

Received: June 29, 2024; Revised: March 6, 2025; Accepted: March 31, 2025

ประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อราต่อการควบคุมโรคแอนแทรกคโนสในดอกของทุเรียน  
ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* (CGD 5)  
Efficacy of fungicides for controlling anthracnose disease on durian flowers  
caused by *Colletotrichum gloeosporioides* (CGD 5)

จิติ ทองคำงาม<sup>1</sup> ไพรัตน์ อำนวย<sup>1</sup> อธิชาต บุญคุ้ม<sup>1</sup> และสุกฤตา อนุตระกูลชัย<sup>1\*</sup>  
Titi Thongkamngam<sup>1</sup>, Pairat Amloy<sup>1</sup>, Therachot Boonkhum<sup>1</sup>  
and Sukritta Anutrakunchai<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี

<sup>1</sup>Faculty of Agro-industrial Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chanthaburi campus, Chanthaburi Province

\*Corresponding Author E-mail Address : sukritta\_an@mutto.ac.th

## บทคัดย่อ

ปัญหาการแพร่ระบาดของโรคแอนแทรกคโนสในดอกทุเรียนสร้างความเสียหายอย่างรุนแรงให้กับเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนอย่างมาก เพราะทำให้ดอกทุเรียนแห้งและร่วงหล่น ไม่ติดผล ส่งผลโดยตรงต่อผลผลิตทุเรียน จำเป็นต้องหาวิธีการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรกคโนสในดอกทุเรียน โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อรา 5 ชนิด คือ Carbendazim, Prochloraz, Hymexazol, Pyraclostrobin และ Difenoconazole + Azoxystrobin ต่อการควบคุมเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรกคโนสในดอกทุเรียน เริ่มต้นจากแยกเชื้อราสาเหตุโรคจากส่วนดอกทุเรียนที่แสดงอาการของโรค หลังจากแยกเชื้อราและจัดจำแนกทางชีวโมเลกุลแล้ว พบว่า เป็นเชื้อรา *C. gloeosporioides* จำนวน 5 ไอโซเลท คือ CGD1, CGD2, CGD3, CGD4 และ CGD5 ต่อมาได้ทดสอบการเกิดโรครักับดอกทุเรียน 2 ระยะ คือ หัวก่าไล และดอกเหลือง พบว่า ไอโซเลท CGD5 ก่อให้เกิดโรครุนแรงที่สุดถึง 100 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทดสอบกับสารกำจัดเชื้อรา 5 ชนิด ด้วยวิธี Agar well diffusion พบว่า Carbendazim และ Prochloraz สามารถควบคุมเชื้อรา *C. gloeosporioides* (CGD5) ได้ประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำเชื้อสาเหตุโรคที่ทดสอบกับสารกำจัดเชื้อรา Prochloraz ส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบความผิดปกติของเส้นใย มีลักษณะอาการบวมและขยายออก เกิดการบิดเบี้ยวผิดรูปร่าง โดยสรุปผลการทดลองการใช้สารกำจัดเชื้อรา Carbendazim และ Prochloraz เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ในการควบคุมโรคแอนแทรกคโนสที่เกิดกับดอกทุเรียน

คำสำคัญ: สารกำจัดเชื้อรา โรคแอนแทรกคโนส เชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ดอกทุเรียน

## Abstract

Anthraco disease in durian flowers has severely harmed farmers. The disease can cause durian flowers to dry out and fall off, leading to a direct impact on durian production. Therefore, it is essential to find preventive measures that can help reduce the problem of anthracnose disease in durian flowers. This research aimed to study the effectiveness of five types of fungicides: Carbendazim, Prochloraz, Hymexazol,

Pyraclostrobin, and Difenoconazole + Azoxystrobin; in controlling anthracnose disease in durian flowers caused by the fungus *Colletotrichum gloeosporioides*. The fungal pathogen was first isolated from durian flower that showed the symptoms of the disease. After isolating the fungus and conducting molecular classification, it was identified as the fungus *C. gloeosporioides*, with five isolates namely: CGD1, CGD2, CGD3, CGD4, and CGD5. These were then tested for pathogenicity on durian flowers at two stages: the "bracelet" stage and the "yellow flower" stage. Results indicated that the CGD5 isolate caused the most severe disease, with an infection rate of 100%. Subsequently, tests were conducted with five types of fungicides using the agar well diffusion method. It was found that two fungicides, Carbendazim and Prochloraz, effectively controlled the *C. gloeosporioides*, inhibiting the growth of the pathogen by approximately 75-80%. When the pathogen treated with Prochloraz was observed under the microscope, abnormalities in the fungal hyphae of *C. gloeosporioides* (CGD5) were noted, showing swelling, expansion, and distortion. In conclusion, the experiment determined that Carbendazim and Prochloraz are the most suitable fungicides for controlling anthracnose disease in durian flowers.

**Keywords:** Fungicides, Anthracnose disease, *Colletotrichum gloeosporioides*, Durian flowers

## บทนำ

ทุเรียน (*Durio zibethinus* L.) เป็นไม้ผลเศรษฐกิจหลักที่สำคัญของประเทศไทย เพราะสามารถผลิตและส่งออกไปขายยังต่างประเทศได้หลายประเทศ เช่น จีน เวียดนาม ฮองกง ไต้หวัน สหรัฐอเมริกา และอินเดีย เป็นต้น โดยในปี พ.ศ. 2566 มีพื้นที่ต้นทุเรียนที่ให้ผลผลิต 1,057,574 ไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 1,476,174 ตัน และผลผลิตต่อไร่ 1,396 กิโลกรัม เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2565 มีพื้นที่ 978,799 ไร่ ผลผลิต 1,335,728 ตัน และผลผลิตต่อไร่ 1,365 กิโลกรัม (Office of Agricultural Economics, 2023) โดยทุเรียนจะมีการเพาะปลูกมากที่สุดในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด (Ek-Amnuay, 2021; Office of Agricultural Economics, 2023) ในพื้นที่จังหวัดดังกล่าวเกษตรกรยังคงเพิ่มพื้นที่การเพาะปลูกทุเรียนมากขึ้น ส่งผลให้สภาพแวดล้อมมีความเหมาะสมต่อการเกิดโรคพืชในทุเรียนมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้ผลผลิตที่จะส่งไปยังผู้บริโภคมีปริมาณลดลง แต่ในทางกลับกันปริมาณความต้องการบริโภคทุเรียนของผู้บริโภคมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกัน โรคพืชในทุเรียนจึงเป็นปัญหาสำคัญในการผลิตให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งโรคพืชที่สร้างความเสียหายให้กับเกษตรกรในปัจจุบันก็มีอยู่หลากหลายชนิด เช่น โรครากเน่าโคนเน่า ราสีชมพู ใบติดผลเน่า ดอกร่วง และใบจุด เป็นต้น (Ek-Amnuay, 2016) และในขณะเดียวกันก็ยังมีรายงานการแพร่ระบาดของโรคแอนแทรคโนสที่เข้าทำลายบริเวณส่วนของดอกทุเรียนได้ทุกระยะ (9 ระยะ คือ 1. ระยะไข่ปลา 2. ระยะตาปู 3. ระยะเหยียดดินหนู 4. ระยะมะเขือพวงอ่อน (หรือระยะกระดุม) 5. ระยะเม็ดมะเขือพวง 6. ระยะหัวกำไล 7. ระยะดอกเหลือง (หรือระยะดอกขาว) 8. ระยะดอกบาน และ 9. ระยะหางแย้) ซึ่งในระยะหัวกำไล และระยะดอกเหลือง จะเป็นระยะที่พบการพัฒนาการของเชื้อสาเหตุโรคได้ชัดเจนที่สุด โดยสังเกตเห็นลักษณะกลีบดอกส่วนด้านใน (เกสร) และกลีบเลี้ยงด้านนอกมีผลสีน้ำตาลจนถึงดำแพร่กระจายทั่วทั้งดอก ถ้าเกิดมีการแพร่ระบาดรุนแรงก็จะทำให้ดอกนั้นแห้งไหม้และร่วงลงสู่พื้นในที่สุดทำให้ทุเรียนไม่สามารถติดผลผลิตได้ ซึ่งลักษณะอาการของโรคที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมีสาเหตุจากโรคแอนแทรคโนส (Zakaria, 2021)

ปัจจุบันเกษตรกรหันมาใช้สารกำจัดเชื้อราหลากหลายกลุ่ม เช่น กลุ่มที่ 1, 3, 11, 32 และ 40 ซึ่งมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราชั้นสูง เช่น เชื้อรา *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp. และ *Colletotrichum* sp. เป็นต้น โดยในกลุ่มนี้ประกอบด้วยสารกำจัดเชื้อรา Carbendazim, Prochloraz, Hymexazol, Pyraclostrobin และ Difenoconazole + Azoxystrobin เป็นต้น (Swart et al., 2009; Mora-Aguilera et al., 2021; Piasai et al., 2021; Kun et al., 2024) เกษตรกรยังไม่มั่นใจว่าสารกำจัดเชื้อราชนิดใดสามารถควบคุมโรคแอนแทรคโนสในดอกทุเรียนได้ จึงจำเป็นต้องศึกษาหาสารที่มีประสิทธิภาพอย่างชัดเจนเพื่อลดความเสี่ยงในการติดต่อสารกำจัดเชื้อราของเชื้อราสาเหตุโรค ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อรา 5 ชนิด (Carbendazim, Prochloraz, Hymexazol, Pyraclostrobin และ

Difenoconazole + Azoxystrobin) ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสในดอกทุเรียนที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ภายใต้ห้องปฏิบัติการ

## วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

### การแยกเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส

เก็บตัวอย่างดอกทุเรียนที่แสดงอาการโรคแอนแทรคโนส จากตำบลวังแซ้ม อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี และตำบลรำพัน อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี (Figure 1 A-B) มาแยกเชื้อโดยวิธี Tissue transplanting method เริ่มจากนำตัวอย่างดอกทุเรียนมาล้างทำความสะอาดบริเวณพื้นผิวด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 10 เปอร์เซ็นต์ และแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นล้างผ่านน้ำนิ่งฆ่าเชื้อ ซับตัวอย่างดอกด้วยกระดาษทิชชู ทิ้งไว้ให้แห้งแล้วนำชิ้นตัวอย่างเลี้ยงลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Water Agar (WA) เป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้นนำเส้นใยที่เจริญออกมาจากชิ้นตัวอย่างย้ายมาเลี้ยงบนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน นำมาจัดจำแนกและศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์และจัดจำแนกในระดับชีวโมเลกุล จากนั้นสกัดดีเอ็นเอโดยใช้ชุดน้ำยาสำเร็จรูป Prep man ultra (Applied biosystems) โดยส่งตัวอย่างดีเอ็นเอไปวิเคราะห์ที่บริษัท MacroGen กรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้ ใช้ Universal primer ITS4 และ ITS5 คือ Primer ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') ITS5 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') (White et al., 1990) หลังจากได้ข้อมูลนำมาทำการ BLAST ในฐานข้อมูล GeneBank นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธี Maximum Likelihood (ML) ด้วยโปรแกรม MEGA 11.0 กำหนดค่า Bootstrap analysis ให้มีค่าเท่ากับ 1000 พร้อมรายงานผลเป็น Phylogenetic tree



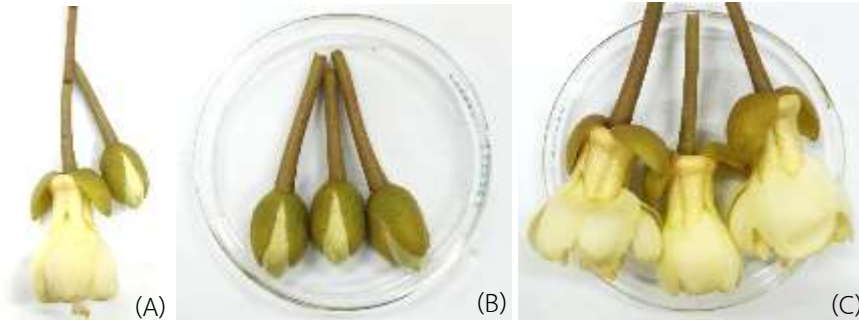
**Figure 1** Anthracnose disease of durian flower: A) Development of durian flowers after infection begins from the pre-bloom stage to the post-bloom stage and B) Symptoms include flower desiccation and abscission, causing them to fall to the ground

### การทดสอบการก่อให้เกิดโรคในดอกทุเรียน (Pathogenicity test)

นำเชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสที่ได้จากการแยกเชื้อและจัดจำแนกในระดับชีวโมเลกุล จำนวน 5 ไอโซเลท คือ CGD1, CGD2, CGD3, CGD4 และ CGD5 โดยเตรียมเป็น Spore suspension ความเข้มข้น  $1 \times 10^6$  สปอร์ต่อมิลลิลิตร จากนั้นเตรียมดอกทุเรียนโดยคัดเลือกดอกทุเรียนที่ยังไม่บานเต็มที่ (ระยะห้วงกำลังและระยะดอกเหลืองหรือดอกขาว) (Figure 2 A-C) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 5 กรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำ นำดอกทุเรียนทั้ง 2 ระยะ ย้ายใส่ในจานแก้วเลี้ยงเชื้อขนาด 9 เซนติเมตร จานละ 3 ดอก หลังจากนั้นฉีดพ่นสปอร์เชื้อรา *C. gloeosporioides* แต่ละไอโซเลท ลงไปบริเวณส่วนของดอกให้ทั่วทั้งดอก ปริมาณ 1 มิลลิลิตรต่อดอก จากนั้นใส่สำลีชุบน้ำนิ่งฆ่าเชื้อวางไว้ในจานแก้วเพื่อสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเกิดโรคกับดอกทุเรียน ปิดฝาจานอาหารเลี้ยงเชื้อ บันทึกผลการทดลองโดยสังเกตจากเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่พบบริเวณดอกที่แสดงอาการของโรคแอนแทรคโนส กำหนดระดับการเกิดโรค 4 ระดับ ดังนี้ ระดับ 0= ไม่พบอาการของโรคที่ดอก, 1= เกิดโรคที่ส่วนดอกบริเวณกลีบดอกและฐานของดอกเป็นจุดสีน้ำตาลขนาดเล็ก 25 เปอร์เซ็นต์, ระดับ 2= ดอกเป็นจุดสีน้ำตาลขนาดใหญ่ 26-50 เปอร์เซ็นต์, ระดับ 3= ดอกเริ่มพบเส้นใย

ของเชื้อราเจริญอยู่ที่ส่วนของกลีบดอกและฐานดอก 51-75 เปอร์เซ็นต์ และระดับ 4 = ดอกเน่าพบเส้นใยเชื้อราเจริญปกคลุมทั่วทั้งดอก 76-100 เปอร์เซ็นต์ โดยคำนวณความรุนแรงของโรค Disease severity (% DS) ดังต่อไปนี้ (Eq.1)

$$\text{Disease severity (\%)} = \frac{\sum (\text{จำนวนแผลที่ส่วนของดอก} \times \text{ระดับความรุนแรงของโรค}) \times 100}{\text{จำนวนแผลทั้งหมด} \times \text{ระดับความรุนแรงของโรคสูงสุด}} \quad (\text{Eq.1})$$



**Figure 2** Durian flowers used in the experiment at both stages: A) Durian inflorescences with no visible symptoms B) Bracelet stage and C) White flower stage or yellow flower stage

**ประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดเชื้อราต่อการควบคุมเชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสในดอกของทุเรียน**

การทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อรา 5 ชนิด คือ Carbendazim, Prochloraz, Hymexazol, Pyraclostrobin และ Difenoconazole + Azoxystrobin ในการควบคุมเชื้อรา CGD5 ซึ่งเป็นไอโซเลทที่ก่อให้เกิดโรครุนแรงที่สุดจากการทดสอบการก่อให้เกิดโรคแอนแทรคโนสในดอกทุเรียน (Pathogenicity test) โดยเริ่มจากการเลี้ยงเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส CGD5 ตรงกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ทิ้งไว้ 2 วัน รอจนกว่าเส้นใยของเชื้อราเจริญออกมา ขนาด 2 เซนติเมตร เมื่อได้ขนาดที่ต้องการใช้ Cork borer ขนาด 0.5 เซนติเมตร เจาะหลุมอาหารจากบริเวณขอบของจานอาหารเลี้ยงประมาณ 1.5 เซนติเมตร โดยเจาะจำนวน 6 หลุมให้มีขนาดเท่ากันพอประมาณ (Figure 3) เพื่อเตรียมไว้สำหรับหดยากำจัดเชื้อรา ทั้ง 5 ชนิด ที่ได้เตรียมเจือจางสารกำจัดเชื้อราไว้เป็น Stock solution ไว้แล้ว จำนวน 6 ระดับความเข้มข้น คือ 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ หดยาหลุมละ 20 ไมโครลิตร โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ ดังนี้

- กรรมวิธีที่ 1 Carbendazim + เชื้อรา CGD5
- กรรมวิธีที่ 2 Prochloraz + เชื้อรา CGD5
- กรรมวิธีที่ 3 Hymexazol + เชื้อรา CGD5
- กรรมวิธีที่ 4 Pyraclostrobin + เชื้อรา CGD5
- กรรมวิธีที่ 5 Difenoconazole + Azoxystrobin + เชื้อรา CGD5

บันทึกผลการทดลองโดยการวัดการเจริญของเส้นใยเชื้อรา CGD5 ที่เจริญจากส่วนตรงกลางของจานอาหารเลี้ยงเชื้อไปยังหลุมที่ได้หดยาในทุก ๆ ความเข้มข้นของสารกำจัดเชื้อราทั้ง 5 ชนิด (การเจริญเติบโตของเส้นใย (เซนติเมตร) = การเจริญเติบโตของเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคในแต่ละกรรมวิธี/จำนวนซ้ำทั้งหมด) (Eq.2)  $N_1-N_5$  = การเจริญเติบโตของเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรค (จำนวนซ้ำ); 5 = จำนวนซ้ำทั้งหมด

$$\frac{(N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5)}{5} \quad (\text{Eq.2})$$

และคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ 1 Carbendazim + เชื้อรา CGD5 ดังต่อไปนี้ (Eq.3)  $D_1$  = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเชื้อราสาเหตุโรคในกรรมวิธีควบคุม;  $D_2$  = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ

เชื้อราสาเหตุโรคในกรรมวิธีที่เลี้ยงร่วมกันกับเชื้อราปฏิปักษ์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และถ่ายภาพ

$$\frac{D_1 - D_2}{D_1} \times 100 \quad (\text{Eq.3})$$

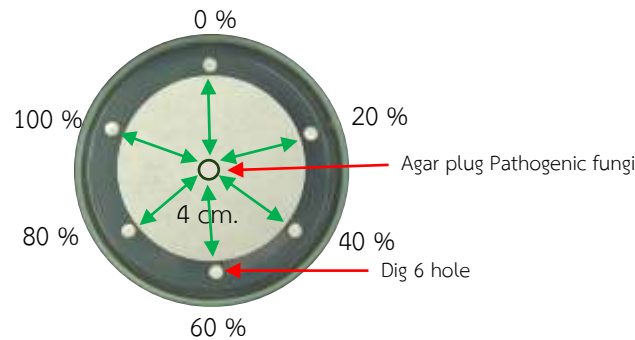


Figure 3 Agar well diffusion method

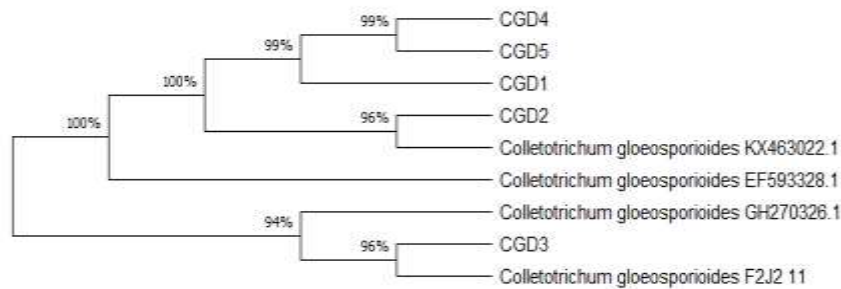
## ผลการวิจัย และการอภิปรายผล

### การแยกเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส

จากการแยกเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสจากดอกทุเรียน จากตำบลวังแฉม อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี และตำบลรำพัน อำเภอบางขัน จังหวัดจันทบุรี สามารถแยกเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ได้ จำนวน 5 ไอโซเลท คือ CGD1, CGD2, CGD3, CGD4 และ CGD5 เป็นต้น (Figure 4) โดยลักษณะเส้นใยมีสีขาวเจริญอยู่บนอาหารเลี้ยงเชื้อ บางไอโซเลท (CGD4 และ CGD5) จะพบส่วนขยายพันธุ์สืบพันธุ์เป็นวงกลมอยู่ตรงกลางของจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (Spore masses) เจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อรวมเวลา 7 วัน หลังจากนั้นเมื่อส่องใต้กล้องจุลทรรศน์ พบส่วนขยายพันธุ์ลักษณะคล้ายเมล็ดข้าวสาร (Conidia) มีสีใส (Figure 4) เมื่อตรวจสอบระดับชีวโมเลกุลโดยใช้ Primer ในส่วนของ rDNA อยู่ในช่วง 500–600 bp (ITS5 และ ITS4) คือ primer ITS5 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3')-ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') ทำการวิเคราะห์ ITS เปรียบเทียบกับเชื้อ *Colletotrichum* spp. สายพันธุ์อื่น ๆ สามารถจัดจำแนกได้ว่าเป็นเชื้อรา *C. gloeosporioides* ทั้ง 5 ไอโซเลท คือ CGD1, CGD2, CGD3, CGD4 และ CGD5 ถึง 96-100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 5) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nuchnuanrat and Bunroj (2015) ที่จัดจำแนกเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส ด้วยวิธี ITS พบว่า มีสาเหตุจากเชื้อ *C. gloeosporioides*



Figure 4 Morphological characteristics of *C. gloeosporioides* 5 isolate (CGD1, CGD2, CGD3, CGD4 and CGD5) and conidia.

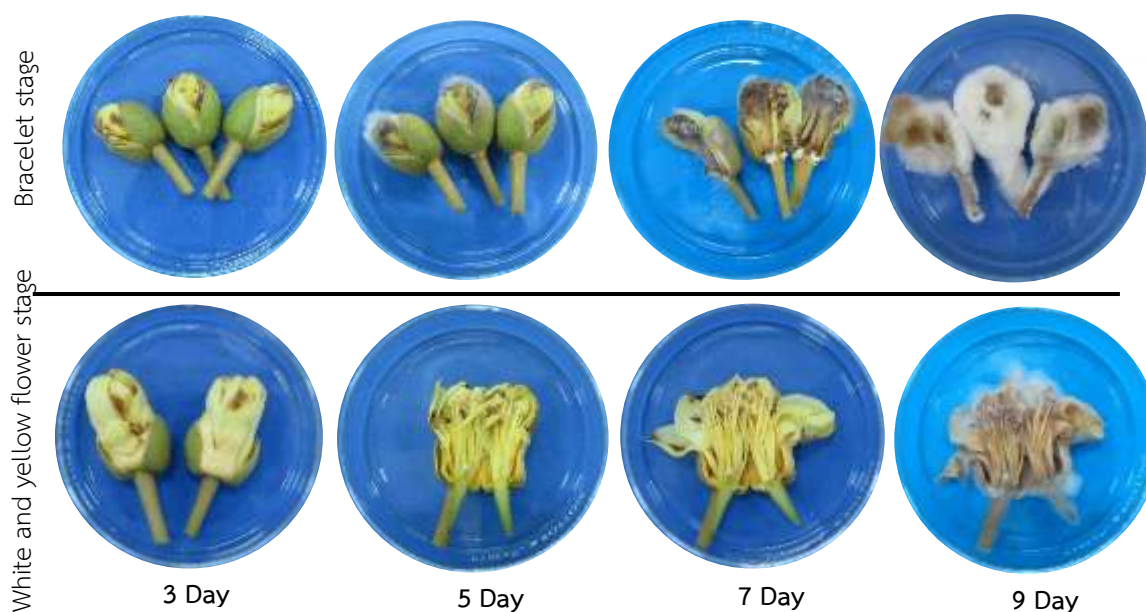


**Figure 5** Classification of *C. gloeosporioides* (CGD1, CGD2, CGD3, CGD4 และ CGD5) phylogenetic tree obtained from the analysis of the nucleotide sequence in the ITS by Maximum Likelihood (ML) on MEGA 11.0 configure bootstrap analysis to value equal to 1000

### การทดสอบการก่อให้เกิดโรคในดอกทุเรียน (Pathogenicity test)

จากการทดสอบการก่อให้เกิดโรคในดอกทุเรียน (Pathogenicity test) โดยนำเชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรกโนสที่ผ่านการแยกเชื้อและจัดจำแนกในระดับชีวโมเลกุล จำนวน 5 ไอโซเลท คือ CGD1, CGD2, CGD3, CGD4 และ CGD5 ตามลำดับ มาทดสอบกับดอกทุเรียนทั้ง 2 ระยะ คือ ระยะหัวกำไลและระยะดอกเหลืองหรือดอกขาว พบว่าเชื้อรา *C. gloeosporioides* ทั้ง 5 ไอโซเลท สามารถก่อให้เกิดโรคกับดอกทุเรียนได้ โดยในระยะหัวกำไล ในกรรมวิธีที่ 5 ที่ปลูกเชื้อรา CGD5 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมามากที่สุดคือ 100 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ช่วงแรกของการทดลอง (3 วันหลังการปลูกเชื้อ) จนกระทั่งวันสุดท้ายของการทดลอง (9 วันหลังการปลูกเชื้อ) รวมไปถึงแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคก็เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค โดยในช่วงแรกของการปลูกเชื้อ พบเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค เท่ากับ 84 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อระยะเวลาผ่านไปจนถึงสิ้นสุดการทดลองก็พบว่า เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเพิ่มสูงขึ้นถึง 100 เปอร์เซ็นต์ (Table 1; Figure 6) รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 ปลูกเชื้อ CGD 3 ที่พบเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค เท่ากับ 82 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 4 พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ และความรุนแรงของโรคอยู่ในช่วง 52-60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang et al. (2024) ทดสอบการเกิดโรคแอนแทรกโนสกับดอกส้ม พบว่าเชื้อรา *C. gloeosporioides* จาก 32 ไอโซเลท สามารถก่อให้เกิดโรครุนแรงได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์

ส่วนในระยะดอกเหลืองหรือดอกขาว พบว่าเชื้อรา *C. gloeosporioides* ทั้ง 5 ไอโซเลท สามารถก่อให้เกิดโรคกับดอกทุเรียนได้ เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการทดสอบกับดอกทุเรียนในระยะหัวกำไล กล่าวคือในกรรมวิธีที่ 5 ที่ปลูกเชื้อรา CGD5 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมามากที่สุดคือ 100 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ช่วงแรกจนถึงสิ้นสุดการทดลอง (3-9 วันหลังการปลูกเชื้อ) และเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคก็จะมีความสัมพันธ์กันกับเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค คือมีการพัฒนาเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ 56 เปอร์เซ็นต์ จนครบ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1; Figure 6) ส่วนกรรมวิธีที่ 1-4 พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคอยู่ในช่วง 40-80 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค อยู่ในช่วง 32-52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



**Figure 6** Pathogenicity test on durian flowers of *C. gloeosporioides* (CGD5) at 3, 5, 7 and 9 Day after inoculation

**Table 1** Pathogenicity test on durian flowers of *C. gloeosporioides* (CGD1, CGD2, CGD3, CGD4 and CGD5)

Treatments	Disease incidence (DI) <sup>1</sup> : Disease severity (DS) (%)			
<i>Bracelet stage</i>	3 DAI <sup>2</sup>	5 DAI	7 DAI	9 DAI
CGD1	20:12 <sup>c3</sup>	40:24 <sup>b</sup>	60:32 <sup>c</sup>	80:52 <sup>b</sup>
CGD2	20:24 <sup>b</sup>	40:24 <sup>b</sup>	80:52 <sup>ab</sup>	80:60 <sup>b</sup>
CGD3	60:32 <sup>ab</sup>	60:32 <sup>ab</sup>	80:52 <sup>ab</sup>	80:82 <sup>ab</sup>
CGD4	40:24 <sup>b</sup>	40:32 <sup>ab</sup>	60:48 <sup>b</sup>	80:52 <sup>b</sup>
CGD5	100:84 <sup>a</sup>	100:92 <sup>a</sup>	100:100 <sup>a</sup>	100:100 <sup>a</sup>
C.V. (%)	9.8	7.1	6.7	4.2
F-value	*	*	*	*
<i>White and yellow flower stage</i>	3 DAI	5 DAI	7 DAI	9 DAI
CGD1	20:6 <sup>c</sup>	40:12 <sup>c</sup>	40:32 <sup>b</sup>	40:32 <sup>b</sup>
CGD2	40:12 <sup>b</sup>	60:24 <sup>b</sup>	80:48 <sup>ab</sup>	80:52 <sup>ab</sup>
CGD3	60:24 <sup>ab</sup>	60:32 <sup>ab</sup>	60:36 <sup>b</sup>	60:36 <sup>b</sup>
CGD4	40:24 <sup>ab</sup>	40:32 <sup>ab</sup>	60:32 <sup>b</sup>	60:32 <sup>b</sup>
CGD5	100:56 <sup>a</sup>	100:68 <sup>a</sup>	100:84 <sup>a</sup>	100:100 <sup>a</sup>
C.V. (%)	14.3	12.1	9.6	7.3
F-value	*	*	*	*

**Note:** <sup>1</sup>Disease incidence (% DI) = [(0) no symptoms flower 0 %; (1) petal area and the flower base show small brown spots 25%; (2) flower exhibits large brown spots. 26-50%; (3) fungal hyphae begin to grow on the petals and the base of the flower 51-75%; (4) rotten flower is completely covered with fungal hyphae 76-100%]

<sup>2</sup>DAI: Day after inoculation

<sup>3</sup>Means followed by the same English letter in the same column are not significantly different at  $P < 0.05$  according to the Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

## ผลของการใช้สารกำจัดเชื้อราต่อการควบคุมเชื้อรา *C. gloeosporioides* (CGD5) สาเหตุโรคแอนแทรคโนสในดอกของทุเรียน

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อรา 5 ชนิด คือ Carbendazim, Prochloraz, Hymexazol, Pyraclostrobin และ Difenoconazole + Azoxystrobin ในการควบคุมเชื้อรา CGD5 สาเหตุโรคแอนแทรคโนสในดอกทุเรียน พบว่า สารกำจัดเชื้อราทั้งหมดสามารถควบคุมเชื้อรา CGD5 ได้แตกต่างกัน ซึ่งสามารถจัดกลุ่มเปอร์เซ็นต์การยับยั้งได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มยับยั้งสูง ปานกลาง และน้อยหรืออาจไม่สามารถยับยั้งได้ โดยในสารกำจัดเชื้อรา Carbendazim และ Prochloraz เป็นกลุ่มยับยั้งสูง โดยมีการเจริญของเส้นใยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารกำจัดเชื้อรา กล่าวคือ การเจริญของเส้นใยเชื้อรา CGD5 จะลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารกำจัดเชื้อราเพิ่มขึ้น โดยเห็นผลชัดเจนตั้งแต่ความเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ซึ่งมีการเจริญของเส้นใย เท่ากับ 1 และ 0.9 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2; Figure 7) หลังจากนั้นเมื่อประเมินผลถึงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา CGD5 พบว่า ผลการทดลองสอดคล้องกับค่าการเจริญของเส้นใย กล่าวคือยิ่งความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคก็เพิ่มสูงขึ้น โดยใน สารกำจัดเชื้อรา Carbendazim และ Prochloraz พบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา CGD5 สูงที่สุด เท่ากับ 80 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับการรายงานของ Nuchnuanrat and Bunroj (2015) ที่ทดสอบสารกำจัดเชื้อรา Prochloraz และ Mancozeb ด้วยวิธี Poisoned food technique สามารถยับยั้งได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ และงานวิจัยของ Mpeluza et al. (2023) ทดสอบสารไพโรคลอราซ สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *C. gloeosporioides* ได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในสารกำจัดเชื้อรา Hymexazol เป็นกลุ่มยับยั้งปานกลาง พบการเจริญของเส้นใยเชื้อรา CGD5 เท่ากับ 3 เซนติเมตร และเมื่อนำมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง สามารถยับยั้งได้เพียง 25 เปอร์เซ็นต์ และในสารกำจัดเชื้อรา Pyraclostrobin และ Difenoconazole + Azoxystrobin เป็นกลุ่มยับยั้งน้อยหรืออาจไม่สามารถยับยั้งได้ โดยในกลุ่มนี้จะเห็นว่าการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา CGD5 เท่ากับ 3.8-4.0 เซนติเมตร ใกล้เคียงกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ได้ใส่สารกำจัดเชื้อรา และเมื่อประเมินถึงเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ หรือไม่พบเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (Table 2; Figure 7)

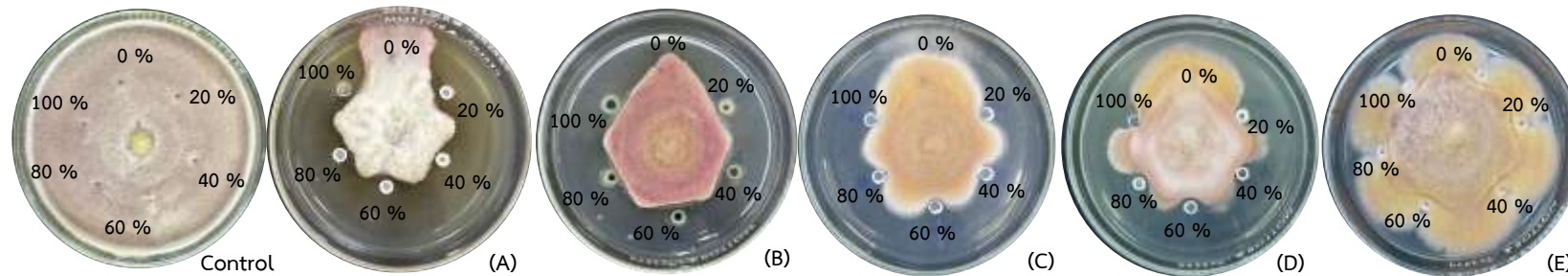
หลังจากสิ้นสุดการทดลองได้นำเส้นใยของเชื้อ CGD5 ในทุกความเข้มข้นของสารกำจัดเชื้อรา 5 ชนิด คือ Carbendazim, Prochloraz, Hymexazol, Pyraclostrobin และ Difenoconazole + Azoxystrobin ไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อสังเกตความผิดปกติของเส้นใยเชื้อรา พบว่า มีเพียงสารกำจัดเชื้อรา Prochloraz ชนิดเดียวที่พบความผิดปกติของเส้นใยเชื้อรา CGD5 ในทุกระดับความเข้มข้น (0, 20, 40, 60, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์) โดยลักษณะความผิดปกติของเส้นใย คือ มีอาการบวมและพองออก แตกหัก และบิดเบี้ยวผิดรูปร่างไปจากเดิม (Figure 8) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hori et al. (2000) ที่ทดสอบประสิทธิภาพของสาร Imidazole เป็นสารป้องกันกำจัดเชื้อราออกฤทธิ์ชนิดแทรกซึม (Translaminal) พบว่า สามารถหยุดกระบวนการต่าง ๆ ของเชื้อรา เช่น ทำลายเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง ยับยั้งการสังเคราะห์ Ergosterol และทำให้ผนังเซลล์ของเชื้อราหยุดการเจริญเติบโต รวมไปถึงงานวิจัยของ Chand et al. (2013) ทดสอบเชื้อรา *C. gloeosporioides* กับสารกำจัดเชื้อราอีก 8 ชนิด คือ Carbendazim, Thiophanate methyl, Mancozeb, Chlorothalonil, Propineb, Captan, Tricyclazole และ Hexaconazole พบว่า สารกำจัดเชื้อรา Carbendazim สามารถควบคุมโรคได้ 63 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นยัง พบว่า มีการใช้สารกำจัดเชื้อราดังกล่าวในการควบคุมเชื้อราชนิดอื่น ๆ อีกด้วย เช่น เชื้อรา *Microsporum* sp., *Aspergillus* sp. และ *Candida* sp. เป็นต้น (Omar et al., 2015; Mpeluza et al., 2023) จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบอัตราการใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราทั้ง 5 ชนิด คือ Carbendazim, Prochloraz, Hymexazol, Pyraclostrobin และ Difenoconazole + Azoxystrobin เกษตรกรส่วนใหญ่จะใช้อัตราตามคำแนะนำข้างฉลากประมาณ 30-60 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งถ้าเทียบกับกับอัตราที่ใช้ในการทดสอบ (จานอาหารเลี้ยงเชื้อ) ก็จะเห็นว่าอัตราความเข้มข้นที่สูง เพียงพอต่อการนำไปใช้ในการฉีดพ่นของเกษตรกรกับต้นทุเรียน จนถึงระยะที่ต้นทุเรียนติดดอกเพราะอัตราความเข้มข้นที่ใช้เป็นอัตราที่สามารถควบคุมโรคแอนแทรคโนสในดอกทุเรียนได้

**Table 2** Percentage of mycelial growth inhibition of *C. gloeosporioides* (CGD5) causing anthracnose on durian flower by 5 fungicides (Carbendazim Prochloraz Hymexazol Pyraclostrobin and Difenoconazole + Azoxystrobin) at 6 concentrations (0, 20, 40, 60, 80 and 100 %)

Fungicide	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (CGD5)											
	Mycelial growth (cm.)						Growth inhibition (%)					
	0 <sup>1</sup>	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100
Carbendazim	4.0	1.5 <sup>a2</sup>	1.3 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>	0.8 <sup>a</sup>	0.8 <sup>a</sup>	-	62.5 <sup>a</sup>	67.5 <sup>a</sup>	75.0 <sup>a</sup>	80.0 <sup>a</sup>	80.0 <sup>a</sup>
Prochloraz	4.0	1.8 <sup>ab</sup>	1.4 <sup>a</sup>	0.9 <sup>a</sup>	0.9 <sup>a</sup>	0.9 <sup>a</sup>	-	55.0 <sup>ab</sup>	65.0 <sup>a</sup>	77.5 <sup>a</sup>	77.5 <sup>a</sup>	77.5 <sup>a</sup>
Hymexazol	4.0	3.8 <sup>b</sup>	3.6 <sup>ab</sup>	3.4 <sup>ab</sup>	3.0 <sup>ab</sup>	3.0 <sup>ab</sup>	-	5.00 <sup>b</sup>	10.0 <sup>ab</sup>	15.0 <sup>ab</sup>	25 <sup>ab</sup>	25.0 <sup>ab</sup>
Pyraclostrobin	4.0	4.0 <sup>c</sup>	3.9 <sup>b</sup>	3.8 <sup>b</sup>	3.8 <sup>b</sup>	3.8 <sup>b</sup>	-	0.00 <sup>c</sup>	2.50 <sup>b</sup>	5.00 <sup>b</sup>	5.00 <sup>b</sup>	5.00 <sup>b</sup>
Difenoconazole + Azoxystrobin	4.0	4.0 <sup>c</sup>	4.0 <sup>b</sup>	4.0 <sup>b</sup>	4.0 <sup>b</sup>	4.0 <sup>b</sup>	-	0.00 <sup>c</sup>	0.00 <sup>c</sup>	0.00 <sup>c</sup>	0.00 <sup>c</sup>	0.00 <sup>c</sup>
F-value	ns	*	*	*	*	*	-	*	*	*	*	*
C.V. (%)	8.93	5.85	11.22	9.71	7.92	8.73	-	6.63	5.47	8.44	10.4	9.57

**Note:** <sup>1</sup> Chemicals used in the experiment on 6 concentrations (0, 20, 40, 60, 80 and 100 %)

<sup>2</sup> Means followed by the same English letter in the same column are not significantly different at  $P < 0.05$  according to the Duncan's Multiple Range Test (DMRT)



**Figure 7** Efficacy of 5 fungicides (Carbendazim (A), Prochloraz (B), Hymexazol (C), Pyraclostrobin (D), and Difenconazole + Azoxystrobin (E)) at 6 concentrations (0, 20, 40, 60, 80 and 100 %) on inhibiting fungal mycelial growth *C. gloeosporioides* (CGD5) on 7 Day

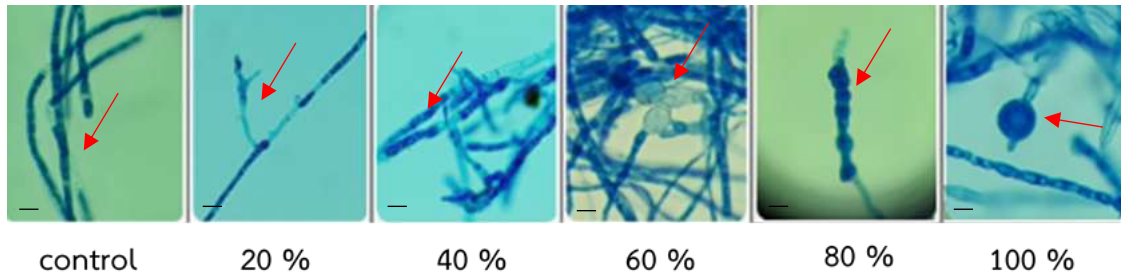


Figure 8 Abnormalities of mycelium *C. gloeosporioides* (CGD5) with the Prochloraz at 6 concentrations (0, 20, 40, 60, 80 and 100 %) on 7 Day

## บทสรุป

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อรา 5 ชนิด คือ Carbendazim, Prochloraz, Hymexazol, Pyraclostrobin และ Difenoconazole + Azoxystrobin ในการควบคุมเชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสในดอกทุเรียน เริ่มจากการแยกเชื้อราสาเหตุโรคจากส่วนของดอกทุเรียนที่แสดงอาการของโรค หลังจากแยกเชื้อราและจัดจำแนกทางชีวโมเลกุลแล้ว พบว่า เป็นเชื้อรา *C. gloeosporioides* จำนวน 5 ไอโซเลท คือ CGD1, CGD2, CGD3, CGD4 และ CGD5 จึงได้นำมาพิสูจน์การเกิดโรคกับดอกทุเรียน 2 ระยะ คือ หัวกำไล และดอกเหลือง พบว่า ไอโซเลท CGD5 ก่อให้เกิดโรครุนแรงที่สุดถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ในดอกทั้ง 2 ระยะ ต่อมาจึงได้นำมาทดสอบกับสารกำจัดเชื้อรา 5 ชนิด ด้วยวิธี Agar well diffusion พบว่า สารกำจัดเชื้อรา 2 ชนิด คือ Carbendazim และ Prochloraz สามารถควบคุมเชื้อรา *C. gloeosporioides* ได้ทุกความเข้มข้น โดยความเข้มข้นเริ่มที่ 60 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้นไป สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราสาเหตุได้ประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นเมื่อนำเชื้อมาส่งภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบความผิดปกติของเส้นใยเชื้อรา CGD5 มีลักษณะอาการบวมและขยายออก เกิดการบิดเบี้ยวผิดรูปร่าง โดยสรุปสามารถยืนยันได้เพียงเบื้องต้นเท่านั้นถึงประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสในดอกทุเรียน เพราะทดสอบในสภาพที่มีการควบคุมปัจจัยได้ ถ้าหากจะให้ผลการทดลองแน่ชัดอาจจะต้องมีการทดลองขยายไปยังแปลงปลูกทุเรียนของเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียน

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการโรคพืชวิทยา ของสาขาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม การเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี ที่สนับสนุนสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- Chand, G., Srivastava, J. N., Kumar, S., & Kumar, S. (2013). Efficacy of different fungicides against anthracnose of mango (*Mangifera indica* L.) in Eastern Bihar. *International Journal of Agriculture Sciences*, 9(1), 204-206. <https://doi.org/10.5555/20133276920>
- Hori, K., Sakaguchi, A., Kudoh, M., Ishida, K., Aoyama, Y., & Yoshida, Y. (2000). Structure-activity relationships of a new antifungal imidazole, AFK-108, and related compounds. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 48(1), 60-64. <https://doi.org/10.1248/cpb.48.60>

- Kun, F., Yu-Kun, Q., Li, F., Li, L., Xing-Hong, L., Jian-Lu, Q., De-Wei, L., Ai-Xin, D., Yi-Ji, P., & Qing-Hai, W. (2024). Identification and fungicide screening of fungal species associated with walnut anthracnose in Shaanxi and Liaoning provinces, China. *Plant Disease*, 108(3), 599-607. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-23-0967-RE>
- Mora-Aguilera, J. A., Erendira, G. R., Matin, Y. Z., Rebollar-Alviter, A., Nava, C., Leyva-Mir, S. G., Sandoval-Islas, J. S., & Tovar-Pedraza, J. M. (2021). Sensitivity to MBC fungicides and prochloraz of *Colletotrichum gloeosporioides* species complex isolates from mango orchards in Mexico. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 128(33), 481-491. <https://doi.org/10.1007/s41348-020-00412-z>
- Mpeluza, A. S., Akinola, S. A., Shoko, T., Remize, F., & Sivakumar, D. (2023). Efficacy of lactic acid bacteria as a biocontrol agent against Anthracnose (*Persea americana* Miller.) decay in avocado (*Persea americana*) cv. fuerte fruit. *Agriculture*, 13, 269-285. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020269>
- Office of Agricultural Economics. (2023, December 19). *Important agricultural product situations and trends in 2024*. Office of Agricultural Economics. <https://oaezone.oae.go.th/assets/portals/26/fileups/202567.pdf>.
- Omar, M., Shaaban, A. M., Abbas, A. M., Moharram, M. M., Farhan, I., & Hassanen, H. (2015). Does vaginal douching affect the type of *Candidal vulvovaginal* infection. *Medical Mycology*, 53, 817-827. <https://doi.org/10.1093/mmy/myv042>
- Piasai, R., Chalmers, P., Piasai, O., & Khewhom, N. (2021). Postharvest fungicide dips to control fruit rot of 'Monthong' durian (*Durio zibethinus*). *European Journal of Plant Pathology*, 160(2), 325-336. <https://doi.org/10.1007/s10658-021-02246-3>
- Nuchnuanrat, P., & Bunroj, A. (2015). Effect of Prochloraz, Benomyl, Carbendazim, Azoxystrobin, Mancozeb and Copper oxychloride for controlling anthracnose disease of dragon fruit. *Rajabhat Rambhai Barni Research Journal*, 9(2), 15-20. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/RRBR/article/view/247029> (In Thai)
- Ek-Amnuay, P. (2016). *Diseases and pests of economic importance*. Amarin Printing and Publishing. (In Thai)
- Ek-Amnuay, P. (2021). *Durian, King of fruits*. Amarin Printing and Publishing. (In Thai)
- Swart, S. H., Serfontein, J. J., Swart, G., & Labuschagne, C. (2009). Chemical control of post-harvest diseases of mango: the effect of fludioxonil and prochloraz on soft brown rot, stem-end rot and anthracnose. *ISHS Acta Horticulturae*, 820, 503-510. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.820.64>
- Wang, W., Taylor, A. S., Tongson, E., Edwards, J., Vaghefi, N., Ades, P. K. Crous, P. W., & Taylor, P. W. J. (2024). Identification and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with twig dieback of citrus in Western Australia. *Plant pathology*, 73, 1194-1212. <https://doi.org/10.1111/ppa.13888>
- White, T. J., Bruns, T. D., Lee, S. B., & Taylor, J. W. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky & T. J. White (Eds.), *PCR Protocols: A guide to methods and applications*. Academic Press.
- Zakaria, L. (2021). Diversity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease in tropical fruit crops- A Review. *Agriculture*, 11(4), 297-302. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040297>