

Research Article

การพัฒนาเชื้อราไตรโคเดอร์มาในรูปแบบครีมเพื่อทาแผลรักษาโรคลำต้นเน่า
ของทุเรียนที่ระบาดซ้ำซากในแปลงปลูกทุเรียนภาคตะวันออก

Development of *Trichoderma* Cream Formulation for Controlling the Repeated
Dissemination Disease of Stem Rot in Durian Plantations in the Eastern Region

ธิตี ทองคำงาม คมสันต์ สุป้อง และ สุกฤตา อนุทรกุลชัย *

Titi Thongkamngam, Khomsan Supong and Sukritta Anutrakunchai *

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี
อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี 22210

Department of Plant production and Landscape, Faculty of Agro Industrial Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok at Chanthaburi Campus,
Khao Khitchakut, Chanthaburi 22210, Thailand.

ABSTRACT

Article history:

Received: 2023-09-21
Revised: 2024-06-06
Accepted: 2024-07-15

Keywords:

Trichoderma cream;
stem rot disease;
phytophthora palmivora;
Fusarium solani

Stem rot disease spreading in durian causes severe damage to durian trees. The spread of the disease can cause durian trees to die. Therefore, it is necessary to find ways to prevent and eliminate stem rot disease in durian plantations. This research aims to develop a *Trichoderma* cream formulation to control the repeated dissemination of stem rot disease in durian plantations in the eastern region. The study was conducted by collecting samples of stem rot disease in durian, identifying the pathogenic fungi and *Trichoderma* fungi, and morphologically classifying the fungi. It was found that the cause of the disease was *Phytophthora palmivora* and *Fusarium solani*, while the *Trichoderma* fungus was classified by molecular biology as *T. asperellum*. Then, it was tested for initial efficacy using a dual-culture test, which found that *T. asperellum* could inhibit the hyphal growth of *P. palmivora* and *F. solani* at 79.8 and 88.7 percent, respectively. After that, the percentage of stem rot disease occurrence in durian was tested after applying the *Trichoderma* cream, the chemical metalaxyl and fosetyl-aluminium. It was found that the *Trichoderma* cream reduced disease occurrence to only 25 percent (dry and non-spreading lesions), while the chemical method with metalaxyl and fosetyl-aluminium resulted in a high percentage of disease occurrence, up to 94 and 96 percent (spreading lesions without drying). This indicates that the use of chemical substances such as metalaxyl and fosetyl-aluminium cannot control stem rot disease in durian trees. Therefore, the development of a *Trichoderma* cream formulation may be one way to reduce the problem of repeated dissemination of stem rot disease in durian plantations in the eastern region. Alternatively, if chemical substances are to be used for treatment, other chemical groups should be tested to replace the current group.

© 2025 Thongkamngam, T., Supong, K. and Anutrakunchai, S. Recent Science and Technology published by Rajamangala University of Technology Srivijaya

* Corresponding author.

E-mail address: Sukritta_An@rmutto.ac.th

Cite this article as:

Thongkamngam, T., Supong, K. and Anutrakunchai, S. 2025. Development of *Trichoderma* Cream Formulation for Controlling the Repeated Dissemination Disease of Stem Rot in Durian Plantations Eastern Region. **Recent Science and Technology** 17(3): 260505.

บทคัดย่อ

ปัญหาการแพร่ระบาดของโรคลำต้นเน่าของทุเรียนสร้างความเสียหายอย่างรุนแรงให้กับเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนอย่างมาก เพราะปัญหาการแพร่ระบาดของโรคสามารถทำให้ต้นทุเรียนยืนต้นตายจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องมีการหาวิธีการป้องกันกำจัดที่สามารถช่วยลดปัญหาการแพร่ระบาดของโรคลำต้นเน่าในแปลงปลูกทุเรียน โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเชื้อราไตรโคเดอร์มาในรูปแบบครีมเพื่อทาผลรักษาโรคลำต้นเน่าของทุเรียนที่ระบาดซ้ำซากในแปลงปลูกทุเรียนภาคตะวันออก ดำเนินการเก็บตัวอย่างโรคลำต้นเน่าของทุเรียนมาแยกเชื้อราสาเหตุโรคและเชื้อราไตรโคเดอร์มา พร้อมทั้งจัดจำแนกทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราสาเหตุโรค พบว่ามีสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* และ *Fusarium solani* ส่วนเชื้อราไตรโคเดอร์มาจัดจำแนกโดยชีวโมเลกุล ได้เป็นเชื้อรา *Trichoderma asperellum* ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *T. asperellum* ต่อการยับยั้งการเจริญทางเส้นใยของเชื้อรา *P. palmivora* และ *F. solani* ด้วยวิธี dual-culture test พบการยับยั้ง เท่ากับ 79.8 และ 88.7 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบการทาผลโรคลำต้นเน่าของทุเรียนด้วยไตรโคเดอร์มาในรูปแบบครีม เปรียบเทียบกับสารเคมีเมทาแลกซิล และฟอสฟิไทล-อะลูมิเนียม พบว่ากรรมวิธีที่ทาด้วยไตรโคเดอร์มาในรูปแบบครีมเกิดโรคน้อยที่สุด 25 เปอร์เซ็นต์ (ผลมีลักษณะแห้งสนิท ไม่มีการลุกลาม) ในขณะที่กรรมวิธีที่ทาด้วยสารเคมีเมทาแลกซิล และฟอสฟิไทล-อะลูมิเนียม พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงถึง 94 และ 96 เปอร์เซ็นต์ (ผลลุกลามฉ่ำน้ำเพิ่มขึ้น) แสดงว่าการใช้สารเคมีเมทาแลกซิล และฟอสฟิไทล-อะลูมิเนียม ทาลำต้นไม่สามารถควบคุมโรคลำต้นเน่าในทุเรียนได้ โดยสรุปจากการพัฒนาไตรโคเดอร์มาในรูปแบบครีมมาทาเพื่อรักษาลำต้นเน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาการแพร่ระบาดของโรคลำต้นเน่าในทุเรียนภาคตะวันออกได้ หรือถ้าหากจะใช้สารเคมีรักษาก็ควรที่จะต้องมีการทดสอบสารเคมีในกลุ่มอื่นเพื่อทดแทนการใช้สารเคมีกลุ่มเดิมต่อไป

คำสำคัญ: ไตรโคเดอร์มาครีม, โรคลำต้นเน่า, เชื้อรา *Phytophthora palmivora*, เชื้อรา *Fusarium solani*

1. บทนำ

ปัจจุบันปัญหาการแพร่ระบาดของโรคลำต้นเน่าของทุเรียนสร้างปัญหาต่อเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนในภาคตะวันออกทั้งจังหวัดจันทบุรีและตราด โดยเชื้อราสาเหตุที่สร้างความเสียหายและเกษตรกรรู้จักกันดี คือ เชื้อรา *Phytophthora palmivora* (Butler) (Kwangtid and Sangchote, 2002; Prommate et al. (2019); Kongtragoul et al., 2021) ลักษณะอาการของโรคจะพบบริเวณส่วนของลำต้น หรือบริเวณโคนต้น ลำต้นเป็นแผลจุดฉ่ำน้ำ เปลือกเน่าเป็นสีน้ำตาลปนดำ พบการเข้าทำลายจากชั้นเปลือกไม้เข้าไปถึงชั้นของเนื้อไม้ด้านใน ถ้าหากระบาดหนักอาจจะทำให้ต้นไหม้ใบเหลืองร่วงหล่น เหลือเพียงกิ่งและยืนต้นตาย (Chataisiri et al., 2018; Koohapitagtam, 2016; Nianwichai et al., 2022) นอกจากนั้นในปี พ.ศ. 2559 เป็นต้นมา มีรายงานการแพร่ระบาดของโรคลำต้นเน่าที่มีสาเหตุนอกเหนือจากเชื้อรา *P. palmivora* (Butler) ได้แก่ โรคราสีชมพู (Pink Disease) ในอดีตเกิดจากเชื้อรา *Corticium salmonicolor* (Berk) เข้าทำลายบริเวณกิ่งลักษณะเป็นผองสีเหลืองปนสีชมพู (Anupama et al., 2009) ซึ่งเดิมเคยเป็นเชื้อก่อโรคและแพร่ระบาดในสวนยางพารา แต่เนื่องจากในช่วงเวลานั้นราคาทุเรียนมีการปรับราคาที่สูงขึ้นอย่างมาก จึงทำให้เกษตรกรโค่นยางพาราและเปลี่ยนมาปลูกทุเรียนจึงทำให้เชื้อราชนิดนี้กลับมาอุบัติใหม่ในสวนทุเรียน (Thongkamngam and Anutrakunchai, 2019) นอกจากนั้นยังพบเชื้อรา *Fusarium* spp. เช่น *Fusarium oxysporum* และ *Fusarium solani* (Pongpisutta et al., 2020; Chantarasiri and Boontanom, 2021) โดยลักษณะของอาการโรคที่พบนั้นมีลักษณะคล้ายคลึงกันกับโรคที่เกิดจากเชื้อรา *P. palmivora* (Butler) แต่บริเวณส่วนของลำต้นจะไม่มีอาการเป็น

จุดแผลฉ่ำน้ำ แต่จะพบเป็นผองแบ่งสีเหลืองปนชมพูเจริญปกคลุมบริเวณลำต้น และกิ่ง ถ้าหากเกิดการระบาดหนักจะทำให้ใบเหลืองและร่วงหล่น เมื่อใช้มีดผ่าดูส่วนของกิ่งหรือลำต้นที่ติดเชื้อมีพบเนื้อเยื่อเป็นสีน้ำตาลไปถึงตออยู่ภายในท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ถ้าปล่อยทิ้งไว้ก็จะพบส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อเจริญขึ้นปกคลุมทั่วทั้งกิ่งและลำต้น (Drenth and Guest, 2004)

เนื่องจากเป็นโรคที่สร้างความเสียหายร้ายแรงเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนจึงตระหนักในการหาวิธีการแก้ปัญหาการแพร่ระบาดของโรคลำต้นเน่าของทุเรียน โดยเกษตรกรนิยมเลือกใช้สารเคมีได้แก่ เมทาแลกซิล และฟอสฟิไทล-อะลูมิเนียม มาฉีดพ่นและทารักษาแผล (Elansky et al., 2007; Deising et al., 2008; Zhu et al., 2008; Chi et al., 2020; Chacon et al., 2022) อย่างไรก็ตาม การใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานทำให้เชื้อราเกิดการดื้อยา การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา เป็นอีกวิธีการที่สามารถป้องกันกำจัดโรคพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีคุณสมบัติในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้หลากหลายชนิด เช่น การสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiotics) การแก่งแย่งแข่งขัน (competition) การเป็นปรสิต (mycoparasitism) และการชักนำให้เกิดความต้านทาน (induced resistance) (Intana et al., 2007; Vinale et al., 2008; Oszust et al., 2021) แนวทางการประยุกต์ใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในรูปแบบครีมสำหรับใช้ทาเพื่อรักษาแผลโรคลำต้นเน่าทุเรียนจะเป็นอีกแนวทางในการป้องกันกำจัดเชื้อราสาเหตุโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคได้หลายชนิดได้ (Thongkamngam et al., 2013; Thongbansai et al., 2016)

ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเชื้อราไตรโคเดอร์มาในรูปแบบครีมสำหรับทาผลรักษาโรคลำต้นเน่าของ

ทุเรียนในพื้นที่แปลงปลูกทุเรียนภาคตะวันออก ผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์เกษตรกรในการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อป้องกันกำจัดโรคลำต้นเน่าของทุเรียนทั่วประเทศอย่างปลอดภัยและยั่งยืน

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเก็บตัวอย่างโรคลำต้นเน่าทุเรียนและแยกเชื้อราไตรโคเดอร์มา

เก็บตัวอย่างเปลือกลำต้นทุเรียนที่แสดงอาการโรคลำต้นเน่า (Figure 1) จากตำบลเขาหัวพลอยหวาน อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี และ ตำบลบ่อพลอย อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด มาแยกเชื้อโดยวิธี tissue transplanting method นำตัวอย่างเปลือกลำต้นมาล้างทำความสะอาดบริเวณพื้นผิวเปลือกลำต้นทุเรียนด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 10 เปอร์เซ็นต์ และแอลกอฮอล์ 75 เปอร์เซ็นต์ ล้างผ่านน้ำนิ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ชับตัวอย่างเปลือกด้วยกระดาษทิชชู ทิ้งไว้ให้แห้งแล้วนำชิ้นตัวอย่างเลี้ยงลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ water agar (WA) เป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้นเชยเส้นใยที่เจริญออกมาจากชิ้นพืชย้ายลงอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) จนกระทั่งเชื้อเจริญบนอาหารเป็นเวลา 7 วัน จำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดประกอบ (compound microscope) และเก็บรักษาเพื่อรอใช้ในการทดลองต่อไป

เชื้อรา *Trichoderma* sp. แยกมาจากดินบริเวณแปลงที่ปลูกทุเรียนที่เก็บตัวอย่างพืชที่แสดงอาการของโรคลำต้นเน่าจำนวน 5 ตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างดินจะสุ่มจากพื้นที่แปลงจำนวน 3 จุด รวมเก็บทั้งหมด 20 ตัวอย่าง โดยนำดินตัวอย่างที่ได้มาทำการเจือจางด้วยวิธี Serial dilution method นำน้ำละลายเชื้อที่ได้มาเกลี่ย Pour plate method บนอาหารเลี้ยงเชื้อ *Trichoderma* selective medium (TSM) หลังจากนั้นเชยเชื้อที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน นำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และจัดจำแนกในระดับชีวโมเลกุล โดยคัดเลือก primer และหาอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่เหมาะสมโดยใช้ primer ในส่วนของ rDNA (ITS5 และ ITS4) คือ primer ITS5 (5-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3)-ITS4 (5-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3) (White *et al.*, 1990) โดยทำการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS ด้วยวิธี maximum likelihood (ML) ด้วยโปรแกรม MEGA 11.0 กำหนดค่า bootstrap analysis ให้มีค่าเท่ากับ 1000 พร้อมรายงานผลเป็น Phylogenetic tree



Figure 1 Stem rot disease of durian tree: Symptom of stem rot it begins to exhibit symptoms of yellowing and leaf fall, in comparison to healthy trees that do not show signs of the disease (a). Stem rot infiltrates and damages the bark of durian trees, extending its destruction to the inner woody tissue of the durian tree (b).

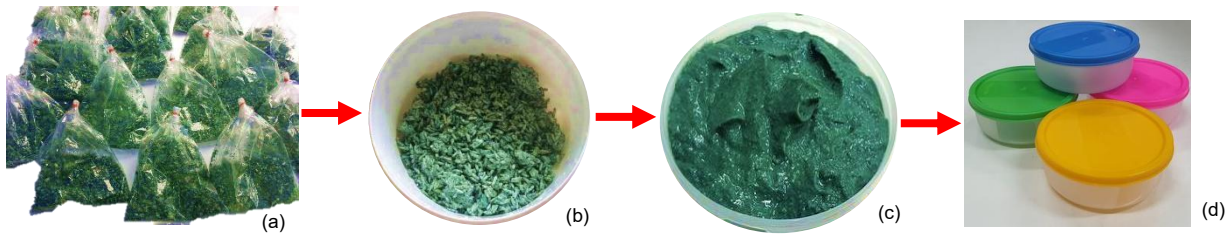


Figure 2 Preparing of *Trichoderma* cream: (a) Characteristics of bags of rice treated with *Trichoderma* fungi for 7 days; (b) Rice grains with *Trichoderma* growth covering the whole grain; (c) Characteristics of the cream texture finely green in color, blended and mixed to have a uniform texture with good smoothness and elasticity; (d) A transparent container with a tight-fitting lid used to store the cream.

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการยับยั้งการเจริญทางเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคลำต้นเน่าโดยวิธี dual-culture test

เลี้ยงเชื้อรา *Trichoderma asperellum* และเชื้อรา *Phytophthora palmivora* และ *Fusarium solani* สาเหตุโรคลำต้นเน่าในทุเรียน บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 7 วัน จากนั้นใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะบริเวณขอบของโคโลนีของเชื้อทั้งสอง ย้ายชิ้นส่วนของเชื้อราแต่ละชนิดจำนวน 1 ชิ้น วางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ในลักษณะตรงข้ามกัน ให้มีระยะห่าง 3 เซนติเมตร ตามวิธีการของ (Dennis and Webster, 1971) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (control) ให้เลี้ยงเชื้อทั้งสองแยกจากกันบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลการทดลอง ด้วยการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเชื้อราสาเหตุโรค นำค่าที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของโคโลนีของเชื้อราสาเหตุโรค (Growth inhibition; GI) และศึกษากลไกการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคลำต้นเน่าทั้งกลไกการแข่งขัน คือ การแย่งแยกราดูอาหาร (competition) และการสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiosis) สังเกตความผิดปกติของเส้นใยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จากสูตรของ (Dennis and Webster, 1971) ดังต่อไปนี้

$$\%GI = \frac{D1 - D2}{D1} \times 100$$

โดย D1 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อราสาเหตุโรคในจานอาหารชุดควบคุม (control)

D2 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อราสาเหตุโรคในจานอาหารเลี้ยงเชื้อร่วม (dual-culture test)

2.3 การเตรียมเชื้อราไตรโคเดอร์มาในรูปแบบครีม

เลี้ยงเชื้อราไตรโคเดอร์มาลงในข้าวสุก (ควรหุงข้าวให้แข็งร่วนเป็นเมล็ด ไม่ให้แฉะ เพราะถ้าแฉะจะทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย) หลังจากใส่เชื้อลงไปเขย่าให้เชื้อกระจายทั่วถุงข้าวนำไปบ่ม

ไว้ที่อุณหภูมิห้อง หรือจนกระทั่งเชื้อราเจริญเต็มทั่วทั้งถุง เป็นเวลา 7 วัน รอจนกว่าเชื้อไตรโคเดอร์มาจะเจริญเต็มถุงข้าว (เส้นใยขึ้นปกคลุมเมล็ดข้าวเป็นสีเขียว) (Figure 2a-b) นำข้าวที่ผ่านการเลี้ยงเชื้อปริมาณ 200 กรัม มาใส่เครื่องปั่นความเร็วสูง (vacuum blender) เติมน้ำนิ่งฆ่าเชื้อปริมาตร 1 ลิตร บั่นให้ละเอียด เป็นเวลา 5 นาที กรองกากข้าวออกโดยใช้ตะแกรงกรอง ขนาดรูตะแกรง 40 mesh เพื่อแยกเก็บเฉพาะส่วนที่เป็นส่วนของเหลว สำหรับกากข้าว บั่นให้ละเอียดอีกครั้งจนให้เหลือเศษน้อยที่สุด นำน้ำที่ผ่านการกรองได้มาผสมด้วยแป้งทัลคัม (Talcum powder : TALC) ปริมาตร 50 กรัม และเติมสารให้ความคงตัว หรือความหนืดเช่น เหนียว คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสหรือซีเอ็มซี (Carboxymethyl cellulose: CMC) 35 กรัม เพื่อให้เกิดความคงตัวหรือความหนืด และเติมสารลดแรงตึงผิว 3 มิลลิลิตรลงไป ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสมแป้ง (stand mixer) ตีให้ส่วนผสมรวมตัวเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน (จะมีลักษณะเหนียวหนืดและมีคุณสมบัติการยึดติดกับพื้นผิวดี ลักษณะเป็นเนื้อครีมละเอียดสีเขียว) (Figure 2c) จากนั้นเก็บใส่ในกระปุกสีใสเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสี (Figure 2d) พร้อมทั้งนำไปเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น (เพื่อยืดเวลาให้ครีมสามารถยืดอายุได้นานขึ้น) รอใช้ในการทดลองต่อไป

2.4 การทดสอบเชื้อราไตรโคเดอร์มาในรูปแบบครีมรักษาแผลโรคลำต้นเน่าของทุเรียน

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มาในรูปแบบครีมรักษาแผลโรคลำต้นเน่าของทุเรียน เริ่มจากคัดเลือกต้นทุเรียนที่มีอายุใกล้เคียงกันอายุของต้น 5 ปีขึ้นไป จำนวน 20 ต้น และต้องเป็นต้นทุเรียนที่มีการให้ผลผลิตแล้ว (เนื่องจากจะเป็นระยะที่ติดโรคลำต้นเน่ามากที่สุดจากการสำรวจ) คือ สวนน้ำทรัพย์ ตำบลเขาหัวพลอยแหว่น อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี โดยก่อนการทาครีมรักษาให้ทำการถากเปิดบาดแผลที่แสดงอาการลำต้นเน่าด้วยแท่งเหล็กรูปตัว L ที่ผ่านการฉีดฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ (ถ้าเฉพาะเปลือกภายนอกเท่านั้น ไม่ถากลึกถึงแก่นของเนื้อไม้ซึ่งจะทำให้แผลอาจเกิดการติดเชื้ออื่น ๆ ได้) (Figure 3 a-b) ให้มีขนาดพอประมาณตามความยาวของแผลที่เกิดขึ้นบนส่วนของลำต้น



Figure 3 Characteristics of durian trees showing symptoms of trunk rot and open wounds on the trunk. (a-b) Treating durian tree wounds by scraping and removing the rotten bark, being careful not to reach the inner wood core. (c-d) Treating durian wounds with wound-healing cream by applying it to cover the scraped area and allowing it to spread outward from the wound edges.

ทุเรียน เมื่อทำการเปิดบาดแผลแล้วใช้แปรงทาสีหรือไม้พายทาขมทาครีมให้ครอบคลุมพื้นที่บาดแผล เปรียบเทียบกับการใช้สารเคมี เมทาแลกซิล และฟอสฟิอิล-อะลูมิเนียม ซึ่งเกษตรกรนิยมใช้สำหรับรักษาอาการของโรคลำต้นเน่า เพื่อใช้เป็นตัวแทนเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ใช้ครีมไตรโคเดอร์มาทาต้น) โดยเน้นทาครีมหรือสารเคมีให้ห่างออกมาจากบาดแผลประมาณ 4-5 เซนติเมตร (เพื่อต้องการทราบขนาดของบาดแผลที่เปิดไว้ว่าลุกลามออกไปจากกรอบที่กำหนดไว้หรือไม่) (Figure 3 c-d) (อัตราการใช้ 50 กรัม/ต้น) ดำเนินการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง โดยมีระยะห่างกัน 7 วัน (เพื่อจะได้สังเกตการเปลี่ยนแปลงของบาดแผลที่เกิดขึ้นแต่ละช่วงเวลา) วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ทาด้วยน้ำเปล่า (กรรมวิธีควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 ทาด้วยไตรโคเดอร์มารูปแบบครีม (50 กรัม)

กรรมวิธีที่ 3 ทาด้วยสารเคมีเมทาแลกซิล (metalaxyl) 35% WP (50 กรัม)

กรรมวิธีที่ 4 ทาด้วยสารเคมีฟอสฟิอิล-อะลูมิเนียม (fosetyl-aluminium) 80% WP (50 กรัม)

บันทึกผลการทดลองโดยสังเกตลักษณะการเปลี่ยนแปลงของบาดแผล (แผลเน่า) หลังผ่านการทาในแต่ละครั้ง จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและการลดลงของอาการโรค ดัดแปลงวิธีการของ Nianwichai *et al.* (2022) หลังการทาด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ พร้อมทั้งถ่ายภาพ

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

3.1 ผลของการเก็บตัวอย่างโรคลำต้นเน่าและแยกเชื้อราไตรโคเดอร์มา

จากการเก็บตัวอย่างโรคลำต้นเน่าที่เข้าทำลายทุเรียนในพื้นที่แปลงเกษตรกร สามารถแยกเชื้อราสาเหตุโรคได้ 2 ชนิด คือ เชื้อรา *Phytophthora palmivora* และเชื้อรา *Fusarium solani* (Figure 4) โดยลักษณะเส้นใยของเชื้อรา *P. palmivora* มีสีขาวเจริญอยู่หน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ เป็นแฉกคล้ายรูปดอกไม้ เจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อใช้เวลา 1 วัน หลังจากนั้นเมื่อส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบส่วนขยายพันธุ์เหมือนดอกบัวตูม (Sporangia) และ Zoosporangia ที่มี zoospore ไหลออกมาเพื่อพร้อมแพร่ระบาดต่อไป (Figure 4a-b) สอดคล้องกับการรายงานของ Pongpisutta *et al.* (2020); Koochapitagtam (2016); Abad and Cruz (2013) ในส่วนของเชื้อรา *F. solani* เส้นใยมีสีเหลืองฟูเจริญอยู่หน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ เจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ 7 วัน หลังจากนั้นเมื่อส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบส่วนขยายพันธุ์เหมือนเส้นใยพระจันทร์ (Macroconidia) และ Microconidia สร้างอยู่ด้านปลายของก้านชูโคนินเดีย (Conidiophore) (Figure 4c-d) สอดคล้องกับการรายงานของ Chantarasiri and Boontanom (2021); Pongpisutta *et al.* (2020); Brasileiro *et al.* (2004); Booth, (1971)

เชื้อราไตรโคเดอร์มาหลังจากแยกด้วยอาหาร TSM พบเชื้อราไตรโคเดอร์มา *Trichoderma asperellum* (THR3) ลักษณะโคโลนีบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เจริญเป็นรูปวงกลมซ้อนกัน จำนวน 4 วงโคโลนีสีเขียวเข้ม ตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อรา โคนินเดีย (conidia) และก้านชูโคนินเดีย (conidiophore) (Figure 5a-b) เมื่อตรวจสอบระดับชีวโมเลกุลโดยใช้ primer ในส่วนของ rDNA (ITS5 และ ITS4) คือ primer ITS5 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3)-ITS4 (5'-TCCTCCGC TTATTGATATGC-3) ทำการวิเคราะห์ ITS เปรียบเทียบกับเชื้อ *Trichoderma* spp. สายพันธุ์อื่น ๆ สามารถจัดจำแนกได้ว่าเป็นเชื้อรา *T. asperellum* (THR3) 100 เปอร์เซ็นต์ (Figure 6)

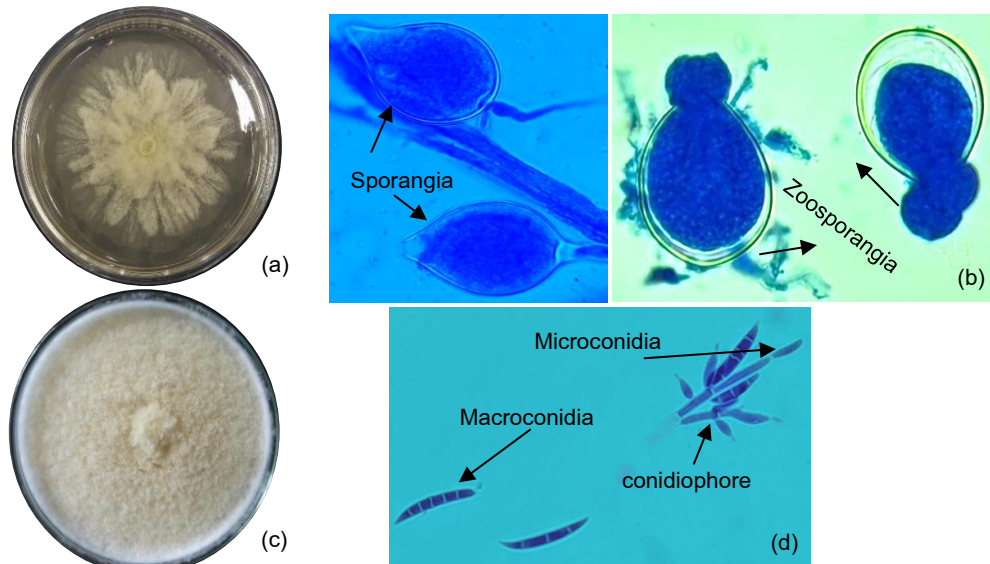


Figure 4 Morphological characteristics of the pathogens of stem rot disease in durian: (a) *Phytophthora palmivora* on PDA at 7 days; (b) Reproduction of sporangia and zoosporangia; (c) *Fusarium solani* on PDA at 7 days; (d) Macroconidia and microconidia.

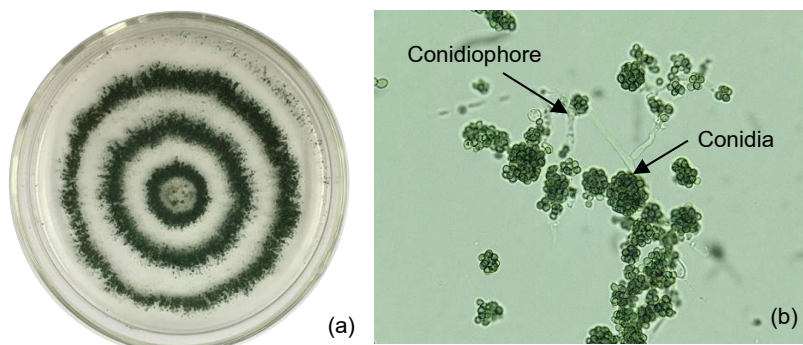


Figure 5 Morphological characteristics of *Trichoderma asperellum* (THR3) : a) Colony on potato dextrose agar (PDA) at 7 days; (b) Conidia and phialides.

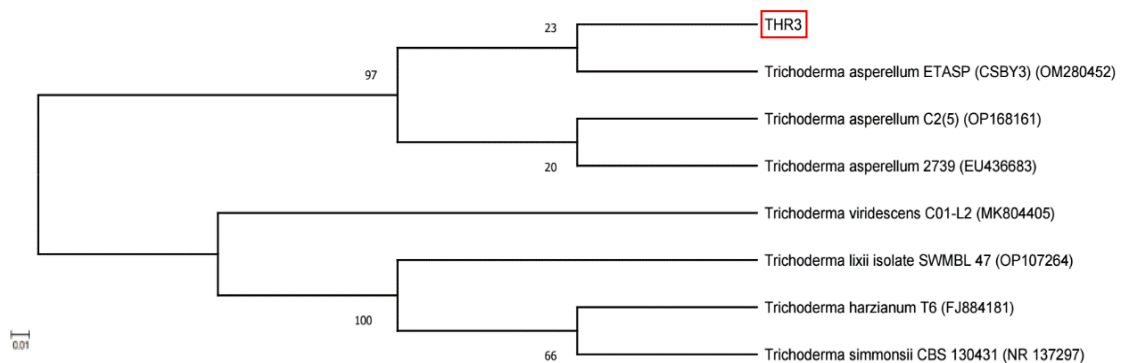


Figure 6 Classification of *Trichoderma asperellum* (THR3): phylogenetic tree obtained from the analysis of the nucleotide sequence in the ITS by maximum likelihood (ML) on MEGA 11.0, with bootstrap analysis configured to a value of 1000.

3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma asperellum* ในการยับยั้งการเจริญทางเส้นใยของเชื้อรา *Phytophthora palmivora* และ เชื้อรา *Fusarium solani* สาเหตุโรค ลำต้นเน่าในทุเรียน โดยวิธี *Dual-culture test*.

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *T. asperellum* ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *P. palmivora* และ เชื้อรา *F. solani* สาเหตุโรคลำต้นเน่าในทุเรียน โดยวิธี *dual-culture test* พบว่าเชื้อรา *T. asperellum* สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรค 2 ชนิดได้ดีตั้งแต่ช่วงแรกของการทดลอง (3 วันหลังการปลูกเชื้อ) โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 46.5 และ 67.7 เปอร์เซ็นต์ (Table 1 and Figure 7) หลังจากสิ้นสุดการทดลอง 7 วัน พบว่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเพิ่มขึ้นเป็น 79.8 และ

88.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เชื้อรา *T. asperellum* สามารถสร้างสารปฏิชีวนะและมีกลไกการแข่งขันสูงจึงสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุและเจริญได้รวดเร็วกว่าเชื้อราสาเหตุโรคพืช สอดคล้องกับการทดลองของ Intana *et al.* (2007) ที่ทดสอบ *T. harzianum* สายพันธุ์ดั้งเดิม 2 สายพันธุ์ กับเชื้อรา *P. palmivora* พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้สูงมากที่สุด 82.20 และ 80.50 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นยังมีการทดสอบของ Prommate *et al.* (2019) ได้ทดสอบเชื้อ *Chaetomium* spp. สามารถยับยั้งได้ 50 เปอร์เซ็นต์ และจากการรายงานของ Thongkamngam *et al.* (2013) ได้ทดสอบเชื้อรา *Trichoderma* sp. ในการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญทางเส้นใยของเชื้อราได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์

Table 1 Assessment of the antagonistic effect of *Trichoderma asperellum* on the colony growth of *Phytophthora palmivora* and *Fusarium solani* causal agents of stem rot in durian, using a dual-culture antagonistic test.

Pathogens	<i>Trichoderma asperellum</i>					
	Growth inhibition over control (%) ^{1/}			Antagonistic mechanism ^{2/}		
	3 DAI ^{3/}	5 DAI	7 DAI	3 DAI	5 DAI	7 DAI
<i>Phytophthora palmivora</i>	46.5AB ^{4/}	65.4AB	79.8AB	A	C	C
<i>Fusarium solani</i>	67.7A	75.4A	88.7A	A	A	A
C.V. (%)	7.8	6.5	4.6	-	-	-
F-value	*	*	*	-	-	-

^{1/} %Growth inhibition over control = ((D1 – D2) / D1) x 100 (D1-diameter of pathogen growth in control; D2-diameter of pathogen growth in treatment)

^{2/} Antagonistic mechanism : A = Antibiosis, and C = Competition

^{3/} DAI = Day after inoculation

^{4/} Average followed by the same uppercase English letters in each column are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

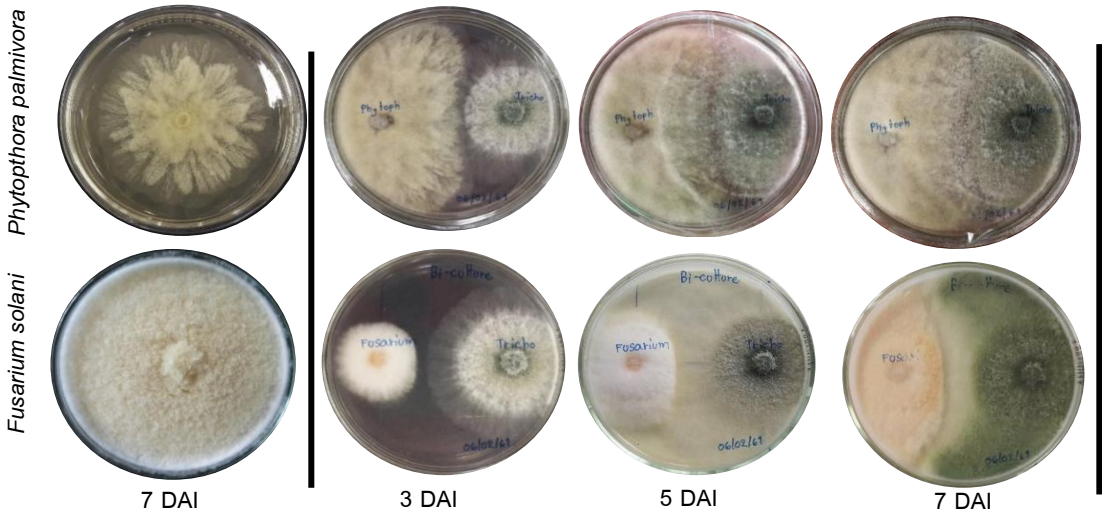


Figure 7 Dual-culture antagonistic test of *Trichoderma asperellum* against *Phytophthora palmivora* and *Fusarium solani* at 3, 5, and 7 days after inoculation (DAI).

3.3 การทดสอบเชื้อราไตรโคเดอร์มาในรูปแบบครีมเพื่อรักษาแผลโรคลำต้นเน่าของทุเรียน

จากการทดสอบการทาแผลต้นทุเรียนที่เกิดโรคลำต้นเน่าโดยใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในรูปแบบครีม สารเคมีเมทาแลกซิลและฟอสฟิไทล-อะลูมิเนียม เพื่อรักษาโรคลำต้นเน่าของทุเรียน พบว่าวันที่ 15 หลังจากทาแผลในกรรมวิธีที่ทาด้วยครีมไตรโคเดอร์มา พบเส้นใยและสปอร์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มาเจริญขึ้นรอบ ๆ บาดแผล (Figure 8a-b) นอกจากนั้นยังพบส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อรา *Fusarium solani* เจริญออกมาจากเนื้อไม้ ลักษณะเป็นผงสีเหลืองปนสีชมพู ขณะเดียวกันยังพบเชื้อราไตรโคเดอร์มาเจริญขึ้นมาซ้อนทับอยู่บริเวณพื้นที่บาดแผล (Figure 8c) หลังจากระยะเวลาผ่านไป (30 วันหลังทาแผล) พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคลำต้นเน่าของทุเรียนในทุกกรรมวิธีมีความใกล้เคียงกัน อยู่ระหว่าง 74-88 เปอร์เซ็นต์ โดยในกรรมวิธีที่ใช้สารเคมีทั้ง 2 ชนิด (เมทาแลกซิลและฟอสฟิไทล-อะลูมิเนียม) แผลเริ่มแห้ง แต่แผลก็ยังฉ่ำน้ำและขยายขนาดได้อยู่ ส่วนกรรมวิธีควบคุม (ทาด้วยน้ำเปล่ามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์) แผลมีลักษณะฉ่ำน้ำ มีสีดำปนน้ำตาล กลิ่นเหม็นคาว มีการลุกลามและขยายขนาดของแผลเพิ่มขึ้น (Figure 9 and Figure 11)

หลังจากระยะเวลาผ่านไป 60 วันหลังการทาแผล พบว่ากรรมวิธีที่ทาแผลด้วยครีมไตรโคเดอร์มามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเพียง 47 เปอร์เซ็นต์ โดยลักษณะแผลมีอาการแห้งหยุดการเจริญลุกลาม ไม่พบอาการฉ่ำน้ำ ในขณะที่กรรมวิธีที่ทาด้วยสารเคมีเมทาแลกซิล และฟอสฟิไทล-อะลูมิเนียม พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเพิ่มขึ้น เท่ากับ 89 และ 92 เปอร์เซ็นต์ และยังมีการลุกลามของโรคเพิ่มขึ้น แผลเริ่มมีรอยฉ่ำน้ำ และขยายขนาดขึ้นไปบนส่วนของลำต้น (Figure 11) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (90 วันหลังทาแผล)

พบว่าผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับวันที่ 60 กล่าวคือกรรมวิธีที่ทาด้วยครีมไตรโคเดอร์มา พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเพียง 25 เปอร์เซ็นต์และเมื่อสังเกตถึงลักษณะแผลมีลักษณะแห้งสนิทไม่มีการลุกลามของโรคลำต้นเน่า (Figure 11) ส่วนในกรรมวิธีที่ทาด้วยสารเคมีเมทาแลกซิล และฟอสฟิไทล-อะลูมิเนียม แผลขยายลุกลาม แสดงอาการเน่าเพิ่มขึ้นและฉ่ำน้ำ พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเพิ่มขึ้นเป็น 94 และ 96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.05$) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้สารเคมีทั้ง 2 ชนิดทาแผลไม่สามารถควบคุมโรคลำต้นเน่าในทุเรียนได้ (Figure 9)

เมื่อพิจารณาการลดลงของโรคลำต้นเน่าของทุเรียนหลังจากทาครีมไตรโคเดอร์มาในรูปแบบครีม สารเคมีเมทาแลกซิลและฟอสฟิไทล-อะลูมิเนียม รักษาโรคลำต้นเน่าของทุเรียน ในการควบคุมโรคลำต้นเน่าที่ระยะเวลา 30, 60 และ 90 วัน ตามลำดับ พบว่ากรรมวิธีที่ทาครีมไตรโคเดอร์มา มีแนวโน้มที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคลำต้นเน่าได้ดีที่สุดโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 26 – 75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในกรรมวิธีที่ทาด้วยสารเคมีเมทาแลกซิล การเกิดโรคลดลง 4-22 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟิไทล-อะลูมิเนียม การเกิดโรคลดลง 6-25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษารังนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้สารเคมีทาแผล สามารถลดการเกิดโรคได้ในระยะแรก แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปการใช้สารเคมีไม่สามารถลดอาการเกิดโรคลำต้นเน่าของต้นทุเรียนได้ (Figure 10) สอดคล้องกับงานทดลองของ Kongtragoul *et al.* (2021) รายงานว่าการใช้สารเคมีเมทาแลกซิลที่ทำให้เชื้อโรครากเน่าในทุเรียนเกิดการดื้อต่อสารเคมี นอกจากนั้นยังมีงานวิจัยในต่างประเทศที่รายงานในทิศทางเดียวกัน (Vawdrey *et al.*, 2005; Chi *et al.*, 2020; Plasai *et al.*, 2021)



Figure 8 Effects of *Trichoderma* cream after treat stem rot over a period of 15 days: (a–b) *Trichoderma* growth of mycelium and conidia on the wound; (c) Extension of *Fusarium solani* pushing through the wood as a yellow-pink powder, with *Trichoderma asperellum* growing over the wound area.

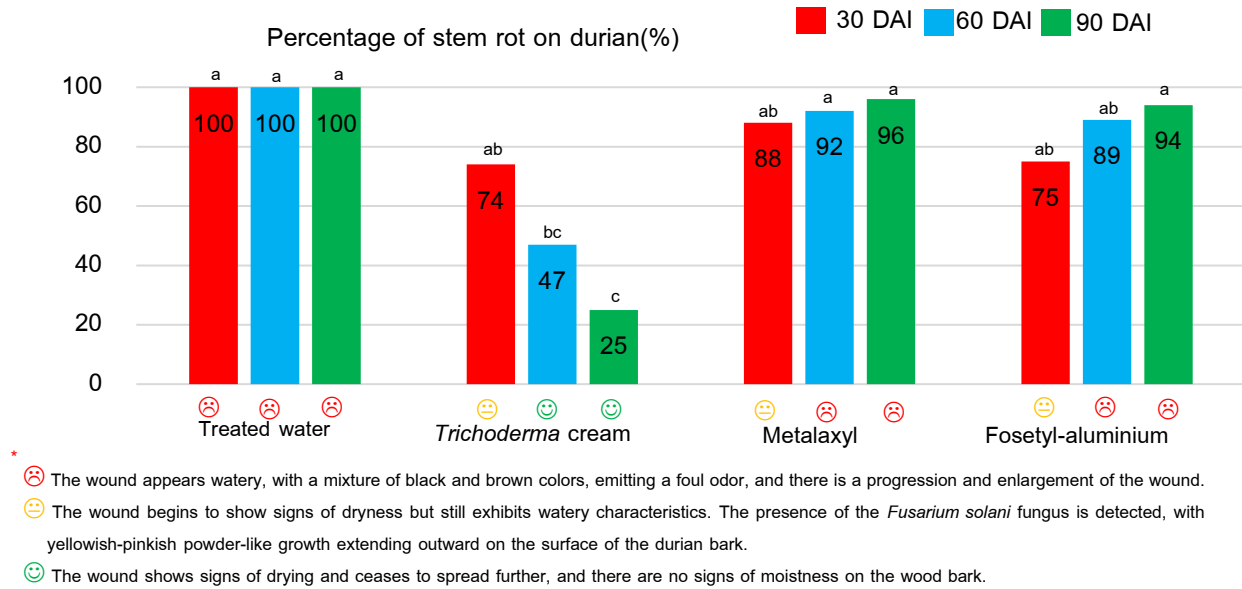


Figure 9 Percentage of stem rot on durian after applying *Trichoderma* cream, metalaxyl and fosetyl-aluminium treated durian stem rot disease at 30, 60 and 90 days after inoculation (DAI).

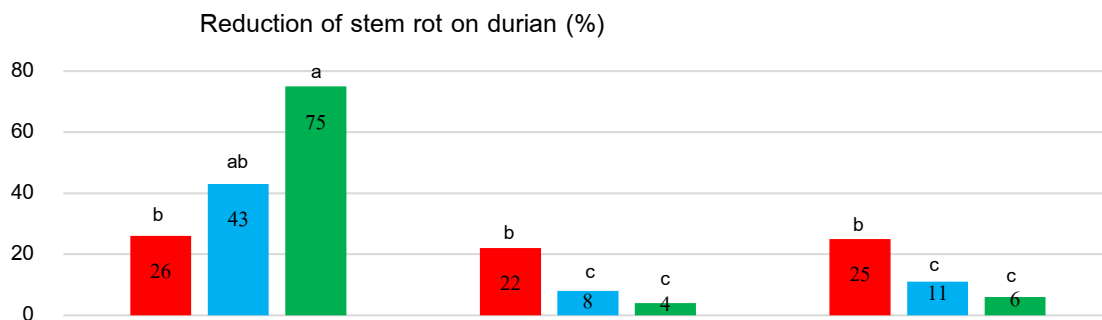


Figure 10 Percentage of reduction of stem rot on durian after applying *Trichoderma* cream, metalaxyl and fosetyl-aluminium treated durian stem rot disease at 30, 60 and 90 days after inoculation (DAI).

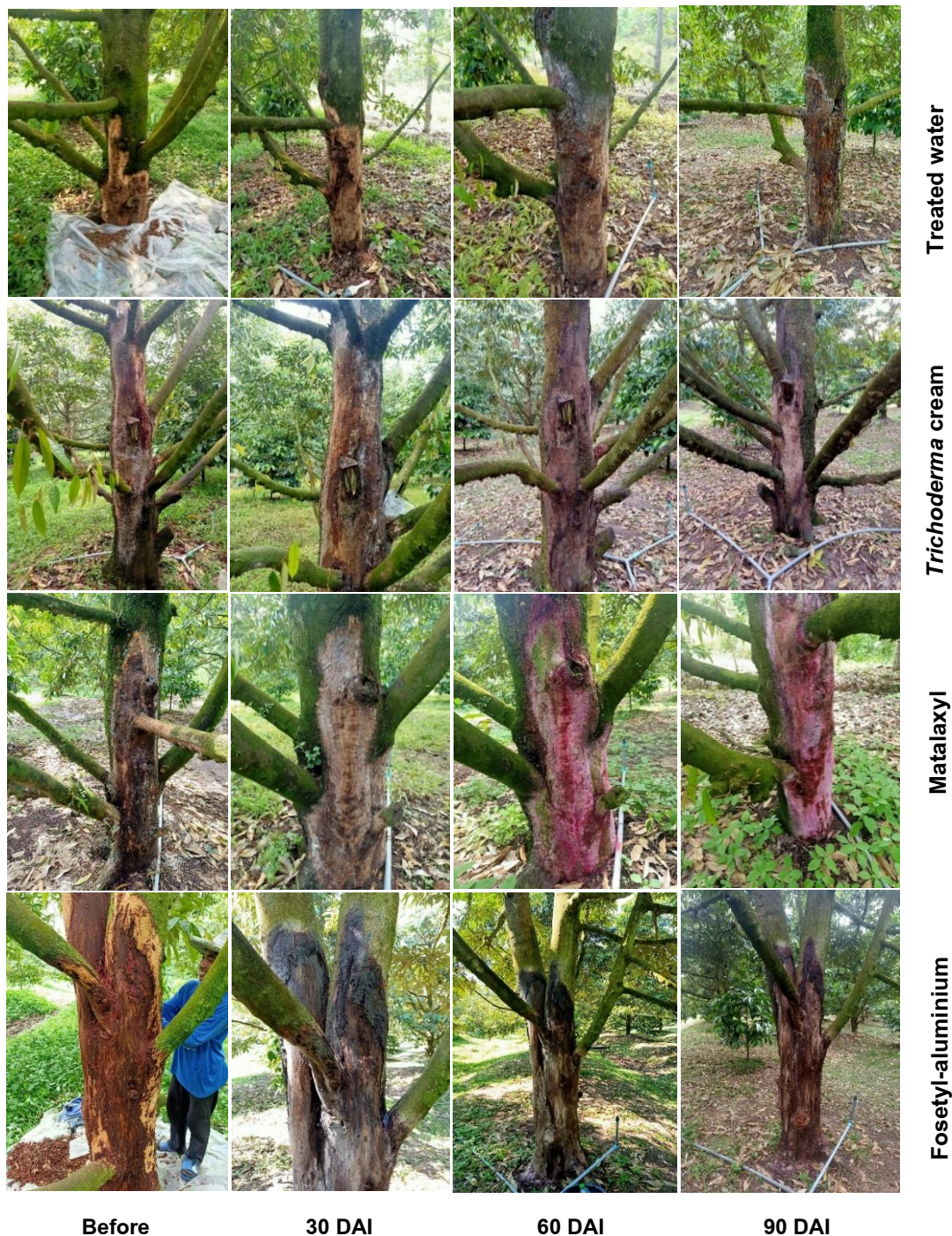


Figure 11 Appearance of durian trees after applying *Trichoderma* cream, metalaxyl and fosetyl-aluminium trees durian stem rot disease at 30, 60 and 90 days after inoculation (DAI).

4. สรุป

จากการเก็บตัวอย่างโรคลำต้นเน่าของทุเรียน มาแยกเชื้อราและจัดจำแนกทางลักษณะสัณฐานวิทยาของสาเหตุโรคพร้อมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่าเชื้อรา *P. palmivora* และ *F. solani* ส่วนเชื้อราไตรโคเดอร์มาจัดจำแนกโดยชีวโมเลกุล ได้เป็นเชื้อรา *T. asperellum* ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นเมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคต่อในห้องปฏิบัติการโดยวิธี dual-culture test พบว่าเชื้อรา *T. asperellum* สามารถ

ยับยั้งการเจริญทางเส้นใยของเชื้อราทั้ง 2 ชนิด (*P. palmivora* และ *F. solani*) เท่ากับ 79.8 และ 88.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคลำต้นเน่าของทุเรียนหลังจากทาครีมไตรโคเดอร์มา สารเคมีเมทาแลกซิล และฟอสอีทิล-อะลูมิเนียม รักษาโรคลำต้นเน่าของทุเรียน พบว่ากรรมวิธีที่ทำด้วยครีมไตรโคเดอร์มา พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเพียง 25 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อสังเกตถึงลักษณะแผลมีลักษณะแห้งสนิทไม่มีการลุกลามของโรคลำต้นเน่า ส่วนในกรรมวิธีที่ทำด้วยสารเคมีเมทาแลกซิล

และฟอสฟอรีล-อลูมิเนียม แผลลุกลามไม่แห้ง มีการเน่าเพิ่มขึ้นและ น้ำน้ำ โดยพบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงถึง 94 และ 96 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น การพัฒนาการใช้ไตรโคเดอร์มาในรูปแบบครีมสำหรับทาแผล เพื่อรักษาโรคลำต้นเน่าทุเรียน จะเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยลดปัญหาการแพร่ระบาดของโรคลำต้นเน่าของทุเรียน อย่างไรก็ตาม การใช้สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดโรคลำต้นเน่าทุเรียนในอนาคต จำเป็นต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีในกลุ่มอื่น ๆ เพื่อทดแทนสารเคมีกลุ่มเดิมที่เกษตรกรนิยมใช้ เนื่องจากผลการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพต่ำไม่สามารถควบคุมโรคได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของสวนน้ำทรัพย์ ตำบลเขาวัว พลายแหวน อำเภอกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ และห้องปฏิบัติการกีฏวิทยาและโรคพืชวิทยา ของสาขาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตกาฬสินธุ์ ที่สนับสนุนสถานที่ทำงานวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- Abad, R.G. and Cruz, K.J.T. 2013. Incidence of *Phytophthora* fruit rot on four durian cultivars in Davao city, Philippines. **Acta Horticulture** 1006: 35-39.
- Anupama, C., Binu, C., Nair, T., Suma, B. and Balasudaran, M. 2009. RAPD characterization of *Corticium salmonicolor* causing pink disease of trees. **Indian Journal of Forestry** 32(4): 591-594.
- Booth, C. 1971. **The Genus Fusarium**. The Eastern Press Limited, London.
- Brasileiro, B.T.R.V., Coimbra, M.R.M., Morais, J.M.A. and Oliveira, N.T. 2004. Genetic variability within *Fusarium solani* species as revealed by PCR-fingerprinting based on PCR markers. **Brazilian Journal of Microbiology** 35(3): 205-210.
- Chacon, M.G., Caicedo, E. and Ordonez, M.E. 2022. Sensitivity to metalaxyl, mefenoxam, and cymoxanil in *Phytophthora andina* isolates collected from tree tomato (*Solanum betaceum*) in Ecuador. **Tropical Plant Pathology** 47: 786-794.
- Chantarasiri, A. and Boontanom, P. 2021. *Fusarium solani* and *Lasiodiplodia pseudotheobromae*, fungal pathogens causing stem rot disease on durian trees (*Durio zibethinus*) in Eastern Thailand. **New Disease Reports** 44(1): e12026.
- Chataisiri, K., Pongpisutta, R., Rattanakreetakul, D. and Bincader, S. 2018. *Pythium* sp. causing rot of durian and efficacy of chemical fungicides to control. **Agriculture Science Journal** 49(Suppl.): 171-174. (in Thai)
- Chi, N.M., Thu, P.Q., Nam, H.B., Quang, D.Q., Phong, L.V., Van, N.D., Trang, T.T., Kien, T.T., Tam, T.T.T. and Dell, B. 2020. Management of *Phytophthora palmivora* disease in *Citrus reticulata* with chemical fungicides. **Journal of General Plant Pathology** 86(6): 494-502.
- Deising, H.B., Reimann, S. and Pascholati, S.F. 2008. Mechanisms and significance of fungicide resistance. **Brazilian Journal of Microbiology** 39(2): 286-295.
- Dennis, C. and Webster, J. 1971. Antagonist properties of species group of *Trichoderma*; Production of volatile antibiotics. **Transactions British Mycological Society** 57(1): 25-39.
- Drenth, A. and Guest, D. 2004. **Diversity and management of Phytophthora in Southeast Asia**. Australian Centre for International Agricultural Research. Australian.
- Elansky, S., Apryshko, V.P., Milyutina, D.I. and Kozlovsky, B.E. 2007. Resistance of Russian strains of *Phytophthora infestans* to fungicides metalaxyl and dimethomorph. **Moscow University Biological Sciences Bulletin** 62(1): 11-14.
- Intana, W., Issarakraisila, M., Sattasakulchai, S., Yenjit, P. and Suwanno, T. 2007. Efficacy of *Trichoderma harzianum* mutant strains on mycelial growth inhibition and *Phytophthora palmivora* population reduction in durian orchard. **Kamphaengsaen Academic Journal** 5(3): 1-9. (in Thai)
- Kongtragoul, P., Ishikawa, K. and Ishii, H. 2021. Metalaxyl resistance of *Phytophthora palmivora* causing durian diseases in Thailand. **Horticulturae** 7(10): 375.
- Koohapitagtam, M. 2016. **Research Reports on characterization of morphology and pathogenicity of Phytophthora palmivora a causal agent of root rot and stem rot of durian in Thailand**. Burapha University. (in Thai)
- Kwangtid, P. and Sangchote, S. 2002. Management of fruit of durian (*Durio zibethinus* Murr.) caused by

- Phytophthora palmivora* (Butler) Butler. **Agriculture Science Journal** 33(6): 45-48. (in Thai)
- Nianwichai, P., Tongsri, V., Taraput, N., Srisopha, W., Sichai, K., Bussbong, N., Songkumarn, P. and Koohapitagtam, M. 2022. Macozeb resistance of *Phytophthora palmivora*, a causal agent of stem rot and leaf blight of durian in eastern Thailand. **King Mongkut's Agriculture Journal** 40(3): 225-235. (in Thai)
- Oszust, K., Pylak, M. and Frac, M. 2021. *Trichoderma*-based biopreparation with prebiotics supplementation for the naturalization of raspberry plant rhizosphere. **International Journal of Molecular Sciences** 22(12): 6356.
- Piasai, R., Chalmers, P., Piasai, O. and Khewkhom, N. 2021. Postharvest fungicide dips to control fruit rot of 'Monthong' durian (*Durio zibethinus*). **European Journal of Plant Pathology** 160: 325-336.
- Pongpisutta, R., Ratanakreetakul, C., Bincader, S., Chatchaisiri, K. and Boonruangrod, P. 2020. Detection of fungal pathogen causing durian dieback disease. **Khon Kaen Agriculture Journal** 48(4): 703-714. (in Thai)
- Prommate, A., Valyasevi, S., Arunothayanan, H., Megovern, R.J., Cheewankoon, R. and To-anun, C. 2019. Antagonistic activities of *Chaetomium* spp. on *Phytophthora palmivora* (P-05) from durian root and stem rot. **Khon Kaen Agriculture Journal** 47(6): 1251-1264. (in Thai)
- Thongbansai, P., Thongkamngam, T. and Jaenaksorn, T. 2016. Study on antagonistic activity of *Trichoderma* sp. for controlling *Curvularia lunata* the causal agent of dirty panicle in rice (*Oryza sativa* L.). **Agriculture Science Journal** 47(3): 59-62. (in Thai)
- Thongkamngam T. and Anutrakunchai, S. 2019. Survey and collection the fungal pathogen of durian in Chanthaburi province. pp.117-122. In **Proceedings of 3rd International Symposium on Agricultural Technology and 17th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology**. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok.
- Thongkamngam, T., Koohakan, P. and Jaenaksorn, T. 2013. In vitro assessment of antagonistic efficacy of *Trichoderma* isolates against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* incitant of wilt on hydroponically grown lettuce. **King Mongkut's Agriculture Journal** 31(3): 57-67. (in Thai)
- Vawdrey, L.L., Langdon, P. and Martin, T. 2005. Incidence and pathogenicity of *Phytophthora palmivora* and *Pythium vexans* associated with durian decline in far northern Queensland. **Australasian Plant Pathology** 34(1): 127-128.
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E.L., Marra, R., Woo, S.L. and Lorito, M. 2008. *Trichoderma* plant pathogen interactions. **Soil Biology and Biochemistry** 40(1): 1-10.
- White, T.J., Bruns, T.D., Lee, S.B. and Taylor, J.W. 1990. **Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics: PCR Protocols a Guide to Methods and Applications**. Academic Press, New York.
- Zhu, G., Huang, F., Feng, L., Qin, B., Yang, Y., Hen, Y. and Lu, X. 2008. Sensitivities of *Phytophthora infestans* to metalaxyl, cymoxanil, and dimethomorph. **Agricultural Sciences in China** 7(7): 831-840.