\ln(x) + 25.06$	0.9924	11.04
FUC3_4		$y = 9.605\ln(x) + 34.538$	0.8748	5.00
FUC3_5		$y = 12.978\ln(x) + 25.828$	0.9258	6.44
FUC3_6		$y = 10.699\ln(x) + 35.213$	0.9087	3.98
FUC3_7		$y = 7.2107\ln(x) + 13.309$	0.9124	162.13
FUC3_8		$y = 7.281\ln(x) + 51.57$	0.9034	0.81
FUC3_10		$y = 9.7842\ln(x) + 28.712$	0.9613	8.81
FUC3_11		$y = 10.774\ln(x) + 15.085$	0.9483	25.55
FUC3_12		$y = 10.271\ln(x) + 30.202$	0.9909	6.87
FUC3_20		$y = 12.173\ln(x) + 4.9021$	0.9613	40.64
FUC4_1		$y = 9.4393\ln(x) + 13.584$	0.9239	47.37
FUC4_3		$y = 5.4687\ln(x) + 70.922$	0.8319	<0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.5 continues.

Isolate code	Fungicides	Regression equation	R <sup>2</sup>	EC <sub>50</sub> ** (mg/l)
FUC1_1		$y = 8.5293\ln(x) + 40.368$	0.9383	3.09
FUC1_2		$y = 8.5293\ln(x) + 40.368$	0.9383	3.09
FUC1_16		$y = 7.7757\ln(x) + 34.056$	0.9288	7.77
FUC1_21		$y = 3.3176\ln(x) + 13.089$	0.8215	>1,000
FUC1_22		$y = 13.315\ln(x) + 9.8833$	0.9033	20.35
FUC1_23		$y = 10.228\ln(x) + 29.552$	0.8244	7.38
FUC1_25		$y = 6.356\ln(x) + 16.443$	0.9806	196.29
FUC1_26		$y = 5.879\ln(x) + 55.605$	0.9531	0.39
FUC2_1		$y = 6.8043\ln(x) + 16.318$	0.8593	141.19
FUC2_2		$y = 10.719\ln(x) + 23.212$	0.9116	12.17
FUC2_3		$y = 7.1258\ln(x) + 44.231$	0.968	2.25
FUC2_6		$y = 7.3745\ln(x) + 24.56$	0.9734	31.22
FUC2_7		$y = 5.6203\ln(x) + 25.692$	0.87	75.57
FUC2_8		$y = 8.1473\ln(x) + 25.984$	0.9489	19.06
FUC2_9		$y = 12.135\ln(x) + 22.319$	0.9552	9.79
FUC2_10	Difenoconazole	$y = 9.1321\ln(x) + 37.116$	0.9528	4.10
FUC2_17		$y = 4.5748\ln(x) + 64.044$	0.9634	<0.1
FUC2_22		$y = 7.5712\ln(x) + 32.15$	0.9986	10.57
FUC3_3		$y = 6.555\ln(x) + 29.988$	0.9552	21.18
FUC3_4		$y = 7.6509\ln(x) + 24.115$	0.8778	29.47
FUC3_5		$y = 7.9871\ln(x) + 37.633$	0.8594	4.70
FUC3_6		$y = 9.4932\ln(x) + 25.812$	0.9628	12.78
FUC3_7		$y = 8.7852\ln(x) + 16.76$	0.844	43.98
FUC3_8		$y = 8.3147\ln(x) + 31.361$	0.9565	9.40
FUC3_10		$y = 5.9057\ln(x) + 30.853$	0.925	25.59
FUC3_11		$y = 5.9146\ln(x) + 29.142$	0.9632	34.01
FUC3_12		$y = 5.9146\ln(x) + 29.142$	0.9632	34.01
FUC3_20		$y = 7.9496\ln(x) + 22.66$	0.9585	31.16

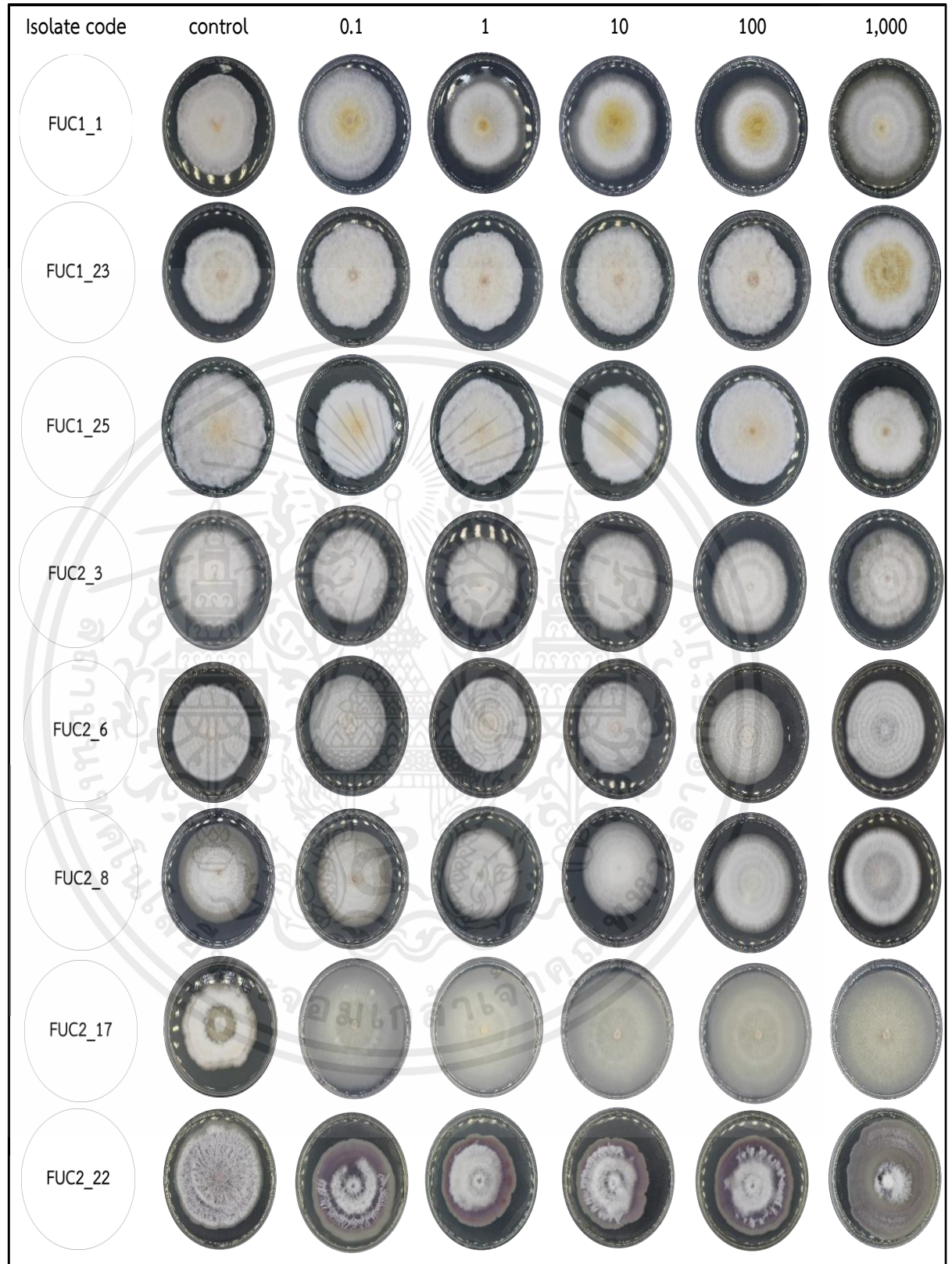
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.5 continues.

Isolate code	Fungicides	Regression equation	R <sup>2</sup>	EC <sub>50</sub> ** (mg/l)
FUC4_1	Difenoconazole	$y = 8.5293\ln(x) + 40.368$	0.9383	3.09
FUC4_3		$y = 8.5293\ln(x) + 40.368$	0.9383	3.09



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Figure 4.3** The Copper hydroxide sensitivity of *Fusarium* spp. in each isolate on clarified potato dextrose agar (PDA) amended with 0 (control), 0.1, 1, 10, 100 and 1,000 ppm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

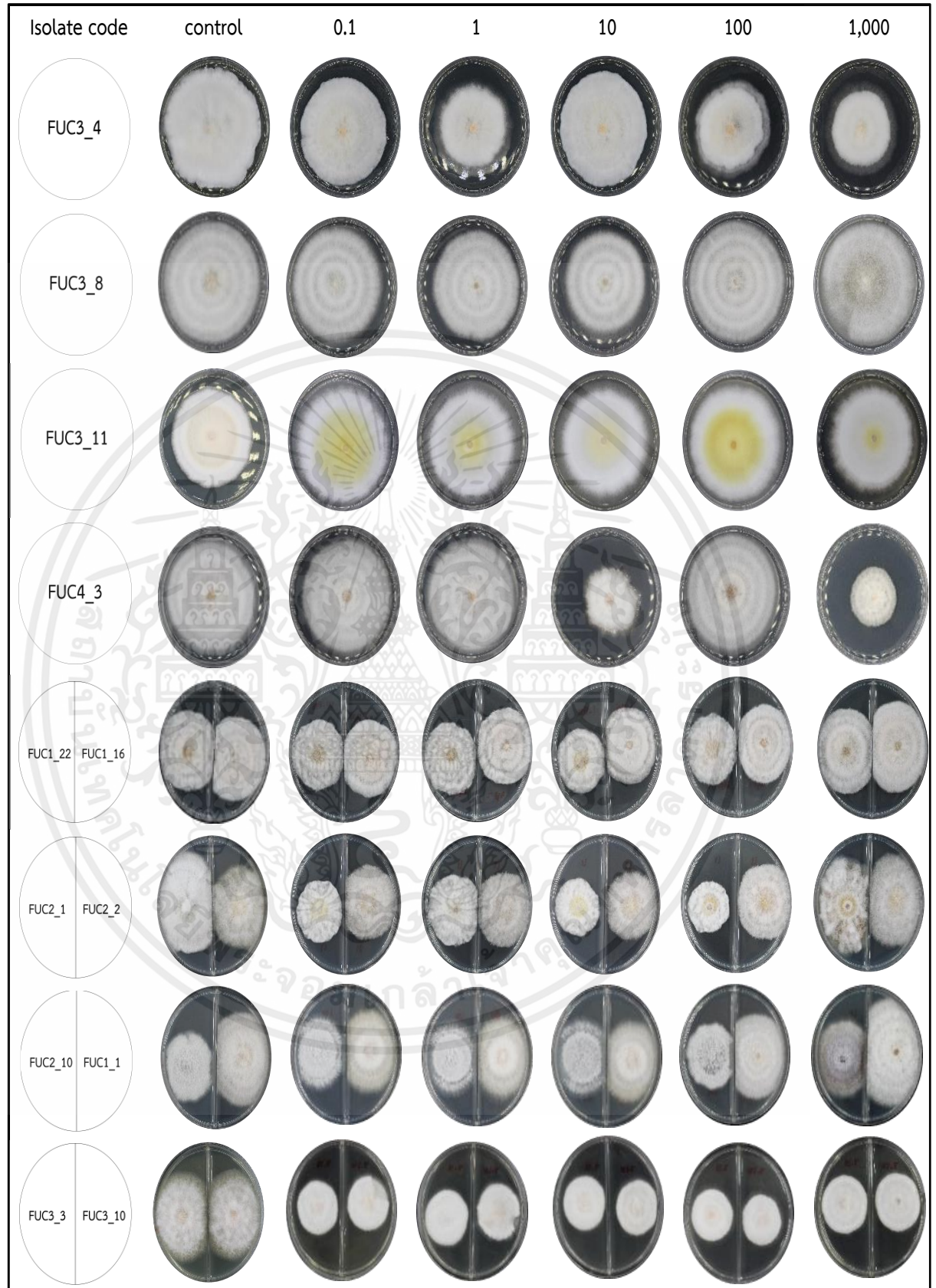


Figure 4.3 continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

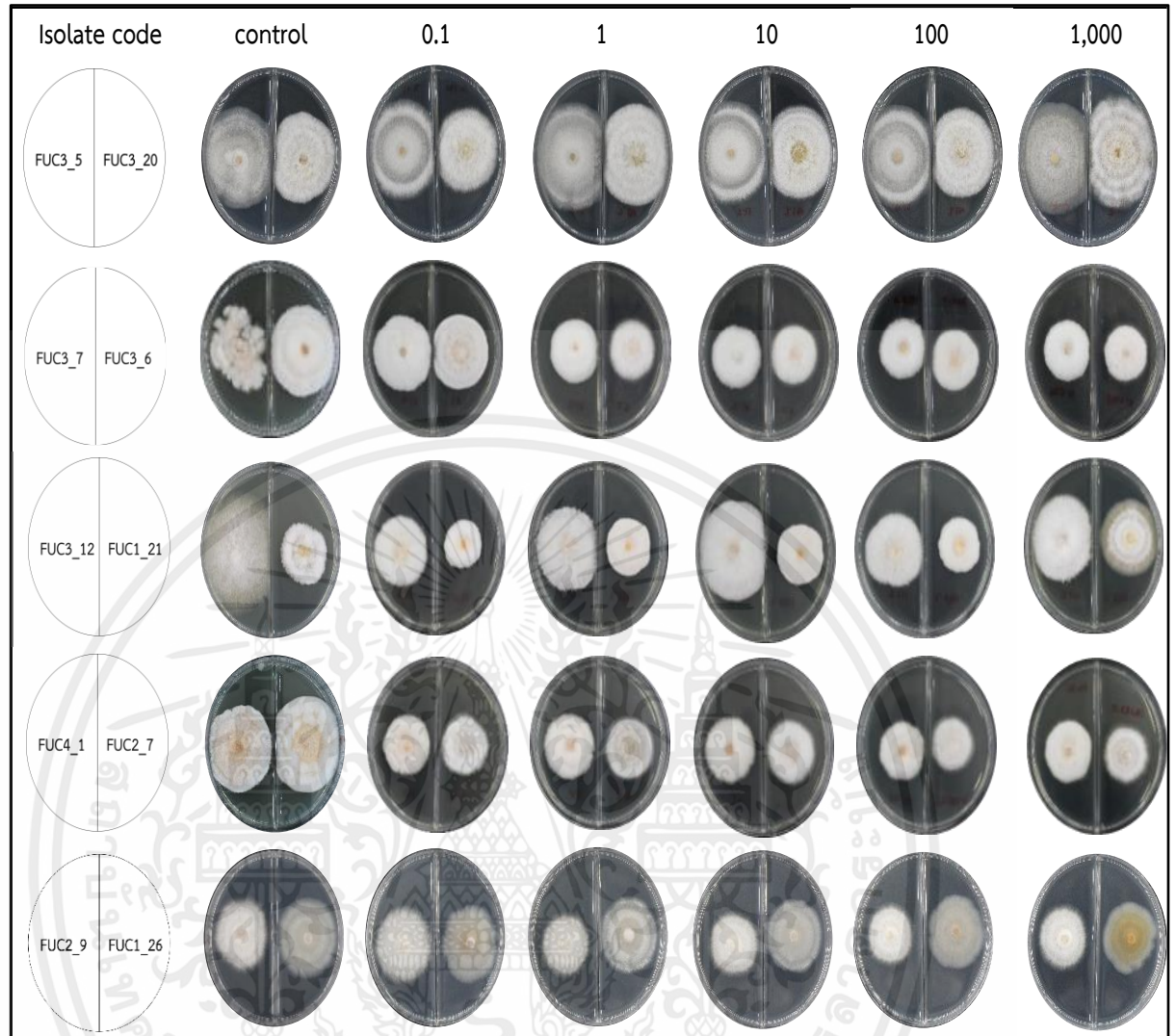
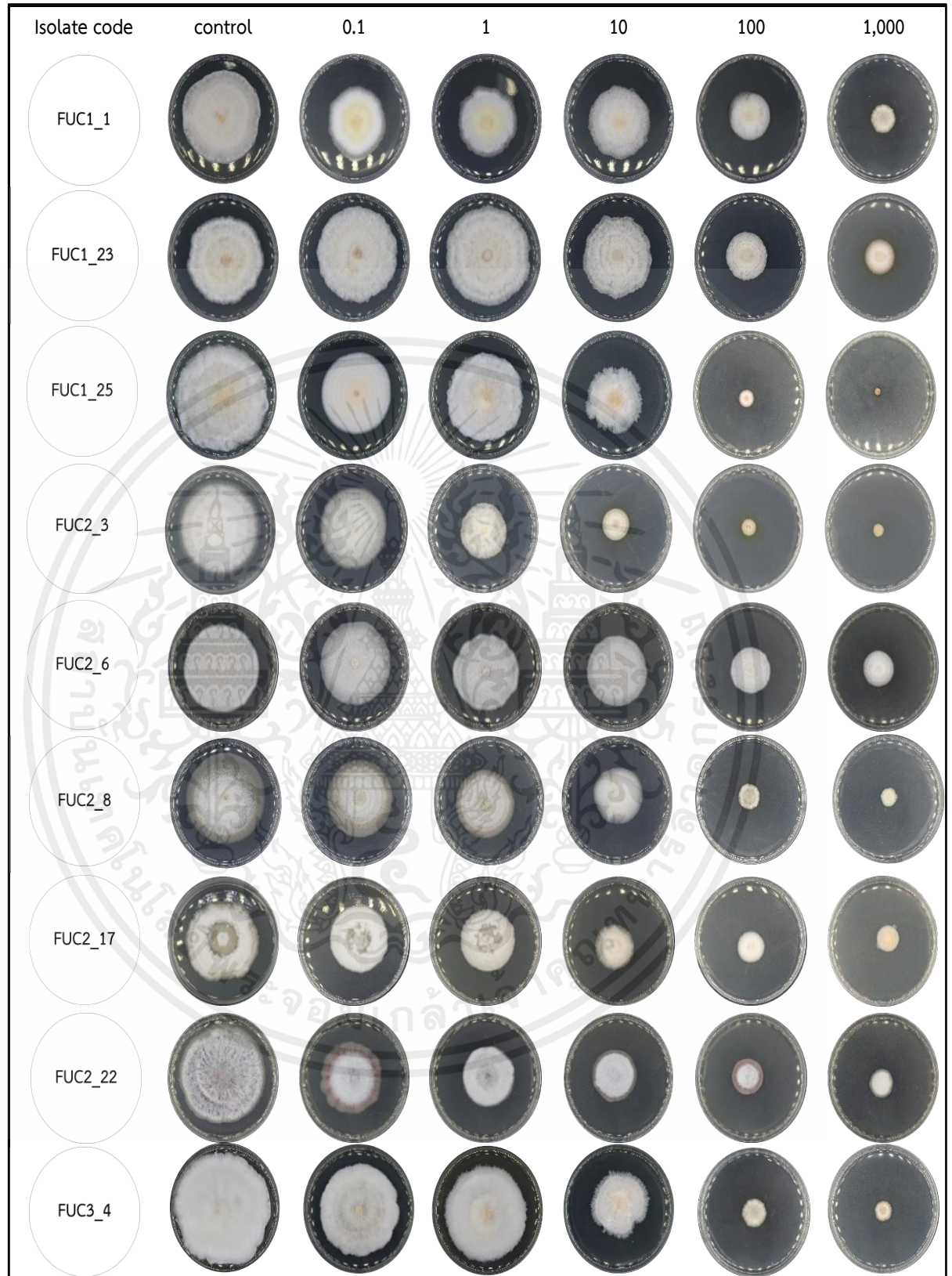


Figure 4.3 continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Figure 4.4** The Hexaconazole sensitivity of *Fusarium* spp. in each isolate on clarified potato dextrose agar (PDA) amended with 0 (control), 0.1, 1, 10, 100 and 1,000 ppm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

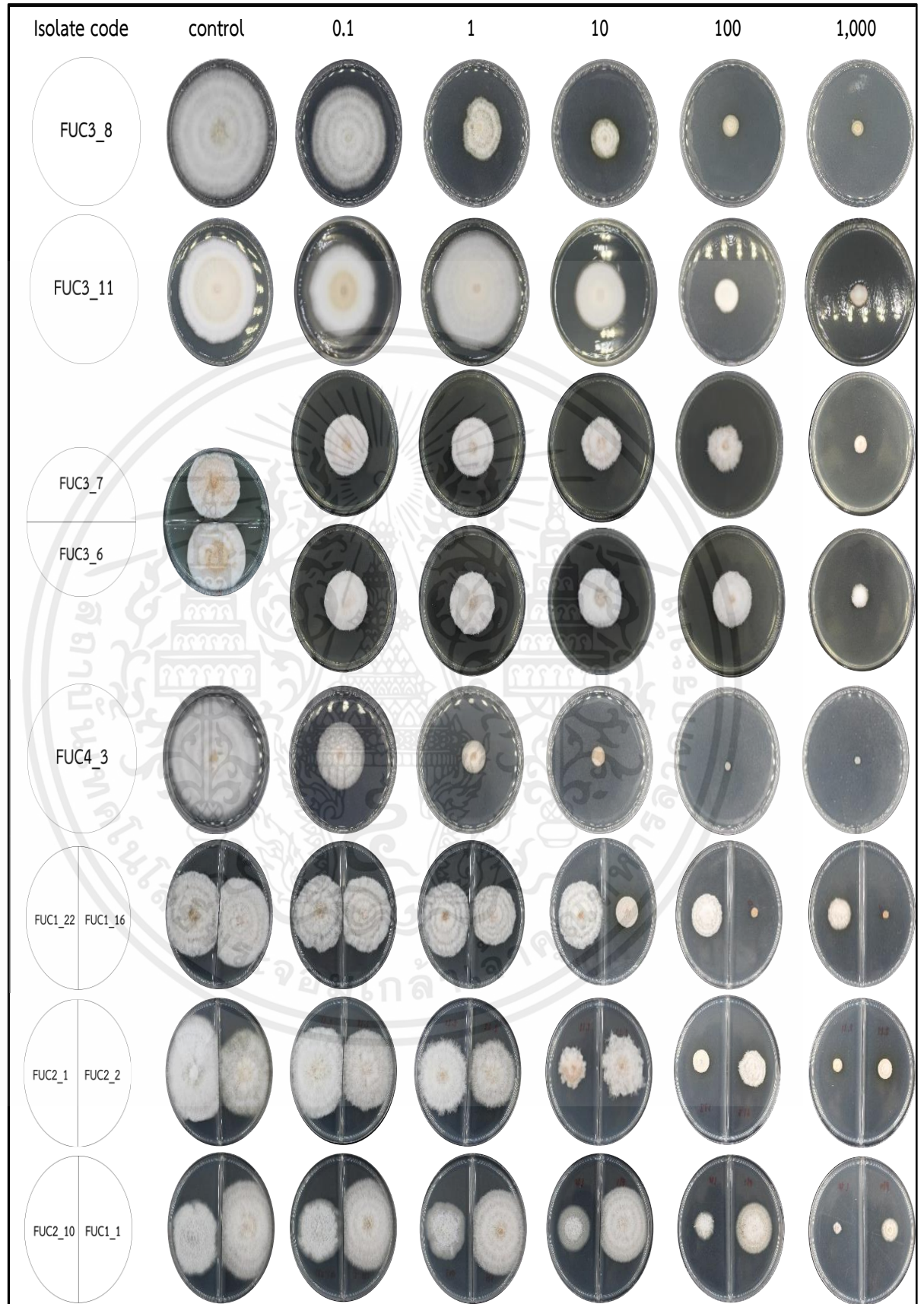


Figure 4.3 continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

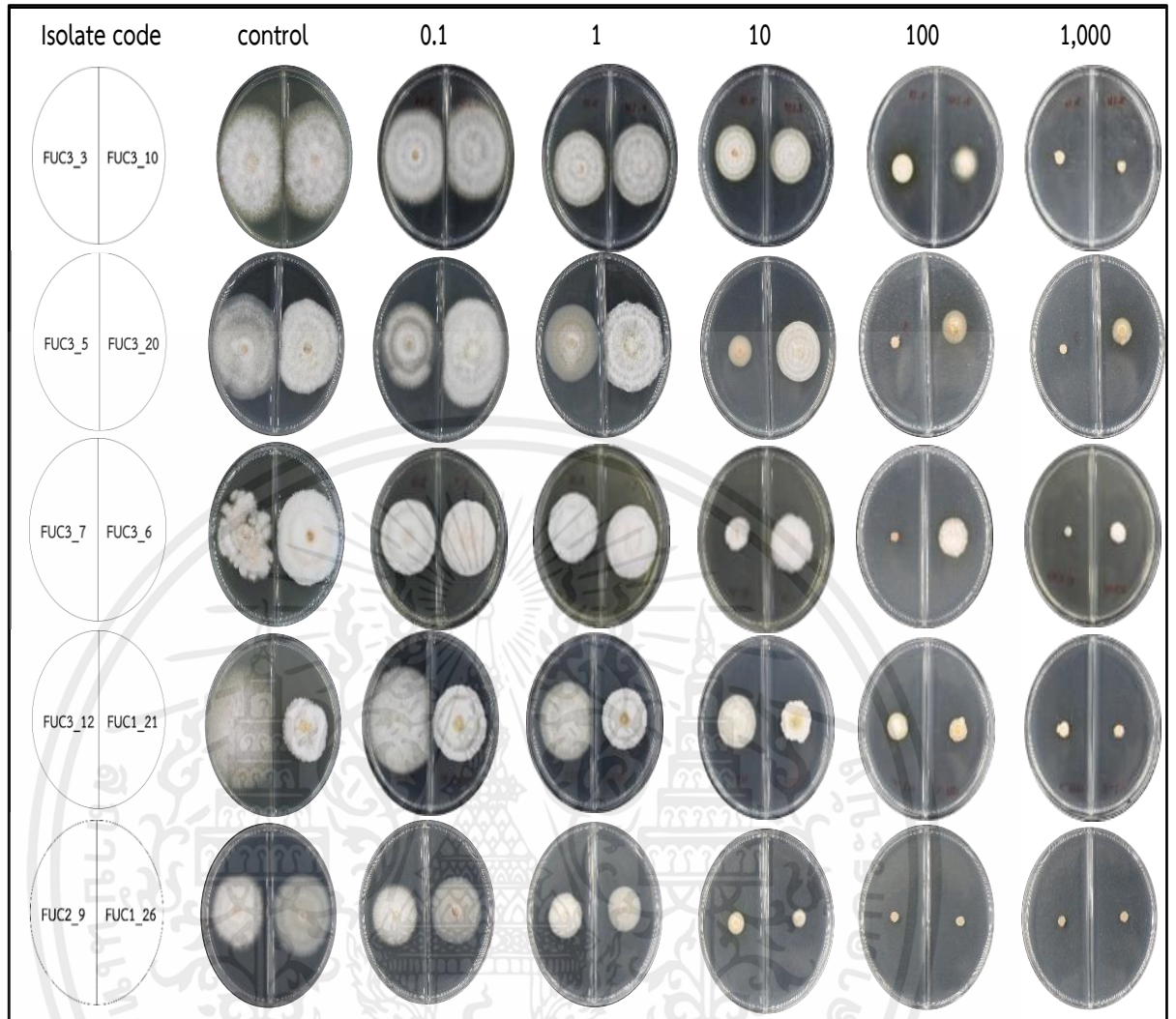
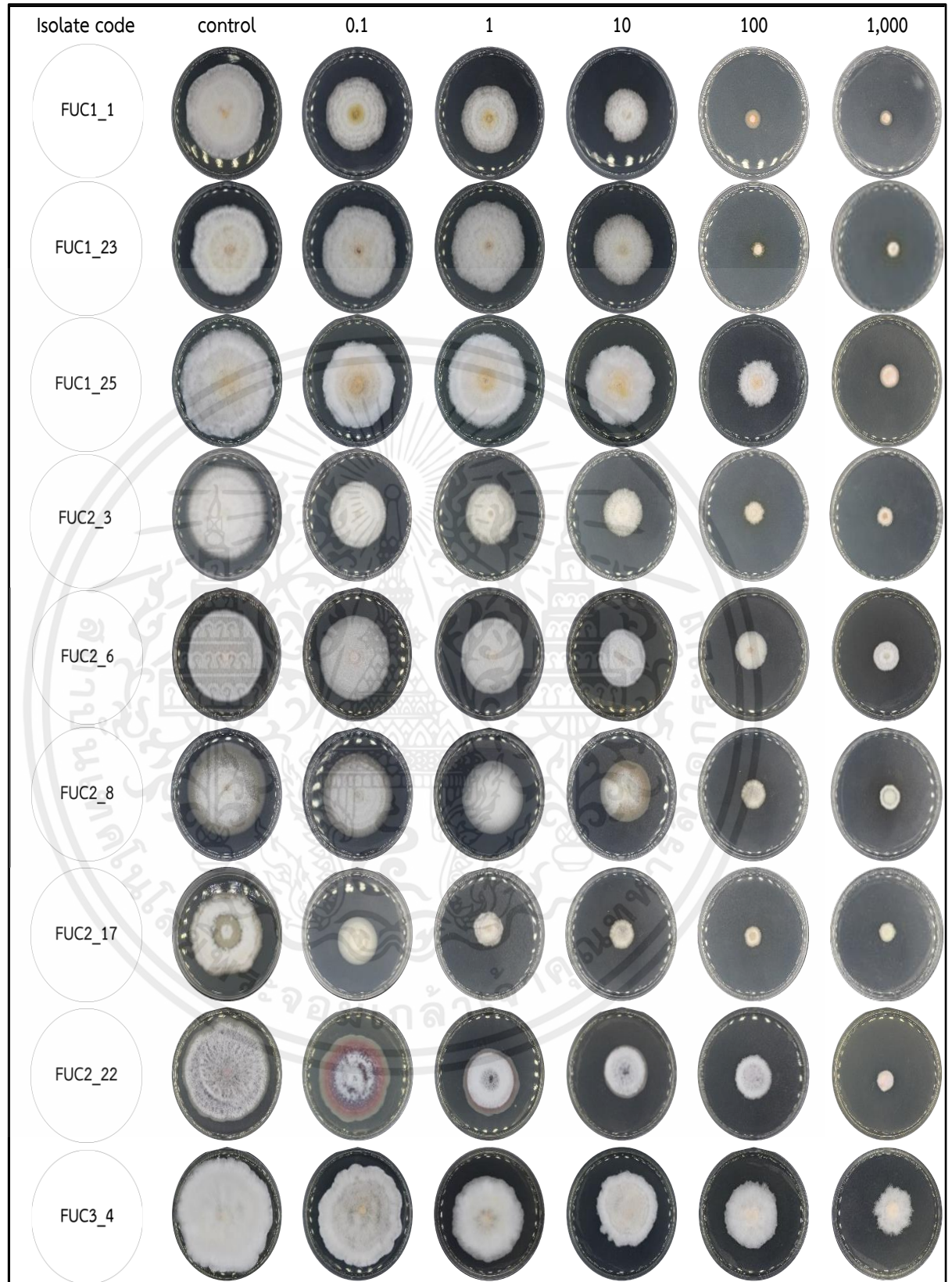


Figure 4.3 continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Figure 4.5** The Difenoconazole sensitivity of *Fusarium* spp. in each isolate on clarified potato dextrose agar (PDA) amended with 0 (control), 0.1, 1, 10, 100 and 1,000 ppm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

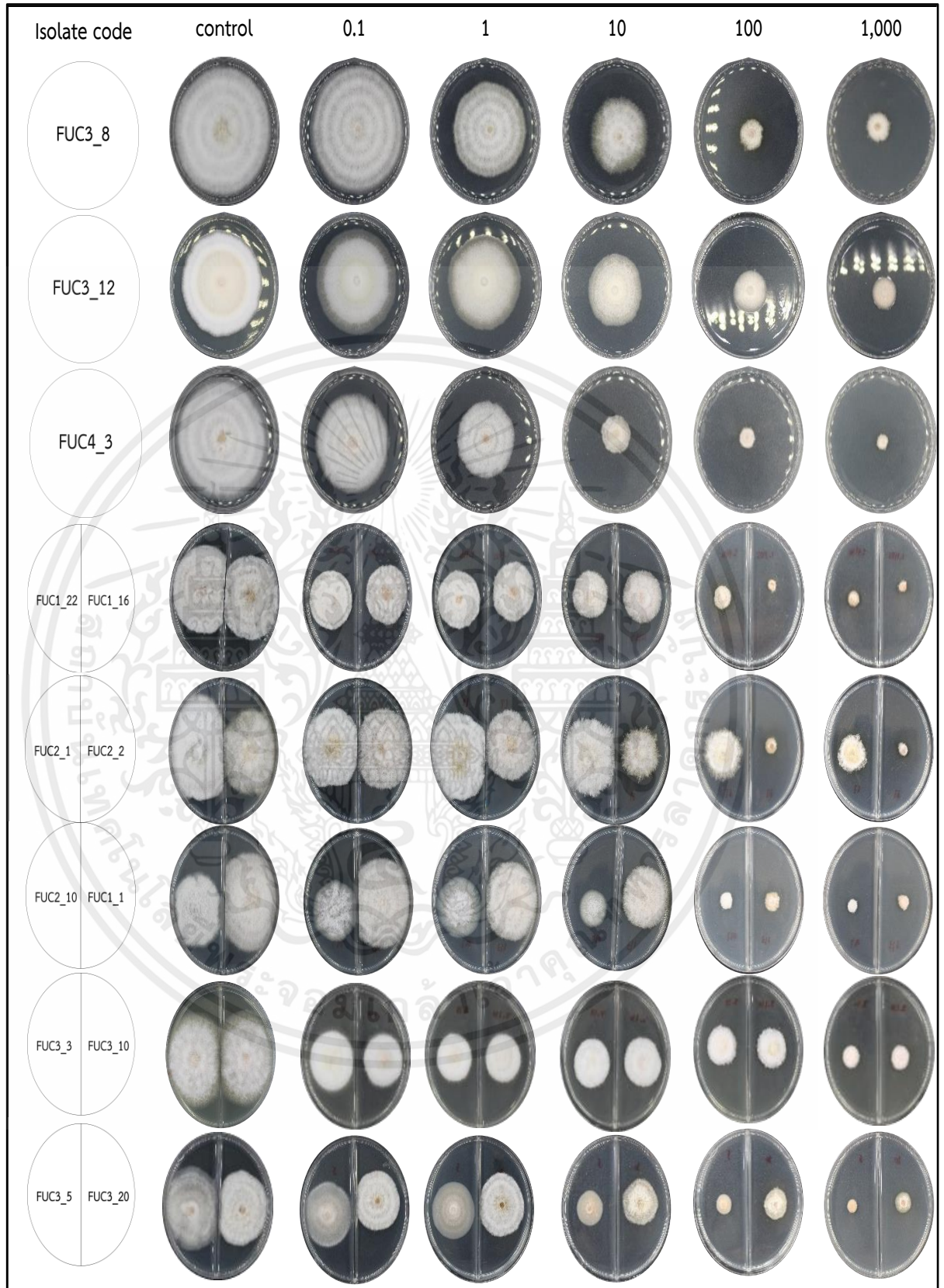


Figure 4.3 continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

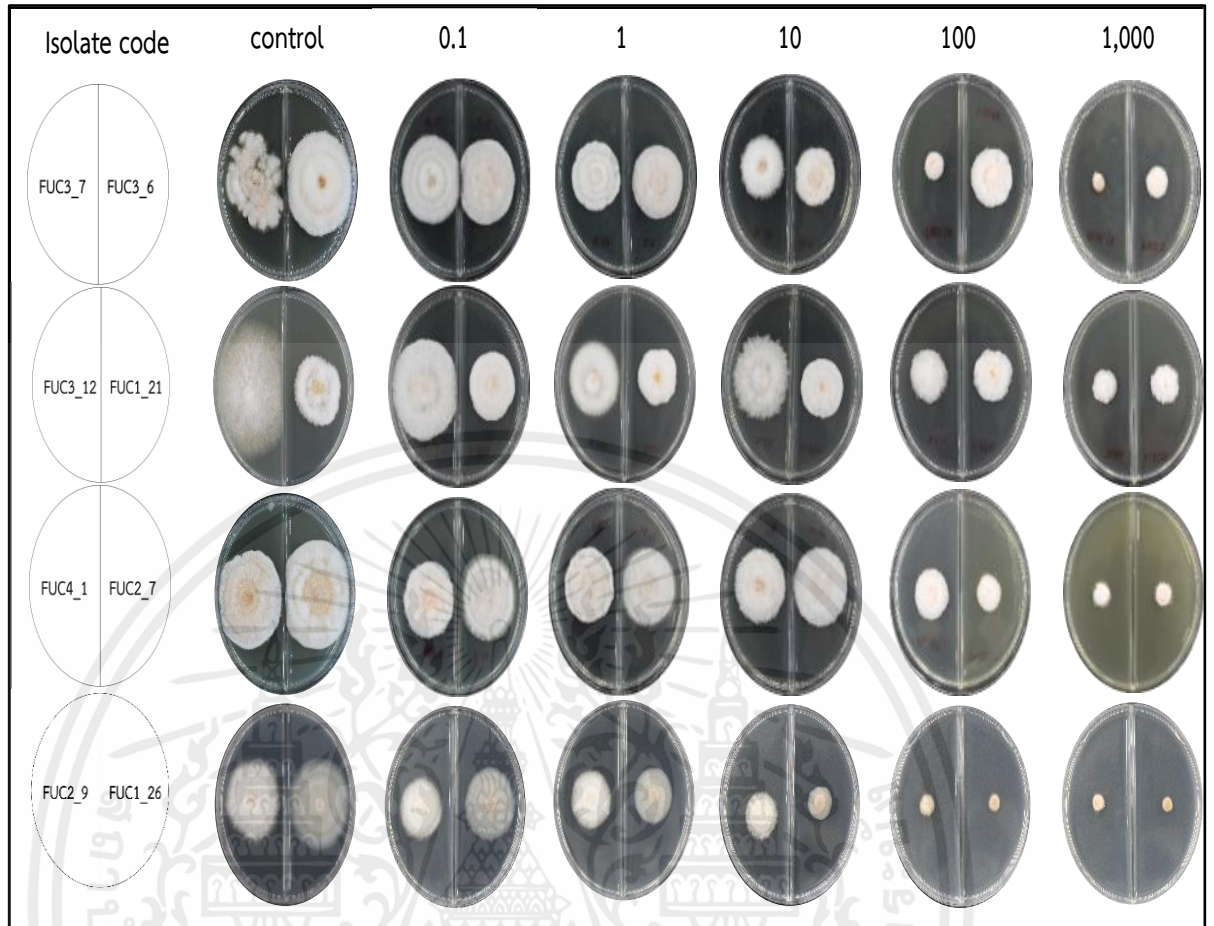


Figure 4.3 continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### วิจารณ์ผลการทดลอง

#### 5.1 การแยกและรวบรวมเชื้อรา *Fusarium* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

จากการเก็บตัวอย่างโรคทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* spp. จาก 4 สวน ในพื้นที่จังหวัดชุมพร ทำการแยกด้วยวิธี Tissue transplanting technique สามารถแยกเชื้อราบริสุทธิ์ ได้จำนวน 30 ไอโซเลท ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40X มีลักษณะการสร้างเส้นใยมีผนังกัน ลักษณะ conidiophore เป็นก้านเดี่ยวหรือแตกแขนง มีการสร้าง sporodochium และ phialide macroconidium มีรูปร่างคล้ายเคียว หรือเสี้ยวพระจันทร์ (sickle-shaped) ลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนกชนิดของเชื้อรา ได้แก่ macroconidium โดยเฉพาะรูปร่างขนาด foot cell และ apical cell microconidia มีขนาดเล็ก อาจมีหรือไม่มีผนังกัน หรือ อาจเกิดต่อกันเป็นลูกโซ่ จัดจำแนกเป็นเชื้อรา *Fusarium* ตรงตามรายงานของ อภิรัชต์ และคณะ (2562) รัตติยา และคณะ, (2563) Tidet and Jooste, (1992), Fourie et al., (2011)

#### 5.2 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี copper hydroxide, hexaconazole และ difenoconazole ในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium* spp. สาเหตุโรคทุเรียน

##### 5.2.1 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide

จากการประเมินประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide ในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium* spp. ที่แยกได้ภายในพื้นที่จังหวัดชุมพร จำนวน 30 ไอโซเลท พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm. ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ทุกไอโซเลท แสดงให้เห็นว่าสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้น้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความเข้มข้นที่ทดสอบน้อยกว่าการรายงานของ วิพรพรรณ และวรวิฑู (2560) ที่พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 2,000 ppm ของสารเคมี copper hydroxide สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. oxysporum* สาเหตุของโรคเหี่ยวของแคนตาลูป ได้ 100%

### 5.2.2 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา hexaconazole

จากการประเมินประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา hexaconazole ในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium* spp. ที่แยกได้ภายในพื้นที่จังหวัดชุมพร จำนวน 30 ไอโซเลท พบว่าที่ความเข้มข้น 1,000 ppm. สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 8 ไอโซเลท แสดงให้เห็นว่าการทดลองครั้งนี้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา hexaconazole มีแนวโน้มยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้บางไอโซเลท ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของกาญจนา และคณะ (2562) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา จำนวน 22 ชนิด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. ในชั้นฉ่ำย พบว่า สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา hexaconazole ที่ความเข้มข้น 500 ppm. 1,000 และ 1,500 ppm. มีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยอยู่ที่ 100%

### 5.2.3 ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา difenoconazole

จากการประเมินประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา difenoconazole ในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium* spp. ที่แยกได้ภายในพื้นที่จังหวัดชุมพร จำนวน 30 ไอโซเลท พบว่าที่ความเข้มข้น 1,000 ppm. สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 3 ไอโซเลท แสดงให้เห็นว่าการทดลองครั้งนี้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้บางไอโซเลท ซึ่งสอดคล้องกับรายงานอนันต์ (2556) ได้ศึกษาประเมินผลของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา difenoconazole ต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Fusarium* sp. ไอโซเลท FSK1 (FUS1) และไอโซเลท FSK2 (FUS2) ทดสอบโดยเลี้ยงเชื้อบนอาหารที่ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา พบว่า สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา difenoconazole ที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. ได้ดีที่สุด ได้แก่ difenoconazole โดยมีการยับยั้งเท่ากับ 91% และสอดคล้องกับรายงาน Bhalija and Jadeja (2014) ได้ทำการศึกษาประเมินสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา difenoconazole โดยใช้วิธี Poisoned Food Technique นำอาหาร PDA ผสมกับสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่ความเข้มข้น 50, 100, 250 และ 500 ppm. ในการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium solani* ในห้องปฏิบัติการ พบว่า สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา difenoconazole มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 75.53%

## บทที่ 6

### สรุปผลการทดลอง

แยกเชื้อรา *Fusarium* spp. จากสาเหตุโรคกิ่งแห้งหรือ dieback ของทุเรียนในพื้นที่จังหวัดชุมพร ได้ 30 ไอโซเลท ทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide, hexaconazole และ difenoconazole ในการยับยั้งการเจริญเติบโตทางเส้นใยของเชื้อราในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา copper hydroxide ทุกระดับความเข้มข้นยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราได้น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ทุกไอโซเลท สารป้องกันกำจัดเชื้อรา hexaconazole ที่ระดับความเข้มข้น 100 และ 1,000 ppm. สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตทางเส้นใยได้ 100 เปอร์เซ็นต์ บางไอโซเลท ส่วนสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา difenoconazole ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm. สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตทางเส้นใยได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ของเชื้อราบางไอโซเลท

## เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา วิชิตตระกูลถาวร, สุรียนธ์ รินบุตร, พิชามณูช เตชะติ, นาวิณ สุขเลิศ, ธนุศิลป์ รัชอินทร์, จีรววัฒน์ สังขทิป และ อภิชาติ อัครศิรีมาศ. 2562. การป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวจากเชื้อราฟูซาเรียมของ ขึ้นฉ่ายอย่างมีประสิทธิภาพ ในพื้นที่โครงการหลวง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปี 2562 โครงการวิจัยที่ 3060-A111.
- ณัฏฐิรา สมารักษ์. 2562. โครงการ การพัฒนาพืชสมุนไพรท้องถิ่นในจังหวัดจันทบุรี เพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ ก่อโรคที่สำคัญในพืช. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ รหัสโครงการ 181795.
- พชรมน เล็บสิงห์, อนันต์ วงเจริญ และสุวิดา แสไพศาล. 2563. การควบคุมโรคเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* โดยการใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา ปฏิปักษ์. แก่นเกษตร ฉบับที่ 4.
- พิชญา สารระรักษ, สุพัตรา ศรีสุวรรณ และ สุรินทร์ นิยมางกูร. 2559. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสภาพ การปลูกทุเรียนของเกษตรกร ตำบลถ้ำสิงห์ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร. วารสารวิทยาศาสตร์ เกษตร. 4(7): 2.
- ภาณุเดช เทียนชัย, วรวิทย์ อ้ายดวง, มนัส ทิตยวรรณ และ วิพรพรรณ เนื่องเม็ก. 2562. ประสิทธิภาพของ สารป้องกันกำจัดเชื้อราต่อการยับยั้งการเจริญของรา *Fusarium equiseti* สาเหตุโรคเหี่ยวของ แคนตาลูป. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา. 7 หน้า.
- รัตติยา พงศ์พิสุธา, ชัยณรงค์ รัตนกริชากุล, สันฐิติ บินคาเดอร์, กนกพร ฉัตรไชยศิริ และพัชรี บุญเรือง รอด. 2563. การตรวจสอบเชื้อราสาเหตุโรคกิ่งแห้งในทุเรียน. แก่นเกษตร 48 ฉบับที่ 4.
- วนิดา ชื่นชื่น, ศิริพร พุ่มไสว, สมศักดิ์ อยู่บริบูรณ์ และวรรณกร กิจจะ. 2562. การคัดเลือกและทดสอบ เชื้อราปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมพืชไร่เขียว โขลานาย. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี). 3(2): 43-54.
- วิพรพรรณ เนื่องเม็ก และ วรวิทย์ อ้ายดวง. 2560. การทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของแคนตาลูป. วารสารพืช ศาสตร์สงขลานครินทร์. 4(2): 51-55.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2564. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล: [http://www.oae.go.th/assets/portals/1/ebookcategory/57\\_trend-2564](http://www.oae.go.th/assets/portals/1/ebookcategory/57_trend-2564). (5 ตุลาคม 2564).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2565. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล: [http://www.oae.go.th/assets/portals/1/ebookcategory/57\\_trend-2564](http://www.oae.go.th/assets/portals/1/ebookcategory/57_trend-2564). (11 พฤศจิกายน 2564).
- อนันต์ วงเจริญ. 2556. ผลของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราต่อการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคของข้าว. เกษตร 41 ฉบับพิเศษ 1.
- อภิรัชต์ สมฤทธิ์. 2562. เชื้อรา *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* สาเหตุโรคตายพรายของกล้วย. กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ. 32 หน้า.
- Bhaliya, C. M. and Jadeja, K. B. 2014. Efficacy of different fungicides against *Fusarium solani* causing coriander root rot. Department of Plant Pathology, Junagadh Agricultural University, Junagadh 9(3): 1225-1227.
- Demirci, F. and Maden, S. 2006. A severe dieback of box elder (*Acer negundo*) caused by *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. in Turkey. Australasian Plant Disease Notes, 2006, 1, 13-15.
- Fourie G., Steenkamp, E.T., Ploetz, R.C., Gordon, T.R. and Viljoen, A. 2011. Current status of the taxonomic position of *Fusarium oxysporum* formae specialis *cubense* within the *Fusarium oxysporum* complex. Infection, Genetics and Evolution 11 (2011) 533–542.
- Fungicide resistance action committee. 2021. FRAC Code List 2021: Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action (including coding for FRAC Groups on product labels). <https://www.scribd.com/document/522295349/Frac-Code-List-2021-Final.pdf>. (11 November 2021).
- Ghante P., Apet, K., Kanase, K., Daunde, A. and Chavan, P. 2019. *In vitro* efficacy of fungicides against *Fusarium oxysporum* f. sp. *udum* causing wilt disease of pigeonpea. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 2019. 8(1): 1927-1931.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Nel, B., Steinberg, C., Labuschagne, N. and Viljoen, A. 2006. Evaluation of fungicides and sterilants for potential application in the management of *Fusarium* wilt of banana. *Crop Protection* 26 (2007) 697–705.
- Sanap SB, Mete, VS., Jaiswal, KL., Sanap, SB. and VG Mulekar. 2020. In vitro efficacy of non-systemic and combi fungicides against wilt of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 2020. 9(5): 3280-3283.
- Sumana, K., Ramakrishnan, S., Sreenivas, S.S. and Devaki, N.S. 2012. Field evaluation of promising fungicides and bioagents against *Fusarium* wilt and root knot complex disease in FCV tobacco crop. *Journal of Agricultural Technology* 2012 Vol. 8(3): 983-991.
- Tiedt, L.R. and Jooste, W.J. 1992. Ultrastructural aspects of conidiogenesis of *Fusarium* spp. in the section *Liseola*. *Mycol. Res.* 96 (3): 187-193 (1992) Printed in Great Britain.
- Wang C. H. and Wen H. K. 1997. A simple method for obtaining single-spore isolates of fungi. Department of pathology, Beaumont Agricultural Research Center, University of Hawaii at Manoa, Hilo Hawaii 96720, USA

## ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-สกุล	นายนัทพงศ์ ทองแท้
วัน/เดือน/ปี เกิด	5 ตุลาคม 2542
ที่อยู่อาศัย	บ้านเลขที่ 24/5 หมู่ 6 ตำบลโมคคลาน อำเภอบำเหน็จณรงค์ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80160
ประวัติการศึกษา	อนุบาล 1-3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏ ตำบลท่าจี้ อำเภอมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ประถมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนเสมาเมือง อำเภอมือง จังหวัด นครศรีธรรมราช มัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ปัจจุบันศึกษาปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช ชั้นปีที่ 4 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เขตอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้