

การใช้ประโยชน์จากสารสกัดใบเสม็ดขาวในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคในทุเรียน

THE UTILIZATION OF EXTRACT FROM CAJUPUT (*MELALEUCA
CAJUPUTI* POWELL) LEAF TO INHIBIT THE GROWTH OF PATHOGENIC
FUNGI IN DURIAN



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2568

KMITL-2025-AG-M-065-449

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE UTILIZATION OF EXTRACT FROM CAJUPUT (*MELALEUCA
CAJUPUTI* POWELL) LEAF TO INHIBIT THE GROWTH OF PATHOGENIC
FUNGI IN DURIAN



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURE
SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2025

KMITL-2025-AG-M-065-449

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2025

SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้ประโยชน์จากสารสกัดใบเสม็ดขาวในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคในทุเรียน
ชื่อนักศึกษา	สราลี สุวรรณดี
รหัสประจำตัว	62604053
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์
พ.ศ.	2568
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.พรหมมาศ คุณากาญจน์

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสกัดหยาบเอทานอลและน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวในการควบคุมเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคทุเรียน ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว จากการแยกเชื้อราจากอาการ รากเน่า โคนเน่า กิ่งแห้ง และผลเน่าในทุเรียน พบเชื้อ *Phytophthora palmivora*, *Fusarium* sp., *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia* sp. และ *Rhizoctonia* sp. การทดสอบความสามารถในการก่อโรคก่อนการเก็บเกี่ยว พบว่า *P. palmivora* เป็นสาเหตุของโรคเน่าลำต้นเน่าของทุเรียน ขณะที่ *Fusarium* sp. เป็นสาเหตุโรคกิ่งแห้ง, *Rhizoctonia* sp. เป็นสาเหตุโรคใบติด อีกทั้งยังพบว่าเชื้อ *C. gloeosporioides* และ *Lasiodiplodia* sp. เป็นสาเหตุของโรคผลเน่าของทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยว การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการยับยั้งการเจริญทางเส้นใยของเชื้อสาเหตุที่ความเข้มข้น 500 1,000 5,000 10,000 15,000 และ 20,000 ppm พบว่าสารสกัดหยาบสามารถยับยั้งการเจริญทางเส้นใยได้อย่างสมบูรณ์ โดยความเข้มข้นสูงสุดที่ 20,000 ppm สารสกัดหยาบเสม็ดขาวสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้สมบูรณ์ กับเชื้อสาเหตุจำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่เชื้อ *C. gloeosporioides* KM-dc, *Fusarium* sp. KM-DFg และ *Phytophthora* sp. KM-Dpt02, KM-Dpt4, KM-Dpt5, ku-Dptkkk นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้งการสร้าง sporangium ของเชื้อ *Phytophthora* sp. ได้อย่างสมบูรณ์ที่ความเข้มข้น 1,000-5,000 ppm โดยสารสกัดหยาบเสม็ดขาวมีผลในการยับยั้งเชื้อสาเหตุได้เฉพาะอย่างยิ่งกับกลุ่มของ Oomycetes ได้แก่เชื้อ *P. palmivora* ได้ดี จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้น 100 500 1,000 5,000 และ 10,000 ppm พบว่าที่ความเข้มข้น 5,000 และ 10,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญทางเส้นใยของเชื้อ *P. palmivora* ได้มากถึง 5 ไอโซเลท คือ KM-Dpt02, KM-Dpt4, ku-Dptckkl, ku-Dpttkl, ku-rwl ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนเชื้อสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยว พบว่าสามารถยับยั้งเชื้อ *C. gloeosporioides* ku-dc และ *Lasiodiplodia* sp. KM-dlt ได้อย่างสมบูรณ์ เช่นกัน

การหาค่าความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดข้าวทั้ง 2 ชนิด ผลการทดสอบการยับยั้งการเจริญทางเส้นใยของเชื้อสาเหตุ และการสร้างส่วนขยายพันธุ์ได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (EC_{50}) พบว่าสารสกัดยับยั้งเมล็ดข้าวมีค่า EC_{50} ในช่วงความเข้มข้นตั้งแต่ 400-1,000 ppm โดยตอบสนองได้ดีเฉพาะกับเชื้อในกลุ่ม Oomycete เท่านั้น คือ *P. palmivora* จำนวน 5 ไอโซเลท (KM-Dpt5, ku-Dptckkl, ku-rwl, ku-Dptckkl, KM-Dpt02) ส่วนน้ำมันหอมระเหยเมล็ดข้าวออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโดยมีค่า EC_{50} ในการยับยั้งการเติบโตทางเส้นใย และการสร้างส่วนขยายพันธุ์ได้อยู่ในช่วงความเข้มข้นตั้งแต่ 300-1,000 ppm โดยพบว่ามีเชื้อที่ตอบสนองในความเข้มข้นต่ำ 4 สกุล จำนวน 7 ไอโซเลท ได้แก่เชื้อ *P. palmivora* จำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ ku-rwl, KM-Dpt4, ku-Dpttkl, ku-Dptckkl และ KM-Dpt02, *C.gloeosporioides* ku-dc และ *Fusarium* sp. ku-bf

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดยับยั้งเมล็ดข้าวที่ใช้ 75% ethanol เป็นตัวทำละลาย โดยใช้เทคนิค GC-MS พบสารประกอบ 36 ชนิด โดยสารประกอบเด่นชัดที่สุดคือ isocaryophyllene มากที่สุด 4.56% อยู่ในกลุ่ม terpenes รวม 8.02% และยังพบ α -humulene 2.05% สำหรับน้ำมันหอมระเหยเมล็ดข้าวที่กลั่นด้วยไอน้ำ พบสารทั้งหมด 39 ชนิด โดยพบกลุ่ม monoterpenes มากที่สุดเป็นองค์ประกอบหลัก 50.63% รองลงมาคือ terpenes 30.73%

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดยับยั้งเมล็ดข้าวในการควบคุมสาเหตุโรคลำต้นเน่าในสภาพโรงเรือน พบว่ากรรมวิธีที่ใช้ผลิตภัณฑ์ครีมจากสารสกัดยับยั้งความเข้มข้น 20,000 ppm โดยทาทุก ๆ 7 วัน และกรรมวิธีที่ทาทุก ๆ 14 วัน สามารถลดเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงโรค และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคได้อย่างสมบูรณ์ โดยไม่ทำให้เกิดอาการผิดปกติ ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าผลิตภัณฑ์ในรูปแบบพ่น พ่นทุก ๆ 3 และ 7 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมมีขนาดแผล 6.5 cm และเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงโรคที่ 75% ในส่วนการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยเมล็ดข้าว ในการควบคุมสาเหตุโรคลำต้นเน่า พบว่าการใช้ในรูปแบบครีมทาที่ความเข้มข้น 2,000 ppm ให้ผลดีที่สุดในกรรมวิธีที่ทาทุก ๆ 7 วัน และทาทุก ๆ 14 วัน สามารถลดอาการของโรคได้ภายในสองสัปดาห์ มีขนาดแผลเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 1.4 และ 1.3 cm ตามลำดับ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดยับยั้งเมล็ดข้าว และน้ำมันหอมระเหยเมล็ดข้าวต่อการยับยั้งการเกิดโรคผลเน่าที่เกิดจากเชื้อ *P. palmivora* พบว่าการเคลือบผลทุเรียนด้วยสารละลายสารสกัดยับยั้งเมล็ดข้าวที่ความเข้มข้น 1,200 ppm และการจุ่มสารละลายน้ำมันหอมระเหยเมล็ดข้าวความเข้มข้น 1,000 ppm มีประสิทธิภาพในการลดความรุนแรงของโรคสูงสุด โดยมีขนาดแผล คือ 3.18 และ 3.23 cm ตามลำดับ ในส่วนการเกิดโรคผลเน่าที่มีสาเหตุจากเชื้อ *C. gloeosporioides* พบว่าการจุ่มสาร

สกัดหยาบเสม็ดขาวความเข้มข้น 2,800 ppm แสดงผลที่ดีที่สุด โดยมีขนาดแผลเล็กที่สุดคือ 3.16 cm และมีค่าความรุนแรงของโรคต่ำคือ 25%

การประยุกต์ใช้สารสกัดเสม็ดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวร่วมกับไคโตซาน ในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว และรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียน ในการทดลองพบว่าผลทุเรียนที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1% ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,000 ppm มีขนาดรอยโรคที่เล็กที่สุดอยู่ที่ 6.08 cm ซึ่งในส่วนของประสิทธิภาพของคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียน อาจช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของผลทุเรียนได้ ในช่วงแรกของการเก็บรักษาเท่านั้น ผลจากการเคลือบพบว่ากรรมวิธีที่ใช้สารสกัดทั้งสองสูตรไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความเป็นกรดที่ไทเทรตได้ (TA) ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของทุเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับความหวาน หรือความเป็นกรด ไม่ได้รับผลกระทบจากการเติมสารสกัดเสม็ดขาวร่วมกับสูตรเคลือบผิวของผลทุเรียน



Thesis Title	The utilization of extract from cajuput (<i>Melaleuca cajuputi</i> powell) leaf to inhibit the growth of pathogenic fungi in durian
Student Name	Miss Saralee suwande
Student ID	62604053
Degree	Master of Science
Program	Agriculture
Year	2025
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Prommart koohakan

Abstract

This study aimed to evaluate the efficacy of crude extract and essential oil derived from *Melaleuca cajuputi* in controlling fungal pathogens responsible for durian diseases, both pre- and postharvest. Pathogens were isolated from durian plants exhibiting symptoms of root rot, stem rot, branch dieback, and fruit rot. The identified fungi included *Phytophthora palmivora*, *Fusarium* sp., *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia* sp., and *Rhizoctonia* sp. Pathogenicity tests demonstrated that *P. palmivora* was the causal agent of stem rot, *Fusarium* sp. caused branch dieback, and *Rhizoctonia* sp. was associated with leaf blight. Meanwhile, *C. gloeosporioides* and *Lasiodiplodia* sp. were identified as postharvest pathogens responsible for fruit rot.

The antifungal activity of the crude extract was evaluated at concentrations of 500, 1,000, 5,000, 10,000, 15,000, and 20,000 ppm. Complete inhibition of fungal mycelial growth was observed at the highest concentration (20,000 ppm), effectively suppressing six fungal isolates, including *C. gloeosporioides* KM-dc, *Fusarium* sp. KM-DFg, and four isolates of *P. palmivora* KM-Dpt02, KM-Dpt4, KM-Dpt5, ku-Dptkkk. Similarly, the antifungal efficacy of cajuput essential oil was tested at concentrations of 100, 500, 1,000, 5,000, and 10,000 ppm. At 5,000 and 10,000 ppm, the oil completely inhibited five *P. palmivora* isolates KM-Dpt02, KM-Dpt4, ku-Dptckkl, ku-Dpttkl, ku-rwl and two postharvest pathogens, *C. gloeosporioides* ku-dc and *Lasiodiplodia* sp. KM-dlt, achieving 100% mycelial growth inhibition.

The results of the efficacy test showed that the crude extract of *M. cajuputi* exhibited EC₅₀ values within the concentration range of 400–1,000 ppm and demonstrated significant inhibitory effects on five isolates of *Phytophthora palmivora* KM-Dpt5, ku-Dptckkl, ku-rwl, ku-Dptckkl, and KM-Dpt02. In comparison, *M. cajuputi* essential oil inhibited the growth of pathogens with EC₅₀ values ranging from 300–1,000 ppm, effectively suppressing both mycelial growth and the reproductive organs. Four fungal genera comprising seven isolates responded to these low concentrations, including five *P. palmivora* isolates ku-rwl, KM-Dpt4, ku-Dpttkl, ku-Dptckkl, and KM-Dpt02, as well as *Colletotrichum gloeosporioides* ku-dc and *Fusarium* sp. ku-bf.

Analysis of the chemical composition of the crude extract of *M. cajuputi*, extracted using 75% ethanol and analyzed by GC-MS, revealed 36 identified compounds. The major component was isocaryophyllene 4.56%, belonging to the terpene group, which accounted for a total of 8.02%. Other notable compounds included α -humulene 2.05%. In contrast, the essential oil of cajeput obtained via steam distillation contained 39 identified compounds. Monoterpenes were the dominant group 50.63%, followed by terpenes 30.73%.

An evaluation of *M. cajuputi* crude extract in controlling the causal agent of stem rot under greenhouse conditions revealed that treatment with a cream formulation containing approximately 20,000 ppm of the extract, applied every 7 days and every 14 days, effectively reduced disease severity and incidence. These treatments resulted in the absence of visible symptoms in many cases and performed better than the spray formulations applied every 3 days and every 7 days. In comparison, the untreated control exhibited an average lesion size of 6.5 cm and a disease severity of 75%.

Similarly, testing of *M. cajuputi* essential oil showed that the cream formulation at a concentration of 2,000 ppm provided the best results when applied every 7 days and every 14 days. Within two weeks, this treatment significantly reduced disease symptoms, with average lesion sizes of only 1.4 cm and 1.3 cm respectively.

The efficacy test of cajeput crude extract and cajeput essential oil in inhibiting postharvest fruit rot caused by *Phytophthora palmivora* demonstrated that coating durian fruit with a 1,200 ppm solution of cajeput crude extract and dipping fruit in a 1,000 ppm

solution of cajeput essential oil effectively reduced disease severity. These treatments resulted in lesion sizes of 3.18 cm and 3.23 cm, respectively. In the case of fruit rot caused by *Colletotrichum gloeosporioides*, dipping fruit in a 2,800 ppm solution of cajeput crude extract yielded the most effective result, producing the smallest lesion size of 3.16 cm and the lowest disease severity at 25%.

In this study, the combination of 1% chitosan with 1,000 ppm *Melaleuca cajuputi* essential oil was applied to durian fruits to control *Phytophthora palmivora*, a major postharvest pathogen causing fruit rot. The results showed that this treatment resulted in the smallest lesion size, averaging 6.08 cm, indicating strong antifungal efficacy.

Regarding postharvest quality, the coating treatment helped reduce weight loss during the early stage of storage. However, no statistically significant differences ($p > 0.05$) were observed among treatments in terms of titratable acidity (TA), firmness, and total soluble solids (TSS). These findings suggest that the addition of *M. cajuputi* extract or essential oil in the chitosan based coating did not significantly affect the chemical properties related to fruit sweetness or acidity, making it a promising approach for disease control without compromising fruit quality.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยแรงสนับสนุนจากหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอขอบคุณตนเองที่ก้าวผ่านช่วงเวลาที่ยากลำบากด้วยความความยากลำบาก อุปสรรค ความเหน็ดเหนื่อย และความกดดันอย่างมหาศาล ที่เข้ามาตลอดระยะเวลาการทำวิจัย หลายครั้งแม้จะรู้สึกท้อแท้และยอมแพ้ ด้วยความพยายามและอดทนอดกลั้นข้าพเจ้าจึงสามารถฝ่าฟัน และตั้งใจนำพาผลงานวิจัยฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ในที่สุด

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ.ดร. พรหมมาศ คุณหาภาญจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่เมตตารับข้าพเจ้าไว้ภายใต้ความดูแล ให้คำแนะนำ และถ่ายทอดองค์ความรู้ตลอดระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย รวมถึง ผศ.ดร. นาทยา มนตรี ให้คำแนะนำความรู้ทางด้านสารสกัด และที่ขาดไม่ได้ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วีระณีย์ ทองศรี ที่ให้ความอนุเคราะห์เชื้อราในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ขอบคุณ นายรัฐสิทธิ์ แซ่ลี และ นางสาวหนึ่งฤทัย ไหมพรม และ นายจตุพล พึ่งจวบ สำหรับการสนับสนุน และช่วยเหลือในการปฏิบัติงาน รวมถึงด้านต่าง ๆ อย่างเต็มกำลัง ขอบคุณ นางสาวพาริตา รวงผึ้งและ นางสาวแพรววนิต อภิธินสกุลเงิน เพื่อนที่พุดพิงทางใจในยามยากลำบาก และมอบมิตรภาพที่จริงใจตลอดมา ขอบคุณ พี่ ๆ น้อง ๆ ที่เคยช่วยเหลือระหว่างปฏิบัติงาน แม้เมื่ออาจเอยนามได้ครบถ้วน

ขอขอบคุณ อาจารย์ นักวิทยาศาสตร์ และพี่ ๆ ฝ่ายสนับสนุนทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นายสุริยสิทธิ์ สมนึก และนายฉัตรชัย สีชมภู ที่ไม่เพียงแต่ให้คำแนะนำด้านวิชาการ รวมถึงการใช้ชีวิตในช่วงเวลาที่ยากลำบาก ขอขอบคุณสำหรับความจริงใจและไม่ตรีจิตที่มีให้เสมอมา

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ นางกนกวรรณ นายสำเร็จ นายสมพร และนายทศพล ครอบครัวสุวรรณดี ที่กรุณาสะสมผลผลิตทุเรียนจำนวนมาก ซึ่งมีมูลค่า มามอบให้ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ พร้อมทั้งมอบความรัก ความห่วงใย การเลี้ยงดู การสนับสนุนทั้งทางร่างกายและจิตใจ รวมถึงทุนทรัพย์อย่างไม่เคยขาดให้ข้าพเจ้ามีโอกาสได้รับการศึกษาต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงปัจจุบัน ขอขอบคุณที่เฝ้าดูและอดทนรอคอยอย่างใจจดใจจ่อตลอดเส้นทางการศึกษา

สุดท้ายนี้งานวิจัยฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จลุล่วงได้ หากมิได้รับการสนับสนุนจากแหล่งทุนวิจัย ส่งเสริมส่วนงานวิชาการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร ซึ่งที่มอบทั้งโอกาส ทรัพยากร ให้ข้าพเจ้าได้มีพื้นที่ในการเรียนรู้ เติบโต และดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงได้

สุดท้ายนี้ คุณประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้เกษตรกรชาวไทยทุกท่าน

สราลี สุวรรณดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	IV
กิตติกรรมประกาศ.....	VII
สารบัญ.....	VIII
สารบัญตาราง.....	XIII
สารบัญภาพ.....	XIV
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา.....	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ลักษณะพฤกษศาสตร์ของทุเรียน.....	4
2.2 เชื้อราสาเหตุโรคก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียนที่สำคัญ.....	4
2.1.1 <i>Colletotrichum</i> sp.....	5
2.1.2 <i>Erythricium salmonicolor</i>	6
2.1.3 <i>Fusarium</i> sp.	7
2.1.4 <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	8
2.1.5 <i>Phomopsis durations</i>	9
2.2.6 <i>Phytophthora palmivora</i>	10
2.3 การใช้ประโยชน์จากพืชออกฤทธิ์ทางด้านการเกษตรในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์... ..	11
2.4 เสม็ดขาว.....	12
2.4.1 สารสำคัญที่พบในใบเสม็ดขาว.....	12
2.4.2 ประโยชน์และการนำไปใช้ของพืชเสม็ดขาว.....	13
2.4.3 การใช้เสม็ดขาวในทางการแพทย์.....	13
2.4.4 การใช้ประโยชน์จากเสม็ดขาวในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค.....	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.5 การใช้ประโยชน์จากโคโตซานเป็นสารเคลือบผิว.....	15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	16
3.1 อุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย.....	16
3.2 ศึกษาเชื้อราสาเหตุโรคในทุเรียนและการเตรียมสารสกัดจากพืช.....	18
3.2.1 เชื้อราสาเหตุโรคที่นำมาทดสอบ.....	18
3.2.2 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อที่แยกได้.....	18
3.2.3 การทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรค.....	18
3.2.4 การเตรียมสารสกัดหยาบเสม็ดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว.....	19
3.3 การทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดหยาบเสม็ดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว ต่อยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน.....	20
3.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวและน้ำมันหอม ระเหยเสม็ดขาวในการยับยั้งการเจริญของเส้นใย.....	20
3.3.2 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์ (Spore Germination Test).....	21
3.3.3 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (Sporulation test)....	21
3.4 การวิเคราะห์ห้องประกอบทางเคมีของสารสกัดใบเสม็ดขาว.....	21
3.5 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสม็ด ขาวในการควบคุมโรคทุเรียนก่อนการเก็บเกี่ยวในสภาพโรงเรือน.....	22
3.5.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการควบคุมโรค...	22
3.5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการควบคุมโรค.....	24
3.6 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสม็ด ขาวในการควบคุมโรคทุเรียน และรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว.....	24
3.6.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวและน้ำมันหอมระเหย เสม็ดขาวต่อการยับยั้งโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ <i>P. palmivora</i>	24

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6.2 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเมล็ดข้าวและน้ำมันหอมระเหยเมล็ดข้าวต่อการยับยั้ง โรคหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ <i>C. gloeosporioides</i> ...	25
3.6.3 การประยุกต์ใช้สารสกัดหยาบเมล็ดข้าวและน้ำมันหอมระเหยเมล็ดข้าวร่วมกับไคโตซานในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว และรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียน.....	26
3.6.3.1 ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบเมล็ดข้าวร่วมกับไคโตซานในยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ <i>P. palmivora</i>	27
3.6.3.2 ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดข้าวร่วมกับไคโตซานในการรักษาคุณภาพของทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยว.....	28
3.6.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	28
บทที่ 4 ผลการทดลองและการอภิปรายผล.....	29
4.1 การศึกษาเชื้อราสาเหตุโรคของทุเรียน.....	29
4.1.1 การแยกเชื้อและจัดจำแนกเชื้อสาเหตุโรคโดยใช้ฐานวิธยา.....	29
4.1.2 การทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรค.....	43
4.1.2.1 การทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อราสาเหตุโรคก่อนเก็บเกี่ยว.....	43
4.1.2.2 การทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อราหลังการเก็บเกี่ยว.....	45
4.2 การทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดเมล็ดข้าวและน้ำมันหอมระเหยเมล็ดข้าวต่อยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน.....	46
4.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเมล็ดข้าวในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน.....	46
4.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเมล็ดข้าวต่อการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน.....	52
4.2.3 ความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเมล็ดข้าวและน้ำมันหอมระเหยเมล็ดข้าว.....	57

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดใบเสม็ดขาวโดยวิธี Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS).....	60
4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการควบคุมสาเหตุโรคทุเรียนก่อนการเก็บเกี่ยวในสภาพโรงเรือน.....	66
4.4.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการควบคุมโรคลำต้นเน่าของทุเรียน.....	66
4.4.2 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการควบคุมโรคลำต้นเน่าในทุเรียน.....	69
4.5 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการควบคุมโรคทุเรียน และรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว.....	72
4.5.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวต่อการยับยั้งการเกิดโรคผลเน่าที่เกิดจากเชื้อ <i>P. palmivora</i>	72
4.5.2 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวต่อการยับยั้งการเกิดโรคผลเน่าที่เกิดจากเชื้อ <i>C. gloeosporioides</i>	74
4.5.3 การประยุกต์ใช้สารสกัดเสม็ดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวร่วมกับไคโตซานในการควบคุมโรคและ คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียน.....	76
4.5.3.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดเสม็ดขาวร่วมไคโตซานในยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ <i>Phytophthora palmivora</i>	76
4.5.3.2 ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดเสม็ดขาวร่วมไคโตซานต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียน.....	78
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	82
บรรณานุกรม.....	85
ภาคผนวก.....	97
ภาคผนวก ก.....	98
ประวัติผู้วิจัย.....	122

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1	แหล่งที่มาของเชื้อสาเหตุโรคของทุเรียน..... 31
4.2	การทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อราสาเหตุโรคก่อนการเก็บเกี่ยว..... 44
4.3	ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน..... 48
4.4	การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการยับยั้งสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ <i>P. palmivora</i> สาเหตุโรคทุเรียน..... 49
4.5	การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการยับยั้งการงอกของสปอร์ของสาเหตุโรคทุเรียนที่ 96 ชั่วโมง..... 50
4.6	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน..... 53
4.7	การทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการยับยั้งสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ <i>P. palmivora</i> sp. สาเหตุโรคทุเรียน..... 54
4.8	การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันเสม็ดขาวเสม็ดขาวในการยับยั้งการงอกของสปอร์ของสาเหตุโรคทุเรียนที่ 96 ชั่วโมง..... 55
4.9	ค่า EC_{50} และ EC_{90} ของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวต่อเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน..... 58
4.10	ค่า EC_{50} และ EC_{90} ของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวต่อเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน..... 59
4.11	องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดหยาบเสม็ดขาว..... 62
4.12	องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว..... 64
4.11	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการควบคุมเชื้อรา <i>P. palmivora</i> ในสภาพโรงเรือน..... 66
4.13	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการควบคุมเชื้อรา <i>P. palmivora</i> ในสภาพโรงเรือน..... 67
4.14	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการควบคุมเชื้อรา <i>P. palmivora</i> ในสภาพโรงเรือน..... 71
4.15	ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวต่อการยับยั้งโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ <i>P. palmivora</i> 73

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.16	
ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวต่อการยับยั้งโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ <i>C. gloeosporioides</i>	75



สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ลักษณะพฤกษศาสตร์ของ <i>Melaleuca cajuputi</i>	12
3.1	ผลิตภัณฑ์จากสารเสม็ดขาว.....	23
3.2	คะแนนความรุนแรงของโรคลำต้นเน่าต้นกล้าทุเรียน.....	23
4.1	ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา <i>C. gloeosporioides</i> ไอโซเลท ku-dc.....	32
4.2	ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา <i>Fusarium</i> sp. ไอโซเลท KM-DFa.....	33
4.3	ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา <i>Fusarium</i> sp. ไอโซเลท KM-DFg.....	34
4.4	ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา <i>Lasiodiplodia spp</i> ไอโซเลท KM-dlt	35
4.5	ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลท KM-Dpt02	36
4.6	ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลท KM-Dpt4.....	37
4.7	ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลท KM-Dpt5.....	38
4.8	ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลท KM-Dptkl.....	39
4.9	ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลท Ku-DPtwl.....	40
4.10	ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ไอโซเลท Ku-DPtckkl.....	41
4.11	ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา <i>Rhizoctonia</i> sp. ไอโซเลท KM-DRH.....	42
4.12	ลักษณะอาการในการทดสอบความสามารถก่อโรคของใบทุเรียนหลังการปลูกเชื้อ 7 วัน...	44
4.13	ลักษณะอาการโรคผลเน่าทุเรียนหลังปลูกเชื้อ 7 วัน.....	45
4.14	ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อสาเหตุโรค ทุเรียน	51
4.15	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อสาเหตุ โรคทุเรียน.....	56
4.16	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora palmivora</i> ในสภาพโรงเรือน.....	68
4.17	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการควบคุมเชื้อรา <i>Phytophthora palmivora</i> ในสภาพโรงเรือน.....	72
4.18	ผลของการเคลือบผลทุเรียนด้วยสารสกัดหยาบเสม็ดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวต่อการ ยับยั้งเชื้อโรคหลังการ เก็บเกี่ยว ที่เกิดจากเชื้อ <i>P. palmivora</i>	73

สารบัญญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.19	ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเมล็ดข้าวและน้ำมันหอมระเหยเมล็ดข้าวต่อการยับยั้งโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ <i>C. gloeosporioides</i>	76
4.20	ประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบเมล็ดข้าวร่วมกับโคโตซานในยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ <i>P. Palmivora</i> ที่ 12 วัน.....	78
4.21	ประสิทธิภาพของสารสกัดเมล็ดข้าวร่วมโคโตซานต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียนที่ 12 วัน.....	81



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทุเรียนผลไม้ที่ได้รับการขนานนามว่าเป็น "ราชาผลไม้เมืองร้อน" (king of the fruits) และได้รับความนิยมนำมาแปรรูปหลายทั้งภายในประเทศ และตลาดส่งออก จากสถิติในปี 2567 ประเทศไทยมีปริมาณการผลิตทุเรียนรวมประมาณ 2.85 พันล้านตัน คิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงถึง 246,231.65 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2567) ความต้องการบริโภคทุเรียนในตลาดต่างประเทศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกา จีน ฮองกง และกลุ่มประเทศอาเซียน ซึ่งถือเป็นตลาดหลักสำหรับการส่งออกทุเรียนของไทย โดยเฉพาะตลาดจีนที่มีความต้องการสูง ส่งผลให้มีการส่งออกอย่างต่อเนื่อง และนำไปสู่การขยายตัวของตลาดส่งออกทุเรียนอย่างรวดเร็ว (จรู ถิ่นพระบาท, 2563) การขยายตัวดังกล่าวทำให้ราคาผลผลิตทุเรียนเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรมีแรงจูงใจในการขยายพื้นที่เพาะปลูกอย่างต่อเนื่อง (พอพันธ์ อูทยานนท์ และคณะ, 2561) โดยแหล่งปลูกทุเรียนหลักของประเทศ ได้แก่ ภาคตะวันออก เช่น จังหวัดระยอง จันทบุรี ตราด และปราจีนบุรี รวมถึงภาคใต้ เช่น จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช อย่างไรก็ตาม แม้ภาคการผลิตทุเรียนจะมีแนวโน้มเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่ก็ยังคงพบปัญหาตั้งแต่ระยะแปลงปลูก รวมไปถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว สาเหตุหลักคือโรคพืชที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งสามารถเข้าทำลายพืชได้ตั้งแต่ระยะ ต้นกล้า แปลงปลูก ไปจนถึงผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว โรคที่สำคัญ ได้แก่ โรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora palmivora* โรคกิ่งแห้งที่เกิดจากเชื้อ *Fusarium* sp. โรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อ *Rhizoctonia solani* โรคแอนแทรคโนสที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* และโรคใบจุดที่เกิดจากเชื้อ *Phomopsis* sp. (กรมวิชาการเกษตร, 2562; Sangchote *et al.*, 1998; Chantarasiri and Boontanom, 2021) การแพร่กระจายของโรคสามารถแพร่ได้หลายปัจจัย เช่น ลม ฝน หรือแมลง โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนที่มีความชื้นสูง นอกจากนี้เชื้อบางชนิดอาจแสดงอาการหลังการเก็บเกี่ยว (latent infection) โดยเชื้อจะแฝงตัวอยู่ในผลไม้จนกระทั่งเข้าสู่ระยะสุกเต็มที่ (Prusky and Plumbly, 1992) ทำให้เกิดการสูญเสียผลผลิตในกระบวนการขนส่งและจำหน่าย ปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการเพิ่มผลผลิตเพื่อให้มีคุณภาพ (Pisante *et al.*, 2012) อย่างไรก็ตามเกษตรกรสวนทุเรียนยังคงพึ่งพาการใช้สารเคมีในการควบคุมโรคพืช เช่น metalaxyl, mancozeb และ phosphonates เนื่องจากสามารถให้ผลลัพธ์ที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยการใช้สารเคมีซ้ำ ๆ หรือใช้อย่างผิดวิธีในระยะยาวอาจนำไปสู่ปัญหาการพัฒนาความต้านทานของเชื้อสาเหตุต่อสารเคมี (Kongtragoul *et al.*, 2021;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Somnuek *et al.*, 2023; Tongsri *et al.*, 2023a; Phetkhajone *et al.*, 2024) ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถควบคุมโรคพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อผู้ผลิต และผู้บริโภคจากการสะสมของสารเคมีในผลผลิต และสภาพแวดล้อม ไม่เพียงเท่านั้นตลาดส่งออกต่างประเทศยังมีกฎระเบียบที่เข้มงวดของสารตกค้างในผลผลิต จากผลกระทบดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า การควบคุมโรคพืชด้วยวิธีชีวภาพเป็นหนึ่งในแนวทางการควบคุมโรคพืชที่มีความปลอดภัย (Gyawali and Ibrahim, 2014) การใช้สารชีวภาพจากพืชโดยเฉพาะสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหย (Shuping and Eloff, 2017; Isman, 2000) เป็นทางเลือกที่ได้จากธรรมชาติในการควบคุมโรค เป็นหนึ่งในวิธีที่ยังได้รับความนิยม (Carpena *et al.*, 2021) ในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคพืช เนื่องจากมีสารเมทาบอลไลต์ทุติยภูมิหรือสารพฤษเคมีเป็นองค์ประกอบสำคัญ เช่น flavonoids, terpenoids, terpenes, phenolic, alkaloids, tannins และ flavonoids เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Dias *et al.*, 2021; Masyita *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2022) ซึ่งสามารถรบกวนโครงสร้างของเซลล์ และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (Pinto *et al.*, 2018; Seephonkai and Traisathit, 2020) นอกจากนี้สารเมทาบอลไลต์จากพืชหลายชนิดยังมีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่สำคัญ ทำให้ถูกนำมาใช้เป็นยาฆ่าเชื้อและสารกันบูดในอาหาร (Burt, 2004; Mancianti and Ebani, 2020) มีรายงานหลายฉบับพบว่าสารสกัดจากพืชสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคพืชได้ จากรายงานของ วาสนี ธรรมสถิต และคณะ (2560) ศึกษาการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรครากเน่า โคนเน่าของทุเรียน โดยใช้สารสกัดหยาบจากพืช 8 ชนิด ได้แก่ กระชาย ขมิ้นชัน หัวหว่านหมู สบู่เลือด ว่านอัศศิหาร เปลือกมังคุด เมล็ดมะขาม และไพล ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากกระชาย ขมิ้นชัน สบู่เลือด ไพล และเปลือกมังคุด สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. palmivora* ได้ 100% รายงานดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการใช้พืชสมุนไพรในการควบคุมโรคพืชอย่างมีประสิทธิภาพ อีกหนึ่งในพืชที่ได้รับความสนใจคือเสม็ดขาว (*Melaleuca cajuputi*) ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของไทย โดยเฉพาะในภาคใต้ เป็นการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ ที่ได้จากพืชในท้องถิ่นตามแถวจังหวัดในภาคใต้ และสืบเนื่องมาจากพระราชดำริของ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช เพื่อนำมาใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง โดยอาจพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าได้ เหตุผลดังกล่าว จึงเล็งเห็นความสำคัญซึ่งการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่า และเพิ่มมูลค่าของพืชสูงสุด จากรายงานของ Septiana *et al.* (2020) ศึกษาองค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยจาก *Melaleuca cajuputi* พบสารประกอบหลักคือ 1,8-Cineole, β caryophyllene, α -terpineol, α -pinene, และ γ -terpinene นอกจากนี้ Sutrisno and Retnosari. (2018) รายงานว่า ในสารสกัดจากเสม็ดขาวมี 1,8-cineole ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรีย งานวิจัยของ นาทยา มนตรี และคณะ (2553) ศึกษาผลของสารสกัดเสม็ดขาวที่ความเข้มข้น 800 ppm พบว่าสามารถยับยั้งเชื้อรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fusarium oxysporum, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Phytophthora parasitica* และ *Pythium deliense* ได้ โดยมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ 87.84% ขณะที่ อุไรวรรณ ดิลกคุณานันท์ และคณะ (2546ก) สำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างใบเสมีดขาวจากภาคตะวันออกและภาคใต้ รวม 16 ตัวอย่างจาก 9 จังหวัด เมื่อศึกษาการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยเสมีดขาวในการต้านการเจริญของเชื้อรา 2 ชนิด คือ *Aspergillus niger*, *Trichophyton mentagrophytes* และเชื้อแบคทีเรีย 2 ชนิด คือ *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* sp. พบว่า น้ำมันหอมระเหยเสมีดขาวทุกตัวอย่างออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง 4 ชนิด โดยยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *T. mentagrophytes* ได้ดีที่สุด จากข้อมูลดังกล่าวมีความเป็นไปได้ว่า การนำสารสกัดหยาบและน้ำมันจากเสมีดขาว มีศักยภาพในการนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมโรคทุเรียน ทั้งในสภาพแปลงปลูกและหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นแนวทางที่สามารถช่วยลดการใช้สารเคมีในการควบคุมโรค และเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ผลิตและผู้บริโภค นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับเสมีดขาวที่นำมาใช้ในกระบวนการเกษตรกรรม

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาผลของสารสกัดหยาบเสมีดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสมีดขาว ในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคทุเรียน
2. ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสมีดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสมีดขาว ในการควบคุมโรคของทุเรียนก่อนการเก็บเกี่ยว
3. ศึกษาการประยุกต์ใช้สารสกัดหยาบเสมีดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสมีดขาว ในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียน

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

งานวิจัยนี้คาดว่าสารสกัดจากเสมีดขาวในความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพ อาจจะมีผลในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคในทุเรียน และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมโรคก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว รวมถึงการรักษาคุณภาพของผลทุเรียนได้

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสมีดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสมีดขาวในความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคในทุเรียน รวมถึงการประยุกต์ใช้สารสกัดดังกล่าวในการควบคุมโรคก่อนการเก็บเกี่ยวโรคหลังการเก็บเกี่ยวและรักษาคุณภาพของทุเรียน

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะพฤกษศาสตร์ของทุเรียน

ทุเรียน มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Durio zibethinus* Murr. อยู่ในวงศ์ Bombacaceae มีชื่อสามัญ Durian เป็นไม้ยืนต้น ที่ไม่ผลัดใบ มีทรงพุ่มแผ่กว้าง ความสูงแตกต่างกันตามวิธีปลูก โดยต้นที่เพาะเมล็ด สูง 20-40 meter (m) และต้นที่ปลูกจากการเสียบยอดสูง 8-12 m ใบเดี่ยว ขนาด 8-20 x 4-6 centimeter (cm) เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ปลายใบแหลม ด้านบนสีเขียวเข้ม ด้านล่างสีน้ำตาล เส้นใบเป็นร่างแห รากทุเรียนมีรากหาอาหารตื้นถึง 50 cm และมีรากตะขาบแตกต่างจากโคนต้น ส่วนทุเรียนหน่อซึ่งปลูกจากกิ่งตอนไม่มีรากแก้ว แต่มีรากพิเศษที่ทำหน้าที่คล้ายกันและหยั่งลึกถึงระดับน้ำใต้ดิน ดอกทุเรียนเป็นดอกสมบูรณ์เพศ รูปทรงคล้ายระฆัง กลีบเลี้ยงสีเขียวอมน้ำตาลหุ้มกลีบดอกสีขาวนวล มีเกสรตัวผู้ 5 ชูด ออกเป็นช่อ 1-30 ดอก ผล มีเปลือกหนาและมีหนามแหลม ลักษณะของผลแตกต่างกันไปตามพันธุ์ เช่น พันธุ์กลม (ก้านยาว, กระจุดม) และพันธุ์ก้นป้าน (หมอนทอง, ทองย้อย) ภายในผลแบ่งเป็นพู แต่ละพูมีเนื้อและเมล็ด เนื้อทุเรียนมีสีจําปาหรือเหลืองอ่อน ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพดินของแหล่งเพาะปลูก (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร)

2.2 เชื้อราสาเหตุโรคก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญของทุเรียน

เชื้อราเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่สามารถก่อโรคแก่พืชได้หลายอาการ เช่น ใบจุด ใบไหม้ ใบติด ใบเหี่ยว รากเน่า โคนเน่า ผลเน่า และเมล็ดเน่า นอกจากนี้ยังสามารถทำให้ต้นกล้าเน่าหรือแห้งตาย เชื้อรา มีลักษณะเป็นเส้นใยดูดกินอาหารจากพืช และแพร่กระจายผ่านสปอร์โดยอาศัยน้ำ ลม หรือการปนเปื้อนมากับพืชและดินที่เป็นโรค เชื้อราบางชนิดสามารถพักตัวอยู่ในเศษซากพืชและดินเป็นเวลานาน ทำให้มีโอกาสระบาดซ้ำในฤดูถัดไป เชื้อราส่วนใหญ่เป็นปัญหาร้ายแรงในการปลูกทุเรียน โดยสามารถเกิดได้ตั้งแต่ระยะต้นกล้าจนถึงต้นโต และส่งผลกระทบต่อทุกส่วนของต้น ตั้งแต่ราก ลำต้น ใบ และผล สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการแพร่ระบาดของโรค ได้แก่ บริเวณที่มีฝนตกชุก ความชื้นสูง และลมพายุ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของเชื้อราสาเหตุโรค (ปัญจมา กวางดีดี และสมศิริ แสงโชติ, 2545)

2.1.1 *Colletotrichum* sp.

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Colletotrichum*

Taxonomic information

Phylum Ascomycota

Class Sordariomycetes

Order Glomerellales

Family Glomerellaceae

Genus *Colletotrichum*

Species *gloeosporioides*

ลักษณะของเชื้อรา

เส้นใยเชื้อรามีลักษณะแตกต่างกันหลายลักษณะ โคลนินบนอาหารเลี้ยงเชื้อมีสีชมพูไปถึงสีส้มอ่อน และมีสีเทา พบกลุ่ม conidia เป็นเมือกสีส้มปกคลุม acervulus ที่เรียงซ้อนกันเป็นวง conidia มีรูปร่างทรงกระบอก หัวมน และท้ายมนเซลล์เดียว ไม่มีสี ไม่มีผนังกัน ส่วนฐานตัดตรง conidia มีขนาดเฉลี่ย $5.72-5.96 \times 15.26-18.77 \mu\text{m}$ (Meyers 1957)

ลักษณะการเข้าทำลายและอาการของโรค

เชื้อรา *Colletotrichum* เป็นสาเหตุของโรคผลเน่า โดยอาการเริ่มแรกพบเนื้อเยื่อบริเวณที่เชื้อเข้าทำลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แผลค่อย ๆ ขยายตัวอย่างช้า ๆ และบางครั้งมีเส้นใยสีขาวจำนวนเล็กน้อยเกิดขึ้นบนพื้นผิว ภายในผล เชื้อราจะเริ่มทำลายจากเปลือกนอกที่กลายเป็นสีน้ำตาลดำ แม้อาการในชั้นนอกจะดูไม่รุนแรง แต่เมื่อพิจารณาชั้นในจะพบว่าเนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและแผลมีขนาดใหญ่กว่าที่เห็นภายนอก ระยะแรกเนื้อผลยังคงสภาพดีอยู่ แต่เมื่อเชื้อแพร่กระจายมากขึ้น เนื้อจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อนและมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวอ่อน ๆ พืชอาศัยที่พบได้บ่อย ได้แก่ เงาะ หอมแดง กระเทียม หอมใหญ่ มะม่วง และทุเรียน สำหรับวิธีควบคุมโรค หลังการเก็บเกี่ยวควรตัดแต่งกิ่งและกำจัดส่วนที่แสดงอาการ เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อ (Krishnapillai and Wijeratnam, 2014)

2.1.2 *Erythricium salmonicolor*

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Erythricium* sp. หรือ *Corticium salmonicolor*

Taxonomic information

Phylum Basidiomycota

Class Agaricomycetes

Order Polyporales

Family Phanerochaetaceae

Genus *Corticium*, *Erythricium*

Species *salmonicolor*

ลักษณะของเชื้อรา

เชื้อราชนิดนี้มีอีกหนึ่งชื่อ คือ *Corticium salmonicolor* (Berk. & Broome) ซึ่งมีระยะสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศ (sexual stage) และแบบไม่อาศัยเพศ (asexual stage) สปอร์เซลล์เดี่ยวใส ที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอเป็นทรงรี ไม่พบการสร้างสปอร์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ลักษณะเส้นใยสีขาว และหนา ไม่มีผนังกัน (Akrofi *et al.*, 2014; Amoako-Attah *et al.*, 2020)

ลักษณะการเข้าทำลายและอาการของโรค

เชื้อรา *Erythricium* เป็นสาเหตุโรคราสีชมพู (pink disease) อาการพบที่ส่วนกิ่งก้านของพืชทำให้เกิดการแห้งตายจากปลายกิ่งและปรากฏส่วนของเชื้อขึ้นคลุมสีชมพูอ่อน เปลือกของกิ่งหลุดร่อนได้ง่าย กิ่งแห้งตาย นอกจากนี้อาจพบที่ส่วนลำต้น เชื้อราสามารถเจริญลุกลามไปยังต้น ทำให้ ยืนต้นตาย มักเข้าทำลายที่ ใบ ลำต้น เป็นต้น พืชอาศัย ได้แก่ ทูเรียน มะม่วง โกโก้ ลองกอง ขนุน มังคุด พริกไทย ยางพารา (Bukari *et al.*, 2020) วิธีการควบคุม เมื่อพบกิ่งเป็นโรคเล็กน้อยควรตัดและเผาทำลาย แล้วพ่นด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราให้ทั่ว (Akrofi *et al.*, 2014)

2.1.3 *Fusarium* sp.

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Fusarium* sp.

Taxonomic information

Phylum Ascomycota

Class Sordariomycetes

Order Hypocreales

Family Nectriaceae

Genus *Fusarium*

Species *solani*

ลักษณะของเชื้อรา

เชื้อ *Fusarium* sp. สร้างสปอร์ทั้งในรูปแบบ macroconidia และ microconidia โดยมีลักษณะ macroconidia มีผนังหนา รูปร่างเรียวแหลม (fusiform) บริเวณ apical cell มน ส่วน basal cell มีลักษณะคล้ายเท้า (foot shape) สปอร์มี 3-5 cell ส่วน microconidia มีผนังหนา รูปร่างตั้งแต่ oval, ellipsoid, obovoid จนถึง reniform มี 1-2 cell และอยู่บนก้านชูสปอร์ในลักษณะ false head (Leslie and Summerell, 2006)

ลักษณะการเข้าทำลายและอาการของโรค

เชื้อรา *Fusarium* เป็นสาเหตุโรค กิ่งแห้ง มีลักษณะอาการ dieback ยอดหรือกิ่งทุเรียนที่แตกใบอ่อนมีลักษณะแห้งกรอบใบเป็นสีน้ำตาลมีขุยสีขาวไม่หลุดจากกิ่ง กิ่งที่แห้งกรอบมีสปอร์ขาว ๆ ติดกันอยู่ตรงกิ่งและใต้ท้องกิ่ง มีลักษณะเปลือกนอกแห้งและร่อน ผ่าในเนื้อไม้จะปกติ หากลุกลามจะทำให้เกิดแผลที่ใต้ท้องกิ่งลามติดลำต้นไม้เปื่อยแฉิม อาจพบหยดน้ำสีส้มที่เปลือกหรือที่ผลอ่อนที่ร่วงลงมา เมื่อความชื้นสูงจะพบขุยสปอร์ราเกิดขึ้นที่ใบอ่อนที่แห้ง ใบร่วง รากแห้ง และทุเรียนตายอย่างรวดเร็ว แผลงพหุการระบาดคือ เพลี้ยหอยเกล็ด มอดเจาะลำต้น ระยะเวลาในการระบาด 3-7 วัน อาจทำให้ทุเรียนตายได้ พืชอาศัยหลัก ลองกอง ยาง งามา ยาสูบ (พรพิมล อธิปัญญาคม, 2548)

2.1.4 *Lasiodiplodia theobromae*

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lasiodiplodia theobromae*

Taxonomic information

Phylum Ascomycota

Class Dothideomycetes

Order Botryosphaerales

Family Botryosphaeriaceae

Genus *Lasiodiplodia*

Species *theobromae*

ลักษณะของเชื้อรา

เชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. มีเส้นใยสีเทา เจริญเร็ว โครงสร้าง pycnidia เป็นรูปขวด (flask shape) ภายในสร้าง conidia โดยเริ่มจากรยะ immature ใสไม่มีสี และไม่มีผนังกัน จากนั้นพัฒนาเป็นระยะ mature สีน้ำตาลดำ มี 1 ผนังกัน (septum) และผิวขรุขระตามยาว

ลักษณะการเข้าทำลายและอาการของโรค

ลักษณะอาการของโรค ผลเน่าเนื้อดำ (black fruit rot) ลักษณะอาการของโรค ผลมังคุดระยะหลังเก็บเกี่ยว มีแผลซ้ำจะทำให้เชื้อราเข้าทำลายได้ง่าย และมังคุดจะแสดงอาการเปลือกแข็งเมื่อทิ้งไว้นานก็จะลุกลามทำให้เปลือกแข็งทั้งทั้งผล เมื่อผ่าตามขวางจะพบเนื้อในเน่าเปลี่ยนเป็นสีม่วงคล้ำ และดำในเวลาต่อมา โดยมีเส้นใยสีเทาของเชื้อราเจริญปกคลุมเนื้อผล ทำให้มังคุดเหี่ยวแห้งมีสีดำในที่สุด พืชอาศัยหลักได้แก่ มังคุด มะนาว ส้มโอ มะม่วง กัลย ฝรั่ง ท้อ แหล่งที่มาของเชื้อคือ เปลือก ผล เมล็ด เนื้อไม้ แผลง เชื้อราสาเหตุโรค (พัฒนา สนธิรัตน์ และคณะ 2537; รั้งสินันต์ ธีระวงศ์ภิญโญ และคณะ 2562)

2.1.5 *Phomopsis durionis*

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Phomopsis*

Taxonomic information

Phylum Ascomycota

Class Sordariomycetes

Order Diaporthales

Family Diaporthaceae

Genus *Phomopsis*

Species *durionis*

ลักษณะของเชื้อรา

เชื้อรา *Phomopsis durionis* มีลักษณะเข้าทำลายแบบแฝงบนใบทุเรียน เชื้อราจะสร้าง conidia อยู่ในโครงสร้างของ pycnidium สองแบบคือ alpha conidia ลักษณะใสไม่มีสี ไม่มีผนังกันรูปร่างเรียวยาว หัวท้ายแหลม ลักษณะของ beta conidia เรียวยาว โค้งยาว ใสไม่มีสี เชื้อราจะระบาดได้ดีในสภาพเขตร้อนชื้น (Tongsri *et al.*, 2016b)

ลักษณะการเข้าทำลายและอาการของโรค

เชื้อรา *Phomopsis* เป็นสาเหตุของโรคใบจุด (leaf spot of durian) ลักษณะอาการ บนใบทุเรียนพันธุ์หอมทองที่เป็นโรค เชื้อรามักเข้าทำลายในสภาพพืชที่เกิดความเครียด พบจุดแผลขนาดเล็กสีดำประมาณ 1 mm รอบจุด แผลมีเนื้อเยื่อสีเหลืองล้อมรอบ บนใบแก่ของทุเรียนจุดแผลเพิ่มจำนวนมากขึ้น และขยาย ขนาดใหญ่ขึ้นเป็นวงกลมเห็นได้ชัดมากขึ้น ขอบแผลมีสีน้ำตาลเข้ม ส่วนเนื้อเยื่อตรงกลางเป็นสีขาวซีดหรือน้ำตาลอ่อน รอบจุดแผลซึ่งมีเนื้อเยื่อสีเหลือง พบว่าขยายบริเวณออกไปมากจนเห็นได้ชัดเจน บนรอยแผลพบ pycnidia ของเชื้อราเป็นจุดเล็ก ๆ สีดำ ซึ่งเมื่อตัดเนื้อเยื่อดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จะเห็น conidia ปริมาณมาก ส่วนของพืชที่ถูกทำลายใบ แหล่งที่มาของเชื้อ เชื้อพักตัวอยู่ในใบทุเรียนได้โดยใบที่มีเชื้อยังไม่แสดงอาการ สภาพแวดล้อมยังไม่เหมาะสม การแพร่กระจายในประเทศไทยพบที่จันทบุรี ตรวด ชุมพร ภาคใต้และแหล่งปลูกทุเรียนทั่วประเทศ ในต่างประเทศ มีรายงานพบเชื้อนี้ในทุเรียนที่ประเทศบรูไน เมียนมาร์ และมาเลเซีย (วีระณีย์ ทองศรี และสมศิริ แสงโชติ, 2559)

2.2.6 *Phytophthora palmivora*

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Phytophthora palmivora*

Taxonomic information

Phylum Oomycota

Class Peronosporomycetes

Order Peronosporales

Family Pythiaceae

Genus *Phytophthora*

Species *palmivora*

ลักษณะของเชื้อรา

เชื้อ *Phytophthora palmivora* จัดอยู่ในกลุ่ม สิ่งมีชีวิต คล้ายรา (fungal-like organisms) ลักษณะของเชื้อ เส้นใยใสไม่มีสี ไม่มีผนังกัน สร้าง zoospores สามารถเคลื่อนที่ได้ในน้ำ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศสร้าง sporangium ส่วนปลายมี papilla การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อชนิดนี้เป็นแบบ heterothallic สร้าง oogonium และ antheridium ใช้ผสมพันธุ์ (Fitzpatrick, 1930; Brasier *et al.*, 2022; ปัญจมา กวางดี และ สมศิริ แสงโชติ, 2545)

ลักษณะการเข้าทำลายและอาการของโรค

เป็นเชื้อสาเหตุก่อโรคทางดิน ทำให้เกิดโรครากเน่าโคนเน่า (root rot) ลักษณะอาการโรคมักเกิดที่ระบบราก รวมไปถึงลำต้น รากเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ช้ำ และเน่า อาการลุกลามขึ้นมายังลำต้น ส่งผลให้ต้นทุเรียนดูดซึมน้ำอาหารและน้ำได้น้อยลง อาการที่โคนต้นและลำต้นเปลือกบริเวณโคนต้นแตกเป็นแผล (patch canker) และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลถึงน้ำตาลมวง เมื่อขูดบริเวณแผลลักษณะนิ่ม หากสภาพอากาศชื้นอาจมีเมือกเยิ้มสีน้ำตาลแดงไหลออกมา เมื่อขูดเปลือกบริเวณแผลออก พบว่าเนื้อไม้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงอาการส่วนใหญ่เกิดบริเวณโคนต้นระดับผิวดิน อาการที่ใบ ใบเป็นแผลเน่า โดยเฉพาะใบอ่อนจะแสดงอาการรุนแรง ใบซีดลง ไม่เป็นมัน และเหลืองอย่างรวดเร็ว พบในพันธุ์ที่อ่อนแอ เช่น หมอนทอง ใบจะสลดและร่วงอย่างรวดเร็ว อาการที่ผล ผลมีจุดสีน้ำตาล และแผลลุกลามลึกถึงเนื้อทุเรียน หากเกิดอาการรุนแรง ผลอาจเน่าเสียทั้งผล เชื้ออยู่ข้ามฤดูได้ในดินและระบบราก ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมได้เป็นเวลานาน เชื้อสามารถแพร่กระจายได้รวดเร็วในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีฝนตกชุกและระบายน้ำไม่ดี (Lim and Chan, 1986; ปัญจมา กวางดี และสมศิริ แสงโชติ, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การใช้ประโยชน์จากพืชออกฤทธิ์ทางด้านการเกษตรในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์

พืชมีสารสำคัญที่สามารถออกฤทธิ์ทางชีวเคมีต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ โดยสารเหล่านี้อาจมีคุณสมบัติในการฆ่าแมลง เชื้อรา แบคทีเรีย หรือไวรัส รวมถึงส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและปรับปรุงคุณภาพดิน พืชออกฤทธิ์ทางชีวภาพสามารถนำมาใช้ในภาคการเกษตรได้หลายด้าน

สุภัทรา จามกระโทก และคณะ (2547) ศึกษาฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรวงศ์ขิง 3 ชนิด ได้แก่ กระชาย ข่า และขิง ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา 6 ชนิด ได้แก่ *Colletotrichum capsici*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Dothiorella* sp., *Lasiodiplodia theobromae*, *Pestalotiopsis* sp. และ *Pythium aphanidermatum* ผลการทดลองพบว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากกระชายและขิงที่ความเข้มข้น 1,000 ppm สามารถยับยั้ง *C. capsici*, *Dothiorella* sp. และ *P. aphanidermatum* ได้อย่างสมบูรณ์ และสามารถยับยั้งการเจริญของ *Pestalotiopsis* sp. ได้ 88% Passone et al. (2012) รายงานผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืช 5 ชนิด ได้แก่ Boldo Poleo กานพลู โป๊ยกั๊ก และไธม์ พบว่าน้ำมันหอมระเหยจาก Boldo และ Poleo มีคุณสมบัติในการต่อต้านการสร้างอะฟลาทอกซินของ *A. flavus* โดยที่ความเข้มข้น 500 μ l สามารถยับยั้งเชื้อราได้ 75% 83% และ 100% ที่ค่า water activity 0.98 0.95 และ 0.93 ตามลำดับ Sharma and Kumar (2009) ทดสอบสารสกัดจาก *Capparis decidua*, *Lantana camara* และ *Tridax procumbens* ในการต้านเชื้อรา *Fusarium oxysporum* โดยใช้เทคนิคการงอกของสปอร์ที่ความเข้มข้น 10 mg/ml พบว่าสารฟลาโวนอยด์ที่สกัดได้จากดอกของ *T. procumbens* และ *C. decidua* สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ของ *F. oxysporum* ได้ 100% Tapwal et al. (2011) รายงานผลการใช้สารสกัดจากพืช 5 ชนิด ได้แก่ *Cannabis sativa*, *Parthenium hysterophorus*, *Urtica dioica*, *Polystichum squarrosus* และ *Adiantum venustum* ในการยับยั้งเชื้อรา *Alternaria solani*, *Alternaria zinniae*, *Curvularia lunata*, *Rhizoctonia solani* และ *Fusarium oxysporum* ที่ความเข้มข้น 15% และ 20% พบว่าสารสกัดจาก *C. sativa* สามารถยับยั้งเชื้อ *C. lunata* ได้ 100% และสามารถยับยั้งเชื้อ *A. zinniae* ได้ 59.68% ขณะที่สารสกัดจากใบ *Parthenium hysterophorus* สามารถยับยั้งเชื้อ *A. solani* ได้ 50%

2.4 เสม็ดขาว

ชื่อไทย :	เสม็ดขาว
ชื่อสามัญ :	Cajuput tree/ Milk wood/ Paper bark tree
ชื่อวิทยาศาสตร์ :	<i>Melaleuca cajuputi</i> Powell
ชื่อวงศ์ :	Myrtaceae
ชื่ออื่น :	เสม็ด (ภาคกลาง), เม็ด, เหม็ด (ภาคใต้), กือแล (มลายู-ปัตตานี)

เสม็ดขาวเป็นไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบขนาดเล็กถึงกลาง สูง 5-25 m อยู่ในวงศ์ *Myrtaceae* เช่นเดียวกับยูคาลิปตัส มักพบได้ทั่วไปตามชายทะเล ในที่ลุ่มมีน้ำขัง ตามขอบของป่าพรุ ลักษณะลำต้นบิดงอ เปลือกนอกสีขาวนวลลอกออกเป็นชั้น ๆ เปลือกในบางสีน้ำตาลอ่อนใบเดี่ยวเรียงเวียน รูปใบหอก กว้าง 1.5-4 cm ยาว 5-10 cm ปลายและโคนแหลม เส้นใบขนานกัน 3-7 เส้น กิ่งและใบอ่อนมีขนสีขาวเป็นมัน ดอกออกเป็นช่อเชิงลดคล้ายหางกระรอก ยาว 7.5-15 cm มีดอกย่อย 1-3 ดอกต่อช่อ กลีบเลี้ยงและกลีบดอกอย่างละ 5 กลีบ ดอกสีขาวมีขนเล็กน้อย ไม่มีก้าน ผลมีลักษณะรูปถ้วย สีน้ำตาลเทา กว้างและยาวประมาณ 4 mm เมื่อแห้งแตกด้านบน ภายในมีเมล็ดขนาดเล็กประมาณ 200 เมล็ด เสม็ดขาวออกดอกและติดผลตลอดปี (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 ลักษณะพฤกษศาสตร์ของ *Melaleuca cajuputi*

ที่มา: โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช (2544)

2.4.1 สารสำคัญที่พบในใบเสม็ดขาว

เสม็ดขาวมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันซึ่ง สารสำคัญที่พบ เช่น α -pinene, Limonene, 1,8-cineole, Viridiforol (Bautista *et al.*, 2020; Septiana *et al.*, 2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ประโยชน์และการนำไปใช้ของพืชเสม็ดขาว

เสม็ดขาวมีการนำส่วนต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ใบเสม็ดขาวมีการนำมาต้มเป็นยาสมุนไพรพื้นบ้าน และนิยมนำมาทำเป็นน้ำมันหอมระเหย ได้จากการกลั่นไอน้ำใบสดและยอดอ่อน เรียกว่า น้ำมันเขียวหรือ Cajaput oil (นิจศิริ เรืองรังษี และธวัชชัย มังคละคุปต์, 2547) ทำน้ำมันนวดทาแก้เคล็ดเมื่อย ปวดบวม ปวดข้อ และปลายประสาทอักเสบ น้ำมันเขียวเป็นยาสามัญประจำบ้านใช้บรรเทาหวัด ไอหืด และปวดท้อง สารออกฤทธิ์คือเมทิลยูจินอล (สิริลักษณ์ นิยมเตชา, 2545) ที่เรียกว่า น้ำมันเขียว มาจากสีน้ำมันซึ่งเกิดจาก คลอโรฟิลล์ ทองแดง และสารกลุ่ม azulene การวิจัยพบว่าใบเสม็ดขาวมีฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของเชื้อโรค ต้านการอักเสบ และแก้ปวด เนื้อไม้เสม็ดขาวมีความคงทนต่อสภาพที่เปียกชื้นและในน้ำเค็มได้ดี จึงสามารถนำมาใช้ทำเสาเข็ม สร้างบ้าน ทำเฟอร์นิเจอร์ ทำรั้ว และทำถ่านได้ดี ส่วนเปลือกต้นใช้มุงหลังคา ทำฝาบ้านชั่วคราว ใช้ทำหมันเรือ ใช้อุดรูรั่วของเรือ ใช้ย้อมแหหรืออวน ใช้ห่อก้อนไม้สำหรับใช้จุดไฟ ซึ่งเป็นที่นิยมของชาวประมง

2.4.3 การใช้เสม็ดขาวในทางการแพทย์

การใช้สารออกฤทธิ์จากเสม็ดขาว ได้มีรายงานว่ามีการใช้ในทางการแพทย์มานานกว่า 50 ปี (Cuong *et al.*, 1994) กล่าวว่าสารที่ได้มีความปลอดภัย และสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากใบเสม็ดขาวจากเวียดนาม *Melaleuca cajuput* เมื่อนำมาศึกษาองค์ประกอบของน้ำมันพบว่า มีสารสำคัญ linalool, terpinene, terpineol และ 1,8-cineole ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านทานเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* และ *Pseudomonas aeruginosa* ที่แยกได้ ที่เป็นสาเหตุโรคผิวหนังได้

Zhang *et al.* (2019) ศึกษาน้ำมันหอมระเหย *Melaleuca leucadendra* (L.) จากมณฑลฝูเจียง ของจีน โดยใช้ น้ำมันหอมระเหยผสมกับยาปฏิชีวนะทดสอบกับเชื้อ *Candida* เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนพบว่า เกิดความเสียหายของเมมเบรนที่มีผลจากน้ำมันหอมระเหย ความเสียหายเยื่อหุ้มเซลล์ และการเปลี่ยนแปลงของการซึมผ่านของเซลล์ อาจเป็นไปได้ว่าเป็นการเสริมฤทธิ์ร่วมกับยาปฏิชีวนะอื่น ๆ

My *et al.* (2020) ศึกษาน้ำมันหอมระเหย *Melaleuca cajuputi* นำไปวิเคราะห์ GC-MS พบว่าองค์ประกอบ 10 ชนิด ที่มีความสามารถออกฤทธิ์ในการยับยั้ง SARS-CoV-2 มีความเป็นพิษต่อโปรตีน Angiotensin-Converting Enzyme 2 (ACE2) ในร่างกายมนุษย์โดยใช้การ Docking Simulation สารสำคัญที่พบคือ Terpineol, Guaiol, Linalool, Cineol, β -Selinol, α -Eudesmol และ γ -Eudesmol มีฤทธิ์ยับยั้งโปรตีน ACE2 และ PDB6LU7 ได้อย่างดี สามารถป้องกันการเจริญเติบโตของโปรตีนของไวรัสและการแพร่กระจายของเชื้อ SARS-CoV-2 เข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานของ อุไรวรรณ ดิลกคุณานันท์ และคณะ (2546ก) สํารวจและสุ่มเก็บตัวอย่างไบโसेมีดขาวจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ รวม 16 ตัวอย่าง จาก 9 จังหวัด พบว่าน้ำมันที่ได้จากการกลั่นจากไบโसेมีดขาว จากแต่ละแหล่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ มีสีไม่แตกต่างกันเมื่อศึกษาการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยไบโसेมีดขาว ในการต้านการเจริญของเชื้อรา 2 ชนิด คือ *Aspergillus niger*, *Trichophyton mentagrophytes* และเชื้อแบคทีเรีย 2 ชนิด คือ *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* sp. พบว่าน้ำมันหอมระเหยไบโसेมีดขาวทุกตัวอย่างออกฤทธิ์ต้านการเจริญของเชื้อทั้ง 4 ชนิด โดยยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *T. mentagrophytes* ได้ดีที่สุดรองลงมาได้แก่ เชื้อ *S. aureus* และพบว่ามีความแตกต่างกันในการออกฤทธิ์ต่อจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยไบโसेมีดขาวจากแต่ละตัวอย่างแตกต่างกัน และพบว่าน้ำมันหอมระเหยไบโसेมีดขาวจาก MeST 014 จังหวัดสตูล และ MeChp 025 จังหวัดชุมพร ยับยั้งการเจริญของ เชื้อ *Streptococcus* sp. ได้ดีที่สุด

รายงานของ อุไรวรรณ ดิลกคุณานันท์ และคณะ (2546ข) ทดสอบการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ต่อเชื้อรา 8 ชนิดได้แก่ *Aspergillus flavus*, *Aspergillus japonicus*, *Aspergillus niger*, *Eurotium amstedami*, *Eurotium chevaleiri*, *Penicillium camemberti*, *Penicillium* sp. และ *Fusarium* sp. และเชื้อแบคทีเรีย 4 ชนิด คือ *Escherichia coli*, *Pseudomonas* sp., *Salmonella typhimurium* และ *Staphylococcus aureus* ด้วยวิธี Paper Disc Diffusion Method พบว่า น้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบทั้งหมด โดยน้ำมันพลูออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ดีที่สุด รองลงมา ได้แก่ น้ำมันทีทรี และน้ำมันหอมระเหยไบโसेมีดขาวตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่า *Salmonella typhimurium* มีความไวต่อการออกฤทธิ์ของน้ำมันพลูมากที่สุด ในขณะที่เชื้อ *Penicillium camemberti* มีความไวต่อการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยไบโसेมีดขาว

2.4.4 การใช้ประโยชน์จากไบโसेมีดขาวในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค

การใช้ประโยชน์จากธรรมชาติในการควบคุมและกำจัดโรคพืชเป็นที่สนใจของนักวิจัยหลายกลุ่ม นาทยา มนตรี และคณะ (2553) ศึกษาสารสกัดอย่างหยาบจากใบแห้งของไบโเซมีดขาวที่ความเข้มข้น 100 200 400 และ 800 milligram/liter (mg/L) ต่อการยับยั้งเชื้อราโรคพืช *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Phytophthora parasitica* และ *Pythium deliense* พบว่า ทุกระดับความเข้มข้นของสารสกัดอย่างหยาบของไบโเซมีดขาว สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 4 ชนิดได้ โดยที่ระดับความเข้มข้นที่ 400 และ 800 mg/L สามารถยับยั้งเชื้อ *P. parasitica* และ *P. deliense* ได้ 100% ส่วนเปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อ *F. oxysporum* และ *C. gloeosporioides* สูงสุดที่ 87.84% และ 86.16% ที่ความเข้มข้น 800 mg/l ตามลำดับ รายงานของ ชัยพร สามพุ่มพวง และคณะ (2559) นำน้ำมันหอมระเหยไบโเซมีดขาว ยูคาลิปตัส พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีคุณสมบัติต้านเชื้อราและยับยั้งการเก็บ

รักษาผลมะม่วง น้ำมันหอมระเหยที่ใช้ในการศึกษา คือ น้ำมันยูคาลิปตัส ผสมกับเสม็ดขาว 1:1 ที่อัตราส่วน 7:3 บรรจุภัณฑ์ นำมะม่วงมาใส่ถุงกระดาษเคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหย และอิมันชั้นของไขผึ้ง สูตรผสมในปริมาณที่ต่างกัน 6 ระดับ คือ 0 2 4 6 8 และ 10% พบว่าสูตรความเข้มข้นที่ 8% สามารถยับยั้งเชื้อ *C. gloeosporioides* ในผลมะม่วงได้

รายงานของ Sutrisno and Retnosari, (2018) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสามน้ำมันหอมระเหย cajuput ของ *Melaleuca cajuput* จากพื้นที่ต่าง ๆ ในอินโดนีเซีย ได้แก่ วิเคราะห์การใช้ก๊าซโครมวล spectrometry เพื่อตรวจสอบความคล้ายคลึงกัน และความแตกต่างในหมู่สารเคมีองค์ประกอบ พบว่ามี 1,8-cineole ปริมาณมากที่สุด (42-60%), α -terpineole (4-18%) caryophyllene (0.6-11%) และ α -pinene (3-12%) น้ำมันที่มาจากมาลัง มีปริมาณ α -selinene จำนวนมาก (6.73%) เนื่องจากพบว่าสาร 1,8-cineole มีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ วาสิณี ธรรมสถิต และคณะ (2560) ศึกษาการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียน โดยใช้สารสกัดหยาบจากพืช 8 ชนิด ได้แก่ กระชาย ขมิ้นชัน หัวแห้วหมู สับเสือตอ ว่านอัคคีทวาร เปลือกมังคุด เมล็ดมะรุม และไพล ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากกระชาย ขมิ้นชัน สับเสือตอ ไพล และเปลือกมังคุด สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. palmivora* ได้ 100% รายงานของ Siddique *et al.* (2018) น้ำมันหอมระเหยจากใบเสม็ดในช่วงความเข้มข้นระหว่าง 8–250 ($\mu\text{g}/\text{mL}$) มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคพืช ได้แก่ *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Alternaria alternata* และ *Penicillium digitatum*

2.4.5 การใช้ประโยชน์จากไคโตซานเป็นสารเคลือบผิว

การใช้ ไคโตซาน (Chitosan) ในการเคลือบผิวผลไม้เป็นหนึ่งในวิธีทางชีวภาพ ที่ได้รับความนิยม มีคุณสมบัติต่อการยืดอายุการเก็บรักษา ลดการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ และลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว El Ghaouth *et al.* (2000) รายงานว่า การใช้ไคโตซานเคลือบผิวมะเขือเทศสามารถชะลอการสุก และลดการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยฟิล์มไคโตซานมีลักษณะเป็นกึ่งซึมผ่าน ช่วยควบคุมการหายใจของผลไม้ และลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวผลไม้ ในทำนองเดียวกันรายงานของ Bautista-Baños *et al.* (2006) รายงานว่า ไคโตซานเป็นสารประกอบธรรมชาติที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช ทั้งในระยะก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว โดยออกฤทธิ์ผ่านกลไกการรบกวนการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์จุลชีพ กระตุ้นให้พืชผลิตเอนไซม์ต้านเชื้อ และลดความเสียหายจากจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์วิธีการ

3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เข็มเย็บเข็ว (needles)
2. ตะเกียงแอลกอฮอล์
3. จานอาหารเลี้ยงเชื้อขนาด 5 cm
4. จานอาหารเลี้ยงเชื้อขนาด 9 cm
5. หลอดทดลอง
6. ถุงพลาสติก
7. ปีกเกอร์
8. centrifuge tube 50 ml
9. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง ยี่ห้อ Nikon รุ่น eclipse E200
10. กระจกสไลด์
11. แผ่นปิดกระจกสไลด์
12. กระจกฉีดยา
13. cork borer
14. เครื่อง rotary shaker หรือ orbital shaker
15. เครื่อง linear shaker รุ่น SSL2 ยี่ห้อ Stuart
16. เครื่อง incubate shaker รุ่น EW-79520-00 ยี่ห้อ Cole-parmer
17. เครื่องกวนสาร (magnetic stirrer)
18. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (incubator) รุ่น Accuplus i250
19. เครื่องวัด pH (pH meter)
20. เครื่อง ultrasonic bath รุ่น Elma e70, Elma s70h
21. เครื่องวัดความแน่นเนื้อ รุ่น hardness tester รุ่น(FHR-5)
22. เครื่องวัดค่าความหวานแบบดิจิตอลพกพา รุ่น atago PAL-1 (3810)
23. ชุดไทเทรต กรด-เบส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24. เครื่องกลั่นแยกสาร (rotary evaporator)

3.1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ และสารเคมี

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA)
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ corn meal agar
3. อาหารเลี้ยงเชื้อ V8 agar และ V8 broth
4. สารเคมีกำจัดเชื้อรา Benomyl
5. Pentachloronitrobenzene (PCNB)
6. สารปฏิชีวนะ nystatin
7. สารปฏิชีวนะ rifampicin
8. โคโคซาน Food grade
9. acetic acid
10. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
11. Polysorbate 20
12. Glycerol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ศึกษาเชื้อราสาเหตุโรคในทุเรียนและการเตรียมสารสกัดจากพืช

3.2.1 เชื้อราสาเหตุโรคที่นำมาทดสอบ

แยกเชื้อจากตัวอย่างชิ้นส่วนพืช ได้แก่ กิ่ง ใบ ผล ลำต้น ที่แสดงอาการโรคทุเรียน และตัวอย่างดินบริเวณโคนต้นที่เป็นโรค จากสวนทุเรียนในจังหวัดชุมพร มาแยกเชื้อราจากชิ้นส่วนพืชโดยวิธี Tissue Transplanting technique บนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ในส่วนตัวอย่างดินแยกโดยวิธี soil dilution plate และ วิธี baiting technique เมื่อได้โคโลนีของเชื้อรา ให้ย้ายชิ้นวั่นไปเลี้ยงบน PDA เพื่อแยกเชื้อบริสุทธิ์ ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา เช่น ลักษณะของโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นใย และสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์

นอกจากเชื้อสาเหตุโรคที่แยกได้จากวิธีข้างต้นแล้ว ยังใช้เชื้อสาเหตุโรคในทุเรียนที่ได้รับความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.วีระณีย์ ทองศรี ภาควิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ได้แก่ *Phytophthora palmivora* จำนวน 3 ไอโซเลท ได้แก่ ku-Dptckkl, ku-Dpttkl, ku-nw และเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* จำนวน 1 ไอโซเลท ku-dc

3.2.2 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อ

ในกรณีของเชื้อในกลุ่ม Oomycetes เช่น เชื้อ *Phytophthora* spp. ทำการเลี้ยงเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อ V8 agar ประมาณ 7 วัน จากนั้นทำการตัดชิ้นวั่นลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมน้ำกลั่นประมาณ 20 ml เมื่อเสร็จนำจานอาหารดังกล่าวใส่ในตู้บ่มภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์นาน 24-48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25-28°C เพื่อกระตุ้นให้เชื้อสร้างสปอร์แรงเจีย (sporangia) นอกจากนั้นศึกษาโครงสร้างแบบอาศัยเพศด้วยการเลี้ยงเชื้อบนอาหาร V8 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ในกรณีของเชื้อราทั่วไปในกลุ่ม true fungi ได้แก่ *C. gloeosporioides*, *Fusarium* sp., *Lasiodiplodia* sp., *Rhizoctonia* sp. ที่แยกได้ นำมาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และศึกษาโครงสร้างของเชื้อรา เช่น ลักษณะเส้นใย และส่วนขยายพันธุ์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อแต่ละชนิด และเพื่อจัดจำแนก

3.2.3 การทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรค

การทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อรา *P. palmivora*, *Fusarium* sp. และ *Rhizoctonia* sp. ใช้วิธี detached leaf test โดยใช้ใบทุเรียน ระยะเฟสลาด ทำแผลที่ใบโดยใช้เข็มที่ฆ่าเชื้อ 3 จุด จุดละ 1-5 แผล ในส่วนของเชื้อสาเหตุที่เกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวทดสอบโดยใช้วิธี detached fruits test ทดสอบกับผลทุเรียน ได้แก่เชื้อ *C. gloeosporioides* ไอโซเลท ku-dc และ *Lasiodiplodia* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท KM-dlt โดยใช้เชื้อราสาเหตุโรคที่เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA อายุ 7 วัน วางชิ้นวุ้นเชื้อก่อโรคขนาด 5 mm และใช้วุ้น PDA เป็นชุดควบคุม และทำการบันทึกวัดขนาดแผล ดัดแปลงวิธีจาก Vawdrey *et al.* (2005) ทุกชุดการทดลองบ่มในกล่องพลาสติกชั้นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นทำการประเมินความรุนแรงของโรคโดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (disease incidence)} = (\text{จำนวนใบที่เกิดโรค} / \text{จำนวนใบทั้งหมด}) \times 100$$

3.2.4 การเตรียมสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว

ดำเนินการเก็บตัวอย่างใบเสม็ดขาวระยะใบเพสลาด ในเขตพื้นที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

การเตรียมสารสกัดหยาบเสม็ดขาว *M. cajuputi* crude extract (MCE) นำใบเสม็ดขาวล้างด้วยน้ำสะอาด ผึ่งให้แห้ง และนำไปอบด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45°C ระยะเวลา 1-2 วัน (จนแห้งสนิท) นำไปย่อยให้มีขนาดเล็กลงด้วยเครื่องบด จึงนำตัวอย่างใบพืชที่ได้ไปสกัดด้วยตัวทำละลาย 75% ethanol อัตราส่วน 1:9 ด้วยเครื่อง ultrasonic เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นทำการกรองแยกสารสกัดออก และเติมตัวทำละลายใหม่ ทำการสกัดทั้งหมด 3 ครั้ง จึงนำสารสกัดทั้งหมดที่ได้ ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 40°C จะได้สารที่มีลักษณะข้นเหนียว เรียกว่า สารสกัดหยาบ (crude extract) และเก็บสารสกัดที่ได้ไว้ในตู้เย็น 10-15°C

การเตรียมน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว *M. cajuputi* essential oil (MEO) นำตัวอย่างใบเสม็ดขาว ชั่งน้ำหนัก 500-1,000 g จากนั้นล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง และนำมาตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ สกัดน้ำมันหอมโดยวิธีกลั่นแบบไอน้ำ (steam distillation) หลังจากกลั่นประมาณ 3-4 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำมันที่ได้ ทำการไขน้ำมันออกมาจาก vial ใช้ไมโครปิเปตดูดน้ำมัน และทำการแยกน้ำมันออกจากน้ำ เก็บในที่อุณหภูมิ 5°C ให้พ้นแสง เพื่อรอการนำไปทดสอบการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อสาเหตุต่อไป

3.3 การทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวต่อการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน

3.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการยับยั้งการเจริญของเส้นใย

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อ ด้วยเทคนิค poisoned food โดยใช้แผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ ในการเตรียมสารทดสอบใช้ 2% Tween20 เป็นตัวช่วยในการละลายสารสกัดทั้ง 2 ชนิด การเตรียมสารสกัดหยาบจากเสม็ดขาว จะเตรียมที่ความเข้มข้น 500 1,000 5,000 10,000 15,000 และ 20,000 ppm ในส่วนของน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาว เตรียมความเข้มข้นที่ 100 500 1,000 5,000 และ 10,000 ppm ผสมสารสกัดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ลงในอาหาร PDA เทออาหารใส่จานเลี้ยงเชื้อขนาด 5 ml จากนั้นวางเชื้อสาเหตุบริสุทธิ์ที่แยกได้ ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละความเข้มข้น บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลโดยการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (cm) แล้วนำมาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย (percentage inhibition of diameter growth = PIDG) ตามวิธีของ เกษม สร้อยทอง (2532) โดยใช้สูตร

$$PIDG = \frac{(A-B)}{A} \times 100$$

A = เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อโรคในงานชุดควบคุม

B = เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อโรคในงานเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารสกัด

นำผลการยับยั้งมาคำนวณหาค่าความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพ (effective concentration) ที่สามารถยับยั้งได้ไม่น้อยกว่า 50% (EC_{50}) และที่ยับยั้งได้ 90% (EC_{90}) โดยใช้โปรแกรม statistical package for the social sciences (SPSS) v.28.0

3.3.2 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์ (spore germination test)

เตรียมสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในความเข้มข้นต่าง ๆ เช่นเดียวกับข้อ

3.3.1 นำมาผสมกับสารแขวนลอยสปอร์ที่ความเข้มข้น 1×10^6 spore/ml โดยใช้ น้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ตรวจสอบการยับยั้งการงอกของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ในช่วง 12 24 48 และ 96 ชั่วโมง นำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง

3.3.3 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (Spore formation)

การสร้าง sporangium ของเชื้อ *Phytophthora* sp. ทดสอบโดยเฉพาะเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อายุ 5 วัน ตัดชิ้นวุ้นเชื้อขนาด 2×2 mm ใส่ลงในสารละลายสารสกัดหยาบ และน้ำมันเสม็ดขาวที่ความเข้มข้นต่าง ๆ สำหรับชุดควบคุมจะใช้น้ำนิ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 3 วัน จึงสุ่มนับจำนวน sporangium ทั้งหมด ซ้ำ 3 ครั้ง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง

3.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดใบเสม็ดขาว

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดใบเสม็ดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว ส่งตรวจโดยใช้ Gas Chromatography - Mass Spectrometer/ Mass Spectrometer, SCIION 436-GC MS/MS TRIPLE QUAD, BRUKER, USA วิเคราะห์โดยศูนย์วิจัยร่วมภาครัฐ และเอกชน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สำหรับการจำแนกองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันเม็ดขาว และวิเคราะห์โดยใช้บริการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.5 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการควบคุมโรคทุเรียนก่อนการเก็บเกี่ยวในสภาพโรงเรือน

ในการทดลองนี้ได้ทำการคัดเลือกสารสกัดเสม็ดขาว ที่มีค่าการยับยั้งเส้นใยได้ 90% (EC₉₀) จากผลการทดลองในข้อ 3.2 มาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อ *P. palmivora* สาเหตุโรคก่อนการเก็บเกี่ยวในสภาพโรงเรือน โดยใช้ต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หอมทองอายุ 1 ปี ที่มีลักษณะแข็งแรงและปราศจากโรคเป็นพืชทดสอบ ทำการปลูกเชื้อสาเหตุโรค *P. palmivora* โดยทำแผลที่บริเวณลำต้นด้วย cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm ลึกไม่เกิน 5 mm จากนั้นปลูกเชื้อที่ทดสอบด้วยการตัดชิ้นวุ้นเส้นใยเชื้อ และนำมาวางบนแผลที่ทำไว้ ใช้เทปพันให้รอบที่ปลูกเชื้อ แล้วจึงนำถุงพลาสติกคลุมต้นพืชและพ่น น้ำสะอาดเพื่อให้เกิดความชื้นทิ้งไว้ 2 วัน จนพืชแสดงอาการเกิดโรคในระดับ 3 คือมีขนาดแผลเท่ากับ 5.1-7.5 cm เพื่อใช้เป็นต้นกล้าในการทดสอบ

3.5.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการควบคุมโรค

เตรียมสารสกัดหยาบที่จะทดสอบในรูปแบบผลิตภัณฑ์ 2 รูปแบบ คือ น้ำสำหรับพ่นและครีมสำหรับทา (ภาพที่ 3.1) ให้มีความเข้มข้นที่ 20,000 ppm โดยทำการพ่นหรือทา บนต้นกล้าที่แสดงอาการโรคลำต้นเน่า *P. palmivora* ที่แสดงอาการเกิดโรคระดับ 3 ซึ่งเตรียมตามวิธีข้างต้นและทดสอบโดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 6 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ดังนี้

T1 = ไม่ปลูกเชื้อ ใช้น้ำกลั่นพ่น (healthy control)

T2 = ทำการปลูกเชื้อ ไม่พ่นสาร (inoculation control)

T3 = พ่นสารสกัดหยาบเสม็ดขาวความเข้มข้น 20,000 ppm โดยพ่นทุก ๆ 3 วัน

T4 = พ่นสารสกัดหยาบเสม็ดขาวความเข้มข้น 20,000 ppm โดยพ่นทุก ๆ 7 วัน

T5 = ทาครีมสารสกัดหยาบเสม็ดขาวความเข้มข้น 20,000 ppm ทาทุก ๆ 7 วัน

T6 = ทาครีมสารสกัดหยาบเสม็ดขาวความเข้มข้น 20,000 ppm ทาทุก ๆ 14 วัน

ในทุกกรรมวิธีทดสอบใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 35 วัน และทำการเก็บข้อมูลโดยบันทึกผลการเกิดโรค (อาการแผล ขนาดแผล เปอร์เซ็นต์การเป็นโรค) ทุก ๆ 7 วัน ตามภาพที่ 3.2 ทำการเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และนำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การลดโรคตามสูตร

โดยประเมินดัชนีความรุนแรงของโรค 4 ระดับ (ภาพที่ 3.2)

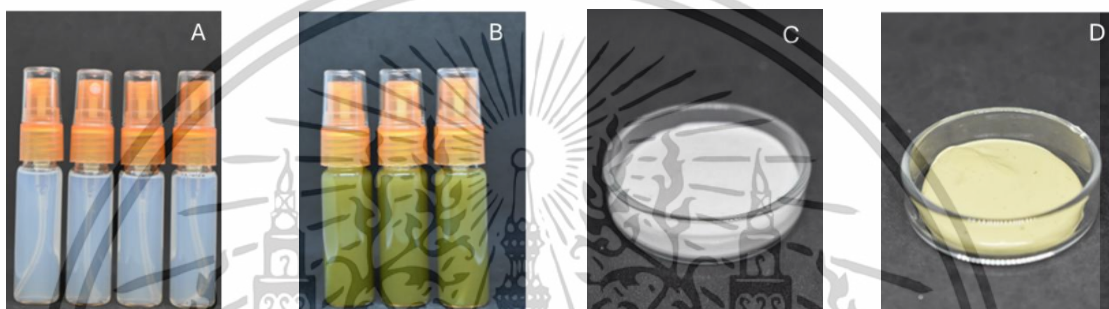
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำมาคำนวณเป็นความรุนแรงของโรค (disease severity)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงโรค (disease severity)} = \frac{\text{ผลรวมของดัชนีความรุนแรงของโรค}}{\text{ดัชนีการแสดงโรคสูงสุด}} \times 100$$

ในส่วนของเปอร์เซ็นต์การลดโรคคำนวณจากขนาดของแผล โดยคำนวณได้จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การลดโรค (Disease reduction\%)} = \frac{(\text{ขนาดแผลในกรรมวิธีควบคุม} - \text{ขนาดแผลในกรรมวิธีทดสอบสารสกัด})}{\text{ขนาดของแผลในกรรมวิธีควบคุม}} \times 100$$



ภาพที่ 3.1 ผลิตภัณฑ์จากสารเสม็ดขาว A: ผลิตภัณฑ์แบบพ่นน้ำมันเสม็ด 2,000 ppm, B: ผลิตภัณฑ์แบบพ่นสารสกัดหยาบเสม็ดขาว 20,000 ppm, C: ผลิตภัณฑ์แบบการท้าน้ำมัน เสม็ด 2,000 ppm, D: ผลิตภัณฑ์แบบการทาสารสกัดหยาบเสม็ดขาว 20,000 ppm

lesion size	0 cm	1-2.5 cm	2.6-5 cm	5.1-7.5 cm	7.6-10 cm
Score	0	1	2	3	4

ภาพที่ 3.2 คะแนนความรุนแรงของโรคลำต้นเน่าต้นกล้าทุเรียน

0 = ไม่เกิดโรค

1 = รอยโรคที่ความยาว 1-2.5 cm รอยแผลสีดำ ฉ่ำน้ำ

2 = แผลขนาดกลางยาว 2.6-5 cm รอยแผลสีดำ ฉ่ำน้ำ อาการยางไหล

3 = แผลใหญ่ 5.1-7.5 cm รอยแผลสีดำ ฉ่ำน้ำ อาการยางไหล

4 = แผลใหญ่ 7.6-10 cm รอยแผลสีดำ ฉ่ำน้ำ อาการยางไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการควบคุมโรค

น้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวเตรียมสารในรูปแบบผลิตภัณฑ์ 2 รูปแบบ คือ น้ำสำหรับพ่น และครีมทาสำหรับทา (ภาพที่ 3.1) ให้มีความเข้มข้นที่ 2,000 ppm (สารออกฤทธิ์) ดำเนินการทดสอบและวางแผนการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.5.1 โดยมีวิธีการทดสอบดังนี้

- T1 = ไม่ปลูกเชื้อ ใช้น้ำกลั่นพ่น (healthy control)
- T2 = ทำการปลูกเชื้อ ไม่พ่นสาร (inoculation control)
- T3 = พ่นน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 2,000 ppm โดยพ่นทุก ๆ 3 วัน
- T4 = พ่นน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 2,000 ppm โดยพ่นทุก ๆ 7 วัน
- T5 = ทาครีมน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 2,000 ppm โดยทาทุก ๆ 7 วัน
- T6 = ทาครีมน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 2,000 ppm โดยทาทุก ๆ 14 วัน

3.6 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการควบคุมโรคทุเรียน และรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

3.6.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวต่อการยับยั้งโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ *P. palmivora*

นำผลการทดสอบที่ได้จากข้อ 3.3 ได้แก่ค่า EC_{50} ในการยับยั้งการเจริญทางเส้นใย และใช้ค่าสองเท่าของ EC_{50} มาใช้เป็นความเข้มข้นในการทดสอบในครั้งนี้ โดยเตรียมสารละลายสารสกัดหยาบเสม็ดขาวให้ได้ความเข้มข้น 600 และ 1,200 ppm น้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppm

คัดเลือกผลทุเรียนจากแปลงปลูกในจังหวัดชุมพร ที่มีความสุกไม่เกิน 70% ปราศจากโรคแมลง และรอยตำหนิ นำผลทุเรียนล้างทำความสะอาด ฆ่าเชื้อพื้นผิวด้วย Clorox ความเข้มข้นที่ 200 ppm นาน 2 นาที (Allende *et al.*, 2008) จากนั้นล้างออกด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อและทำให้แห้ง นำผลทุเรียนจุ่มเคลือบด้วยสารละลายเสม็ดขาวด้วยวิธีการจุ่ม (dipping method) จากนั้นทำการปลูกเชื้อสาเหตุโรคผลเน่า ได้แก่ เชื้อ *P. palmivora* ไอโซเลท ku-rwl โดยทำแผลบริเวณผลทุเรียน และวางขึ้นวุ้นขนาด 5 mm แล้วเก็บผลทุเรียนในกล่องพลาสติกเป็นเวลา 2 วัน เพื่อเป็นการบ่มเชื้อ จากนั้นย้ายออกจากกล่อง และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25°C

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ มีกรรมวิธีดังนี้

T1 = ไม่จุ่มสาร ไม่ปลูกเชื้อ (healthy control)

T2 = ไม่จุ่มสาร ปลูกเชื้อ *P. palmivora* (inoculation control)

T3 = จุ่มสารสกัดหยาบเสม็ดขาวความเข้มข้น 600 ppm (MCE:600)

T4 = จุ่มสารสกัดหยาบเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,200 ppm (MCE:1,200)

T5 = จุ่มน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 500 ppm (MEO:500)

T6 = จุ่มน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,000 ppm (MEO:1,000)

บันทึกผลโดยวัดขนาดของแผล คือ 0–4 ระดับ โดย 0 = ไม่มีการติด เชื้อ; 1 = แผลขนาด 1–5 cm; 2 = แผลขนาด 5–10 cm; 3 = แผลขนาด 10–15 cm; 4 = ขนาดแผลมากกว่า 15 cm

3.6.2 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวต่อการยับยั้งโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ *C. gloeosporioides*

นำผลการทดสอบจากข้อ 3.3 ได้แก่ ค่าความเข้มข้นในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยโดยใช้ค่า EC_{50} และนำค่าสองเท่าของ EC_{50} มาใช้ในการทดสอบ ดำเนินการเตรียมผลทุเรียนตามข้อ 3.6.1 จากนั้นเตรียมสารละลายสารสกัดหยาบเสม็ดขาวให้ได้ความเข้มข้น 1,400 และ 2,800 ppm เตรียมสารละลายน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวที่มีความเข้มข้น 800 และ 1,600 ppm จากนั้นทำการปลูกเชื้อสาเหตุโรคผลเน่าได้แก่เชื้อ *C. gloeosporioides* ไอโซเลท ku-dc รวมทั้งการบันทึกผลประเมินความรุนแรงโรคเช่นเดียวกับการทดลอง 3.5.1 โดยมีกรรมวิธีทดสอบดังนี้

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ มีกรรมวิธีดังนี้

T1 = ไม่จุ่มสาร ไม่ปลูกเชื้อ (healthy control)

T2 = ไม่จุ่มสาร ปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* (inoculation control)

T3 = จุ่มสารสกัดหยาบเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,400 ppm (MCE:1,400)

T4 = จุ่มสารสกัดหยาบเสม็ดขาวความเข้มข้น 2,800 ppm (MCE:2,800)

T5 = จุ่มน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 800 ppm (MEO:800)

T6 = จุ่มน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,600 ppm (MEO:1,600)

3.6.3 การประยุกต์ใช้สารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวร่วมกับไคโตซานในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว และรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียน

3.6.3.1 ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบเสม็ดขาวร่วมกับไคโตซานในยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ *P. palmivora*

การประยุกต์ใช้สารสกัดร่วมกับไคโตซานโดยดำเนินการคัดเลือกผลทุเรียนมาทดสอบ เช่นเดียวกับข้อ 3.6.1 จากนั้นเตรียมสารละลายไคโตซาน ซึ่งละลายผงไคโตซานกับ 1.0% acetic acid ด้วยเครื่องกวนสารเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ปรับ pH ด้วย 1 N NaOH ให้ได้ค่าอยู่ในช่วง 6-7 จากนั้นผสมร่วมกับสารสกัดจากเสม็ดขาวตามความเข้มข้นที่ทดสอบตามข้อ 3.6.1 และ 3.6.2 โดยให้ความเข้มข้นสุดท้ายของไคโตซานเท่ากับ 1% ทำการเคลือบผิวทุเรียนด้วยวิธีการจุ่ม (dipping method) เป็นเวลา 15-30 วินาที และทำให้แห้ง ทำซ้ำ 3 ครั้ง หลังจากนั้นทำการปลูกเชื้อโรคผลเน่า ได้แก่ เชื้อ *P. palmivora* ไอโซเลท ku-rwl ทำแผลโดยใช้ cork borer เจาะลึก 0.5 cm ใช้ชิ้นวัสดุเส้นใยวางบริเวณผลทุเรียนเพื่อปลูกเชื้อ ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25°C ทิ้งไว้ 7 วัน

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized design (CRD) จำนวน 5 กรรมวิธี ดังนี้

T1 = จุ่มด้วยน้ำกลั่น ไม่ปลูกเชื้อ (healthy control)

T2 = จุ่มด้วยน้ำกลั่น ปลูกเชื้อ *P. palmivora* (inoculation control)

T3 = จุ่มด้วยไคโตซาน 1% ปลูกเชื้อ *P. palmivora* : (CHI1%)

T4 = จุ่มด้วยไคโตซาน 1% ร่วมกับสารสกัดหยาบเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,200 ppm ปลูกเชื้อ *P. palmivora* : (CHI1%:MCE1,200)

T5 = จุ่มด้วยไคโตซาน 1% ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,000 ppm ปลูกเชื้อ *P. palmivora* : (CHI1%:MEO1,000)

บันทึกผลการทดลองโดยบันทึกผลโดยวัดขนาดของแผลทุก ๆ 2 วัน คือ 0-4 ระดับ โดย 0 = ไม่มีการติด เชื้อ; 1 = แผลขนาด 1-5 cm; 2 = แผลขนาด 5-10 cm; 3 = แผลขนาดมากกว่า 10-15 cm; 4 = ขนาดแผลมากกว่า 15 cm และคำนวณเปอร์เซ็นต์ดัชนีความรุนแรงโรคตามสูตรดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงโรค} = \frac{\sum(\text{จำนวนผลที่เกิดโรค} \times \text{คะแนนขนาดแผล})}{\text{จำนวนผลทั้งหมด} \times \text{คะแนนขนาดแผลสูงสุด}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3.2 ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเสม็ดขาวร่วมกับไคโตซานในการรักษาคุณภาพของทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยว

เตรียมผลทุเรียนตามข้อ 3.6.1 และดำเนินการจุ่มผลทุเรียนด้วยไคโตซานที่ผสมสารสกัดเสม็ดขาวตามข้อ 3.6.3.2 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 กรรมวิธี ดังนี้

T1 = จุ่มด้วยน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว (healthy control)

T2 = จุ่มด้วยไคโตซาน 1% (CHI 1%) (inoculation control)

T3 = จุ่มด้วยไคโตซาน 1% ร่วมกับสารสกัดหยาบเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,200 ppm:
(CHI1%:MCE1,200)

T4 = จุ่มด้วยไคโตซาน 1% ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,000 ppm:
(CHI1%: MEO1,000)

บันทึกผลโดยวิเคราะห์คุณภาพการเก็บรักษาของผลผลิตหลังจากทำการเคลือบผิวเก็บรักษาที่ 7 และ 14 วัน โดยเก็บข้อมูล ดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์คุณภาพของทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยวโดยวัดคุณภาพดังนี้

1) การสูญเสียน้ำหนัก

ทำการชั่งน้ำหนักของผลทุเรียนด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง ตั้งแต่วันแรกของการจุ่ม และชั่งน้ำหนักซ้ำทุก ๆ 2 วัน จนสิ้นสุดระยะเวลาเก็บรักษา (12 วัน) นำไปคำนวณการสูญเสียน้ำหนักได้จากสูตร ลัตดาวัลย์ คำมะปะนา และคณะ (2563)

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (\%)} = \left(\frac{A-B}{A} \right) \times 100$$

A คือ น้ำหนักเริ่มต้นก่อนเก็บรักษาของผลไม้

B คือ น้ำหนักหลังเก็บรักษา

2) ความแน่นเนื้อ

การทดสอบความแน่นเนื้อของทุเรียน ดำเนินการทดสอบในส่วนของเนื้อผลด้วยเครื่องมือทดสอบความแข็งของผลไม้ (Fruits Hardness Tester, FHR-5) โดยสุ่มวัดความแข็งของเนื้อผลสามจุด (หัว กลาง ท้ายของพู) ค่าที่บันทึกแสดงถึงความหนาแน่นของเนื้อผล ซึ่งแสดงผลเป็นหน่วยนิวตัน (N)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การวัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ทั้งหมด Titratable acidity (TA)

การวิเคราะห์ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ทั้งหมด (TA) ด้วยการไทเทรตและคำนวณค่าความเป็นกรด ใช้ค่าคงที่กรดมาลิก (0.067) (Tan *et al.*, 2019) ซึ่งจะผสมตัวอย่างเนื้อทุเรียน 10 g กับน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ 15 ml จากนั้นคั้นน้ำทุเรียนและกรองสารด้วยผ้าขาวบาง หลังจากนั้นทำการไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 N โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ในการหาจุดสิ้นสุดของการไทเทรต ซึ่งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน และนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าความเป็นกรด ตามสูตรของ AOAC (1990)

$$TA (\%) = \left(\frac{(\text{ml NaOH}) \times (\text{N NaOH}) \times 0.067}{\text{ปริมาตรของสารละลายตัวอย่าง}} \right) \times 100$$

ml NaOH: ปริมาตรสารละลาย NaOH ที่ใช้เพื่อหาจุดสิ้นสุด (ml)

N NaOH: ความเข้มข้นของสารละลาย NaOH (0.1 N)

กรดมาลิกหลักในทุเรียน (0.067)

4) การวัดปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid) TSS

การศึกษาในครั้งนี้วัดโดยใช้เครื่อง Refractometer แบบดิจิทัล "Pocket" PAL แสดงผลเป็นองศาบริกซ์ (°Brix) ด้วยการนำตัวอย่างเนื้อทุเรียนปริมาณ 5 g มาทำการคั้น และเติมน้ำกลั่น 10 ml จากนั้นกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4 และทำการวัดและบันทึกผลเป็นค่าองศาบริกซ์ (°Brix)

3.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลจากการทดลองที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) โดยใช้โปรแกรม R statistics

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การศึกษาเชื้อราสาเหตุโรคของทุเรียน

4.1.1 การแยกเชื้อและจัดจำแนกเชื้อสาเหตุโรคโดยใช้สัณฐานวิทยา

การแยกเชื้อราสาเหตุโรคของทุเรียนก่อนการเก็บเกี่ยว และหลังการเก็บเกี่ยว ในครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่าง จากอาการที่กิ่ง ใบ และผลทุเรียน จากแปลงเกษตรกรในพื้นที่ อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร พบเชื้อในกลุ่ม Oomycetes ได้แก่เชื้อ *Phytophthora* sp. จำนวน 3 ไอโซเลท ในส่วนเชื้อราทั่วไป หรือ true fungi พบเชื้อ *Fusarium* sp. จำนวน 2 ไอโซเลท เชื้อ *Rhizoctonia* sp. จำนวน 1 ไอโซเลท และเชื้อ *Lasiodiplodia* sp. จำนวน 1 ไอโซเลท จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานและจัดจำแนก สามารถระบุรายละเอียดดังต่อไปนี้

การแยกเชื้อจากอาการกิ่งทุเรียน ที่มีลักษณะอาการกิ่งแห้งกรอบพบเชื้อ จำนวน 2 ไอโซเลท คือ KM-DFa และ KM-DFg จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานคาดว่า เป็นเชื้อ *Fusarium* sp. โดยทั้ง 2 ไอโซเลท มีโครงสร้างที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย พบลักษณะโคโลนิบนอาหารเลี้ยงเชื้อมีสีขาว เส้นใยฟูละเอียด เมื่อมีอายุมากขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีครีมเหลือง ศึกษาโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ทั้งสอง ไอโซเลท พบการสร้างสปอร์ 2 แบบ คือ macroconidia รูปร่างเรียวยาว ถึงทรงกระบอก ปลายมนเล็กน้อย มี septum กัน 4-6 septum เซลล์ใสไม่มีสี บริเวณ apical cell มีลักษณะมน (blunt) ส่วน basal cell ส่วน microconidia ส่วนใหญ่พบมีรูปร่างรี รูปไข่ (ตาราง 4.1 และภาพที่ 4.2-4.3) สอดคล้องกับรายงานของ รัตยาพงศ์พิสุทธา และคณะ (2563) รายงานถึงส่วนขยายพันธ์ของ *Fusarium* sp. ที่ทำการแยกเชื้อราสาเหตุโรคกิ่งแห้งในทุเรียนได้ 28 ไอโซเลท จากชุมพร จันทบุรี และตราด ผลการศึกษาดังกล่าวพบว่าลักษณะตรงตามเกณฑ์การจัดจำแนกของเชื้อรา *F. solani* ตามคำอธิบายของ (Leslie and Summerell. 2006)

การแยกเชื้อสาเหตุโรคทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยว จากตัวอย่างที่แสดงอาการผลเน่า ได้จำนวน 1 ไอโซเลท คือ KM-dlt จากการศึกษาคาดว่า เป็นเชื้อ *Lasiodiplodia* sp. โดยมีลักษณะเส้นใยฟูสีเทาอ่อนถึงดำ เชื้อราสร้าง fruiting body แบบ pycnidia และ conidia ระยะเวลาที่มีสีใส เซลล์เดี่ยว รูปไข่ (oblong) ถึงยาวรีจนถึงค่อนข้างกลมปลาย ด้านหนึ่งกลมมน เมื่อ conidia แก่จะสร้างผนังกัน 1 septum แบ่งเป็นสองเซลล์ มีรูปร่างรีคล้ายไข่ ผนังด้านนอกหนา 2 ชั้น (ตาราง 4.1 และภาพที่ 4.4) ผลการจัดจำแนกดังกล่าว มีลักษณะของเชื้อตรงตามรายงานของ สมศิริ แสงโชติ และคณะ (2539) การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวในทุเรียน *Lasiodiplodia* sp. สร้าง pycnidia ฝังในเนื้อเยื่อเปลือกบริเวณที่เกิดอาการปล่อย conidia สีดำออกมาทางปากเปิด ทำให้เห็นเป็นเขม่าสีดำ conidia มีสีน้ำตาลดำ และมีผนังกัน 1 septate นอกจากนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีรายงานของ รังสิมันต์ ธีระวงศ์ภิญโญ และคณะ (2562) ศึกษาลักษณะทางสัณฐานร่วมกับข้อมูลทางชีวโมเลกุลของเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. ที่แยกได้จากทุเรียนจำนวน 30 ไอโซเลท พบว่าเชื้อรา *L. theobromae*, *L. pseudotheobromae* และ *L. parva* เป็นชนิดที่สามารถก่อโรคผลเน่าทุเรียนในประเทศไทยได้

การแยกเชื้อจากตัวอย่างอาการรากเน่าโคนเน่า เมื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานบนอาหารเลี้ยงเชื้อและภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จากนั้นเปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิงที่มีการระบุสาเหตุของเชื้อ คาดว่าเป็นเชื้อ *P. palmivora* จำนวน 3 ไอโซเลท คือ KM-Dpt02, KM-Dpt04 และ KM-Dpt05 โดยเมื่อศึกษาลักษณะโคโลนิบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 3 ชนิดคือ PDA, CMA และ V8 พบโคโลนิบนอาหารเลี้ยงเชื้อแตกต่างกัน คือ ไอโซเลท KM-Dpt02 มีโคโลนิลักษณะ radial ไอโซเลท KM-Dpt04 โคโลนิลักษณะเป็นแบบ stellate และ ไอโซเลท KM-Dpt05 โคโลนิมีลักษณะ chrysanthemum ทุก ไอโซเลท มีเส้นใยสีขาว ไม่มีผนังกัน และเมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ V8 (Selective Medium) นาน 7 วัน เชื้อมีการสร้างส่วนขยายพันธุ์คือ sporangium และ papilla อย่างชัดเจน ภายใน sporangium ผลิต zoospore รูปร่างเหมือนกัน คือแบบ ovoid (ตาราง 4.1 และภาพที่ 4.5-4.10) จากการศึกษาและเปรียบเทียบเชื้อราดังกล่าว มีลักษณะตรงตาม *P. palmivora* กับรายงานของ (Suzui *et al.*, 1979; Danial *et al.*, 2023; Pongpisutta and Sangchote 2004) ระบุถึงลักษณะของเชื้อ *Phytophthora* sp. เข้าทำลายต้นทุเรียน

การแยกเชื้อสาเหตุโรคทุเรียนก่อนการเก็บเกี่ยว จากตัวอย่างที่แสดงลักษณะอาการใบติดของทุเรียน เมื่อศึกษาลักษณะสัณฐานคาดว่าเชื้อ *Rhizoctonia* sp. (KM-DRH) จำนวน 1 ไอโซเลท โดยลักษณะโคโลนิบนอาหารเลี้ยงเชื้อมีสีขาวเทา เมื่อส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าลักษณะเส้นใยสร้าง asexual spore มีผนังกันเซลล์เป็นระยะ เส้นใยแตกแขนงทั้งเป็นมุมฉาก และมุมแหลม สร้างเส้นใยเฉพาะ resistant structure เส้นใยมี 3 ลักษณะ แบบแรกเป็นแบบยาวตรง มีแขนงสั้น ๆ แบบที่สองเป็น labate mycelium สร้าง penetration peg เส้นใยแบบที่สาม moniloid cell จะเจริญรวมกันเป็นเม็ด sclerotium (ตาราง 4.1 และภาพที่ 4.11) ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับการจัดจำแนกตามรายงานของ Thuan *et al.* (2008)

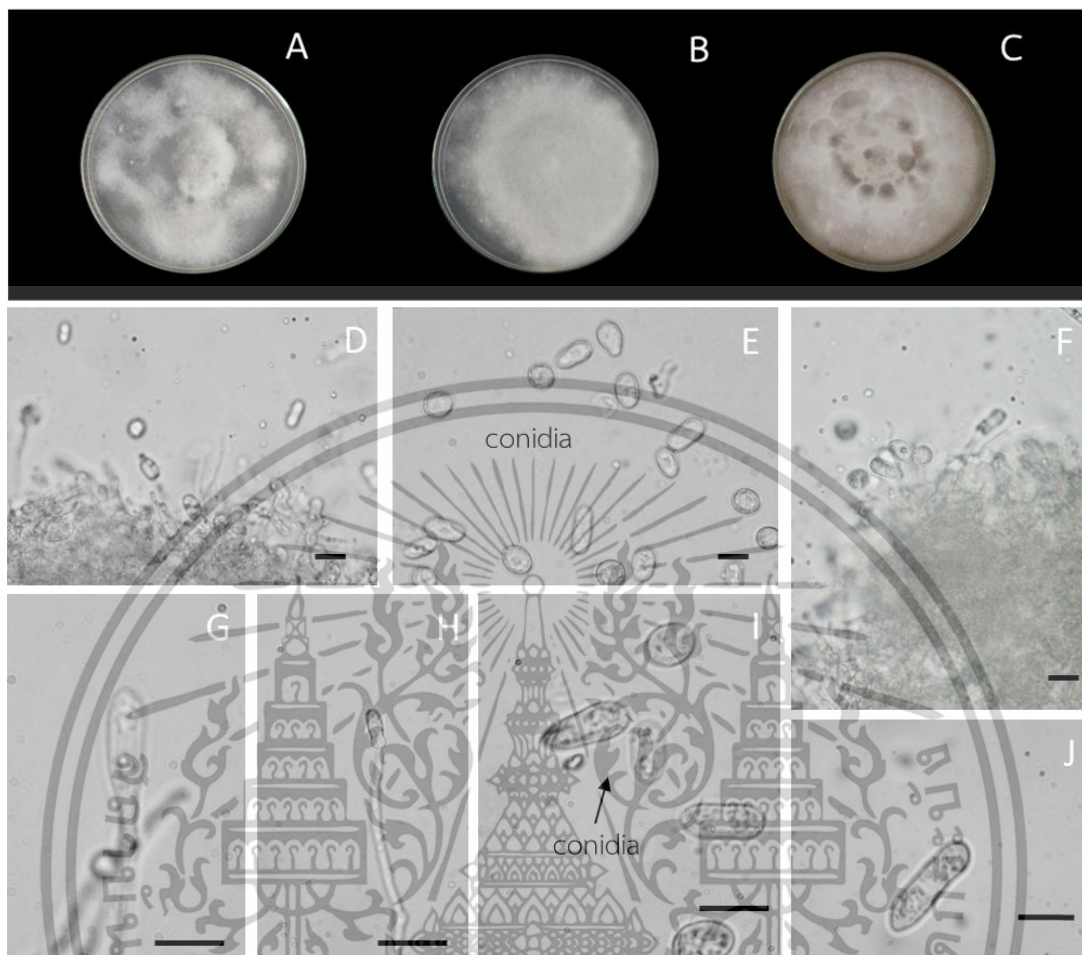
ในการศึกษาการทดลองครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์เชื้อราสาเหตุโรคในทุเรียน จำนวน 4 ไอโซเลท ได้แก่ เชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* ku-dc, และ *P. palmivora* sp. ku-Dptckkl, ku-Dpttkl, ku-rwl จากภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน (ตาราง 4.1 และภาพที่ 4.1) และ (ภาพที่ 4.8-4.10) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1 แหล่งที่มาของเชื้อสาเหตุโรคของทุเรียน

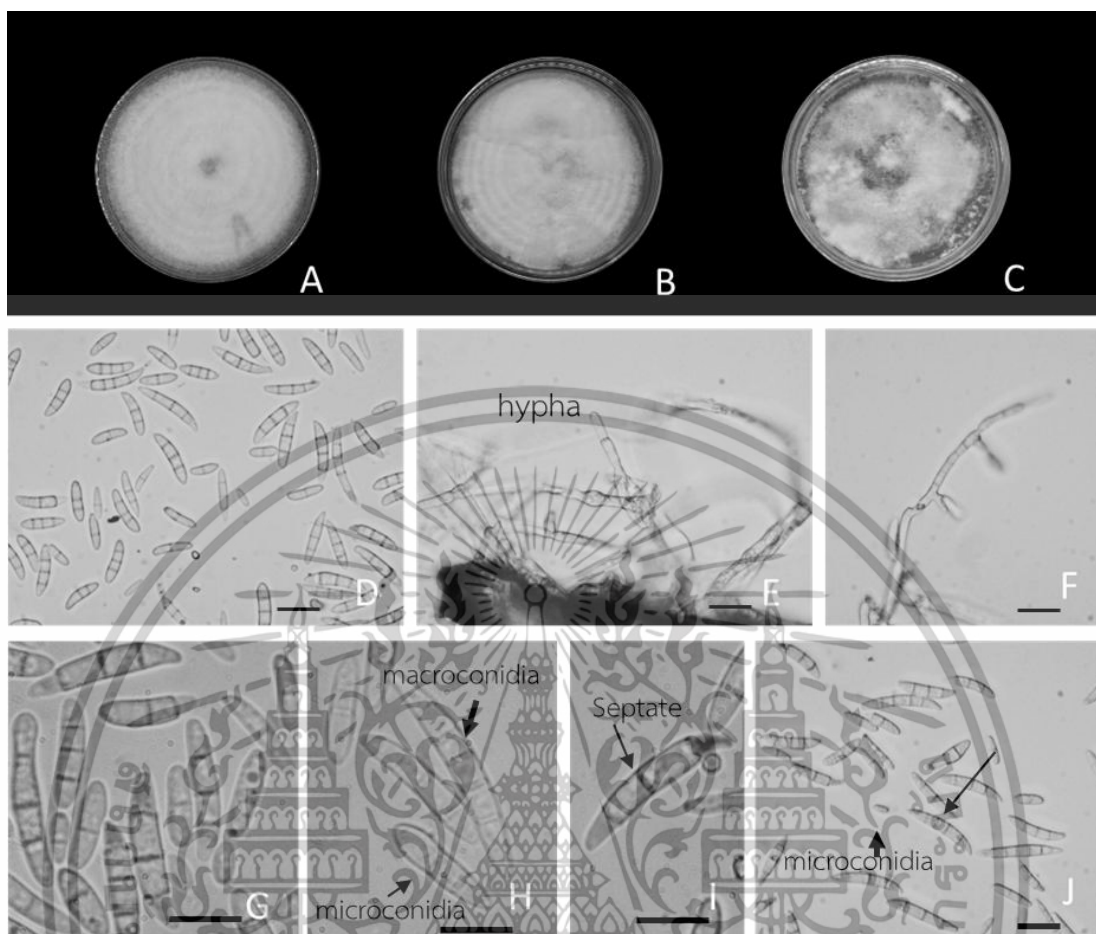
พืชอาศัย/แหล่งที่มา	อาการ	ชนิด	ไอโซเลท
ทุเรียน/จันทบุรี	ผลเน่า	<i>C. gloeosporioides</i>	ku-dc
ทุเรียน/ชุมพร	กิ่งแห้ง	<i>Fusarium</i> sp.	KM-DFa
ทุเรียน/ชุมพร	กิ่งแห้ง	<i>Fusarium</i> sp.	KM-DFg
ทุเรียน/ชุมพร	ผลเน่า	<i>L. theobromae</i>	KM-dlt
ทุเรียน/ชุมพร	ลำต้นเน่า	<i>P. palmivora</i>	KM-Dpt02
ทุเรียน/ชุมพร	ลำต้นเน่า	<i>P. palmivora</i>	KM-Dpt4
ทุเรียน/ชุมพร	ลำต้นเน่า	<i>P. palmivora</i>	KM-Dpt5
ทุเรียน/ชุมพร	ลำต้นเน่า	<i>P. palmivora</i>	ku-Dptckkl
ทุเรียน/ตราด	ลำต้นเน่า	<i>P. palmivora</i>	ku-Dpttkl
ทุเรียน/ระยอง	ลำต้นเน่า	<i>P. palmivora</i>	ku-rwl
ทุเรียน/ชุมพร	ใบไหม้	<i>Rhizoctonia</i> sp.	KM-DRH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



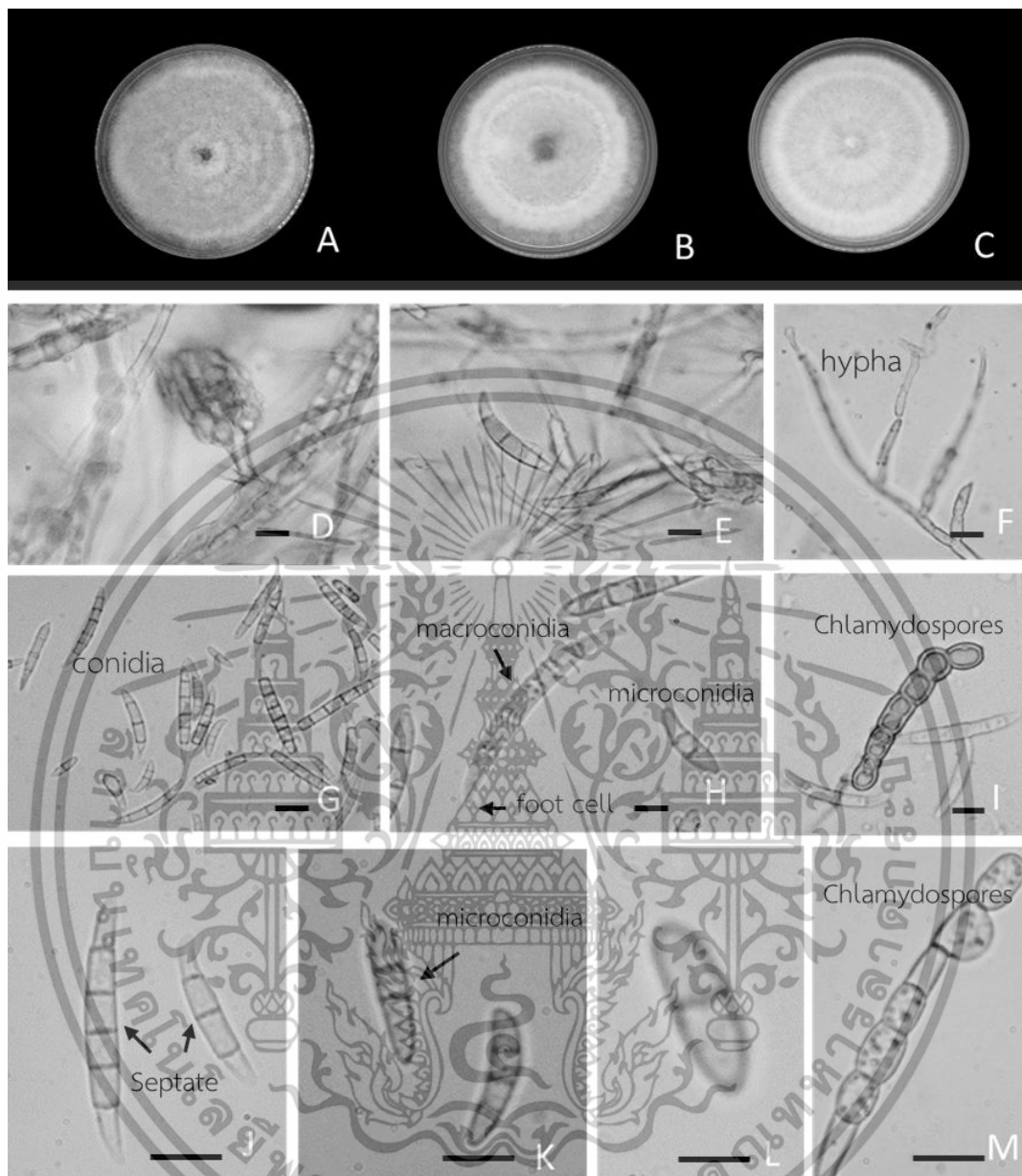
ภาพที่ 4.1 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *C. gloeosporioides* ไอโซเลท ku-dc ลักษณะโคโลนีสบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ A: CMA, B: PDA, C: V8 ที่อายุ 7 วัน; D-F: conidia เซลล์ใสไม่มีสี (scale bar 10 μ m); G-J: ลักษณะ conidia (scale bar = 20 μ m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



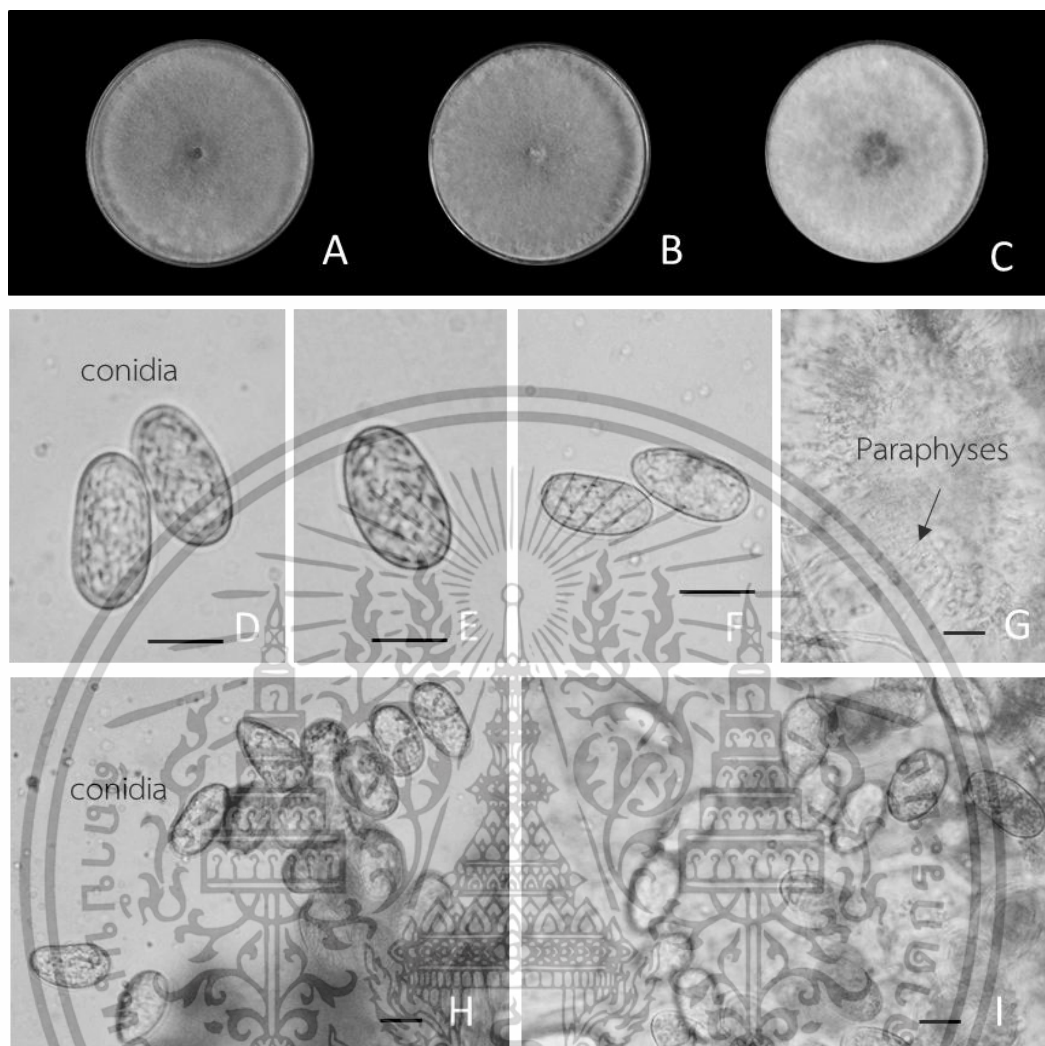
ภาพที่ 4.2 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Fusarium* sp. ไอโซเลท KM-DFa ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ A: CMA, B: PDA, C: V8 ที่อายุ 7 วัน; E-F: ลักษณะเส้นใย; D: ลักษณะ macroconidia และ microconidia (scale bar = 10 μ m); I: ลูกครีสีดำแสดงให้เห็นลักษณะเซลล์มีผนังกัน 5-6 septum; G-J: ปลายลูกครีสีดำแสดงให้เห็นลักษณะ macroconidia และ microconidia (scale bar = 20 μ m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



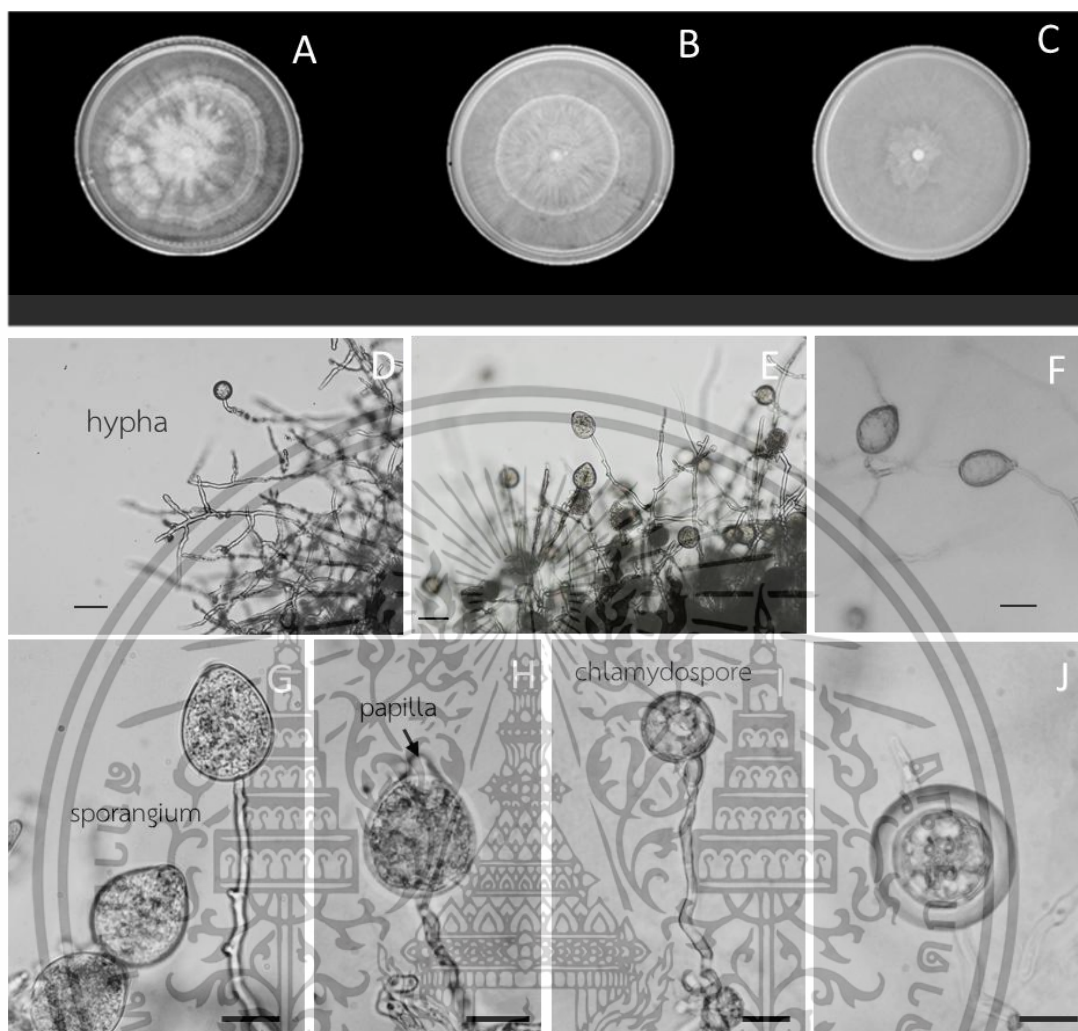
ภาพที่ 4.3 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Fusarium* sp. ไอโซเลท KM-DFg ลักษณะโคโคเนียบอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ A: CMA, B: PDA, C: V8 ที่อายุ 7 วัน; D-H: ลักษณะเส้นใย, macroconidia และ microconidia (scale bar = 10 μ m); I และ M: ลักษณะ Chamydoconidia; J-K: ลูกศรสีดำแสดงให้เห็นลักษณะเซลล์มีผนังกัน 5-7 cell (scale bar = 20 μ m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



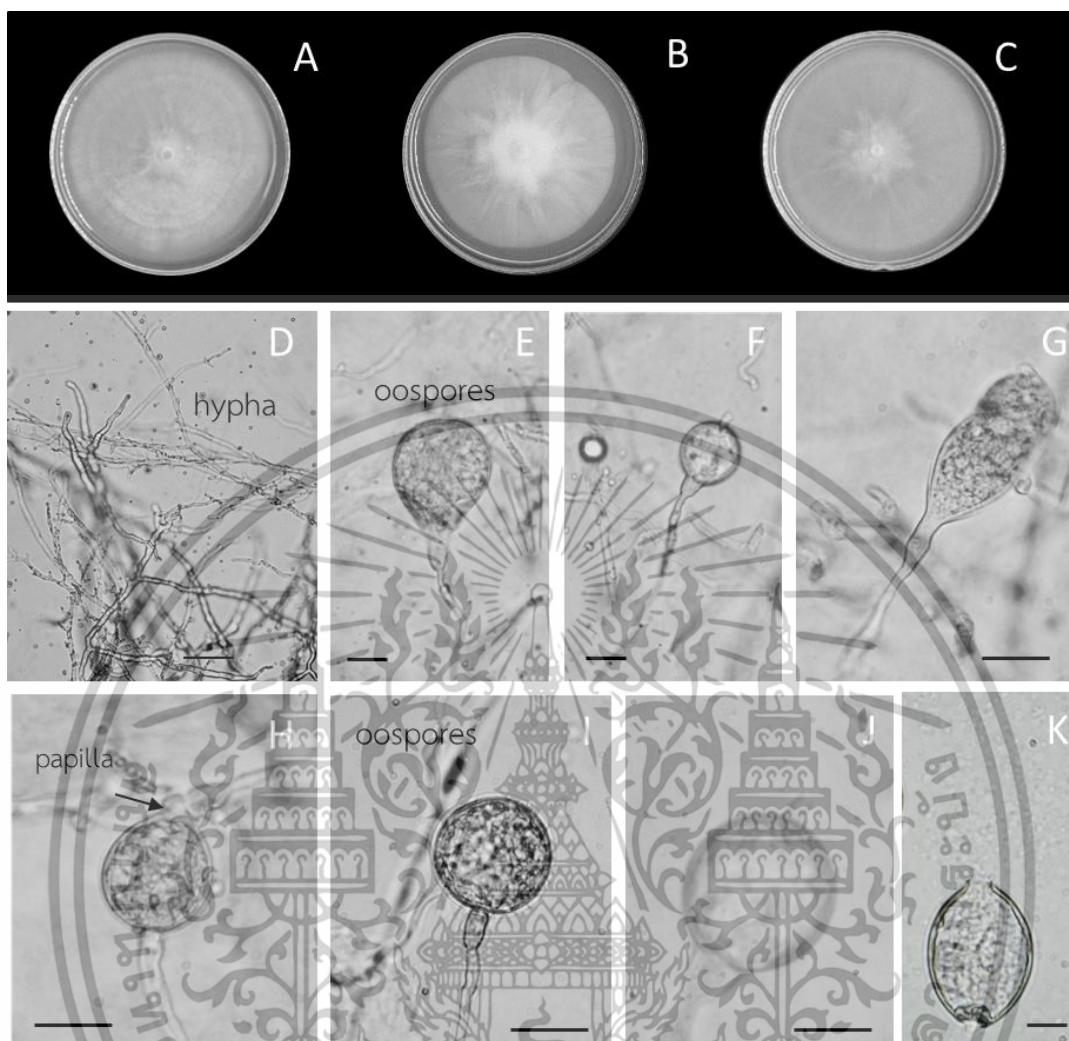
ภาพที่ 4.4 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp ไอโซเลท KM-dlt ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ A: CMA, B: PDA, C: V8 ที่อายุ 7 วัน; D-F และ H-I: ลักษณะ conidia ที่ยังอ่อนอยู่ (scale bar=20 μ m); G: ลูกครสีด้าแสดงให้เห็นเส้นใย Paraphyses (scale bar = 10 μ m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



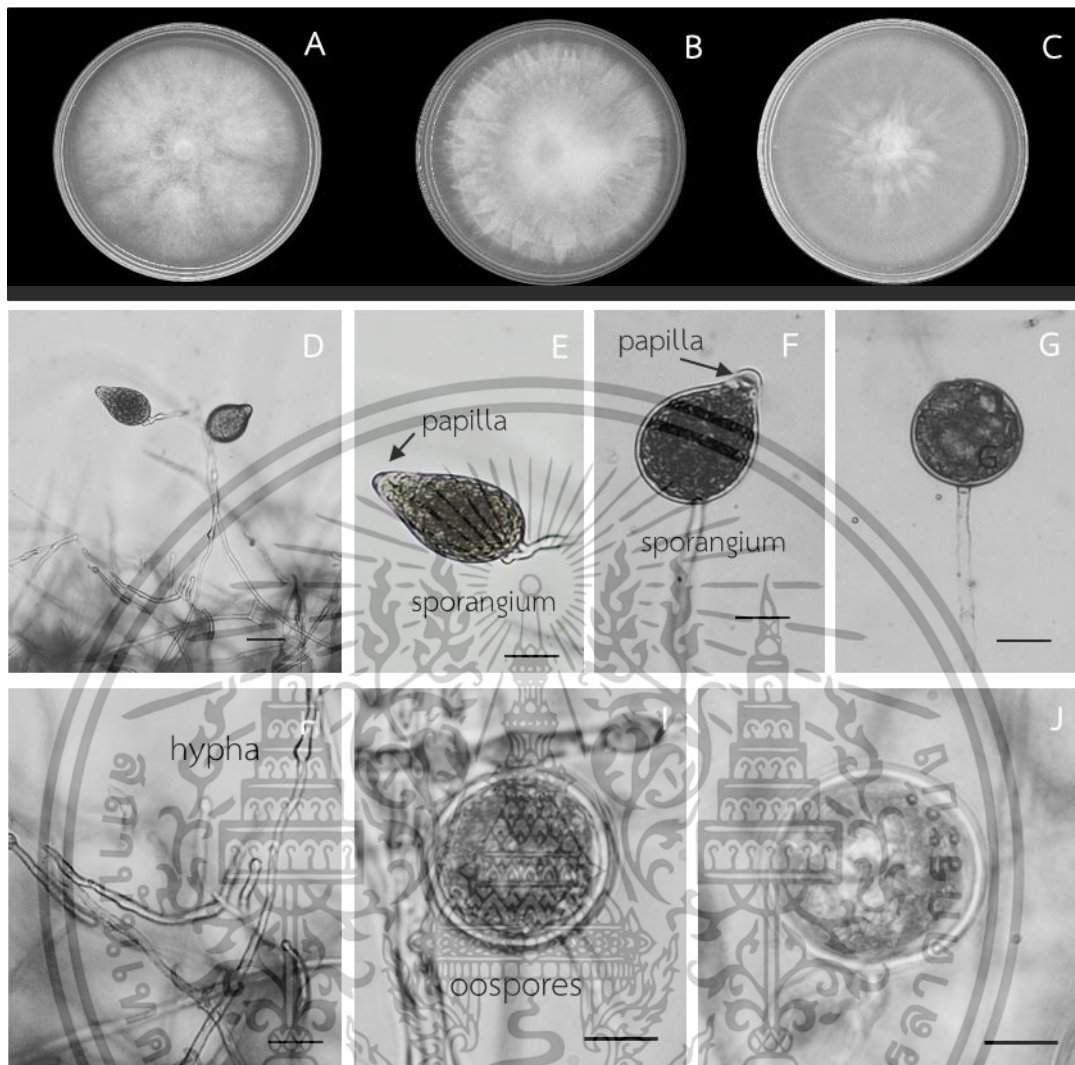
ภาพที่ 4.5 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลท KM-Dpt02 ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ A: CMA, B: PDA, C: V8 ที่อายุ 7 วัน; D-F: เส้นใยไม่มีผนังกัน และ sporangia (scale bar = 10 μm); G-H: sporangia เป็นแบบ ovoid; H: ลูกครีสีดำแสดงให้เห็น papilla; I: chlamydospore J: intercalary chlamydospore (scale bar = 20 μm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



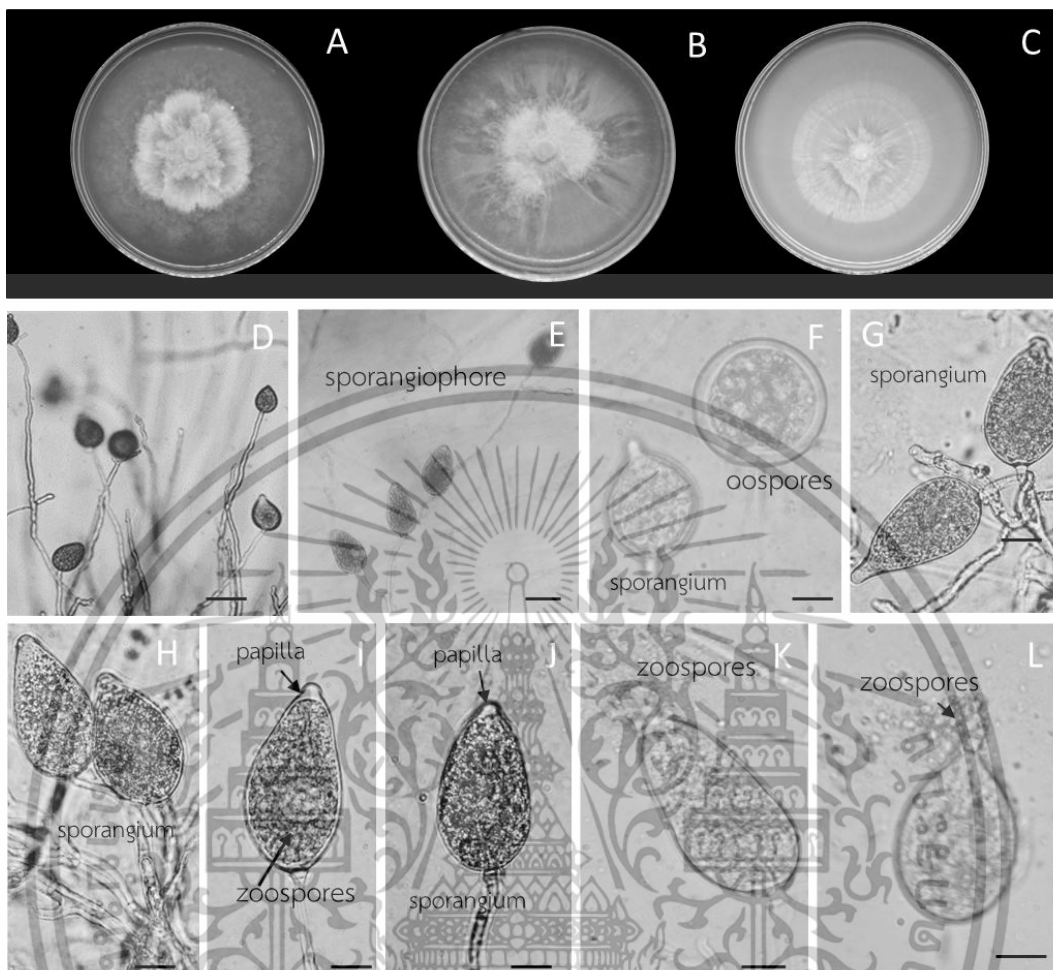
ภาพที่ 4.6 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลท KM-Dpt4 ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ A: CMA, B: PDA, C: V8 ที่อายุ 7 วัน; D : เส้นใยไม่มีผนังกัน (scale bar = 10 μ m); E-I: sporangia และ terminal chlamydospore ลูกศรสีดำแสดงให้เห็น papilla; K: การปลดปล่อย zoospore (scale bar = 20 μ m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



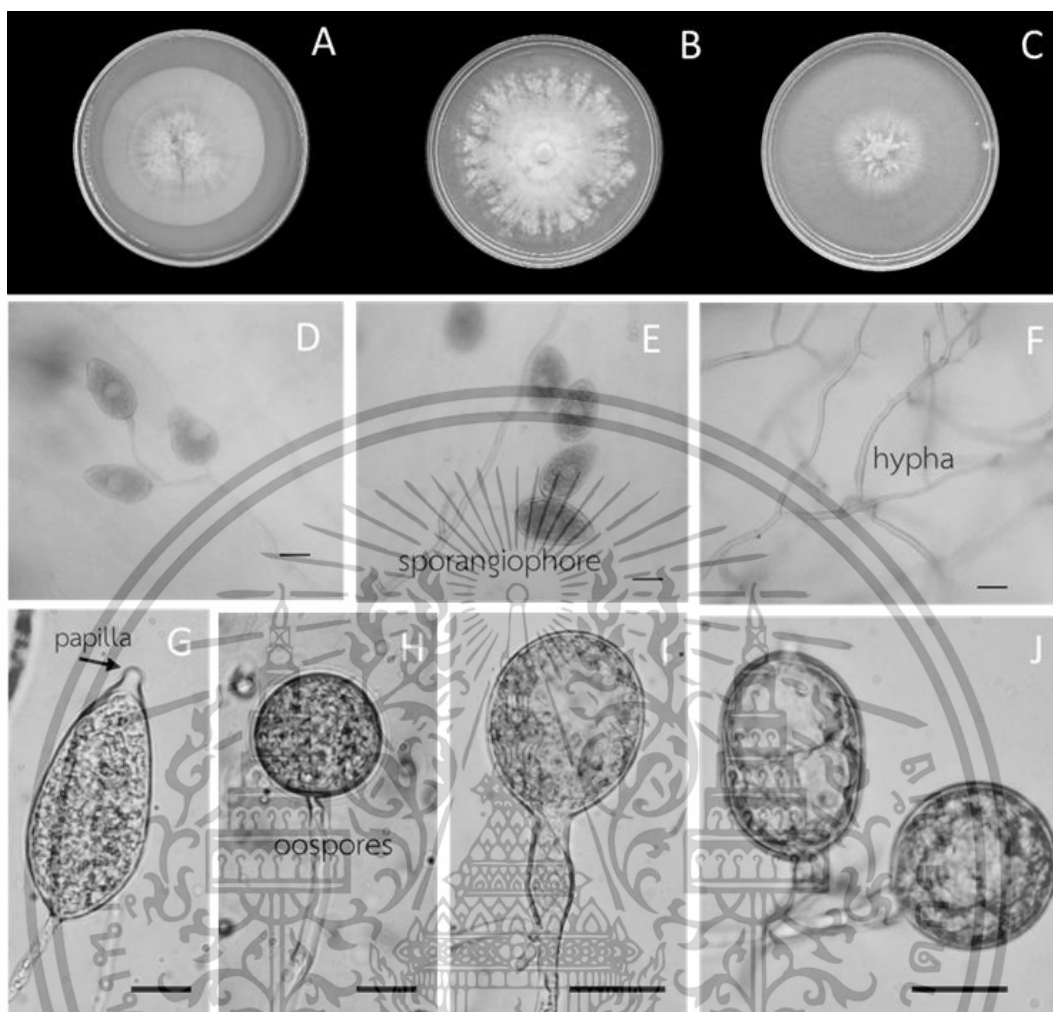
ภาพที่ 4.7 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลท KM-DPT5 ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ A: CMA, B: PDA, C: V8 ที่อายุ 7 วัน; D-F: sporangia แบบ ovoid; E-F: ลูกครีสีดำแสดงให้เห็น semi-papillate; H: เส้นใยไม่มีผนังกัน (scale bar = 10 μ m) ; I-J: oospores และ terminal chlamydospore (scale bar = 20 μ m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



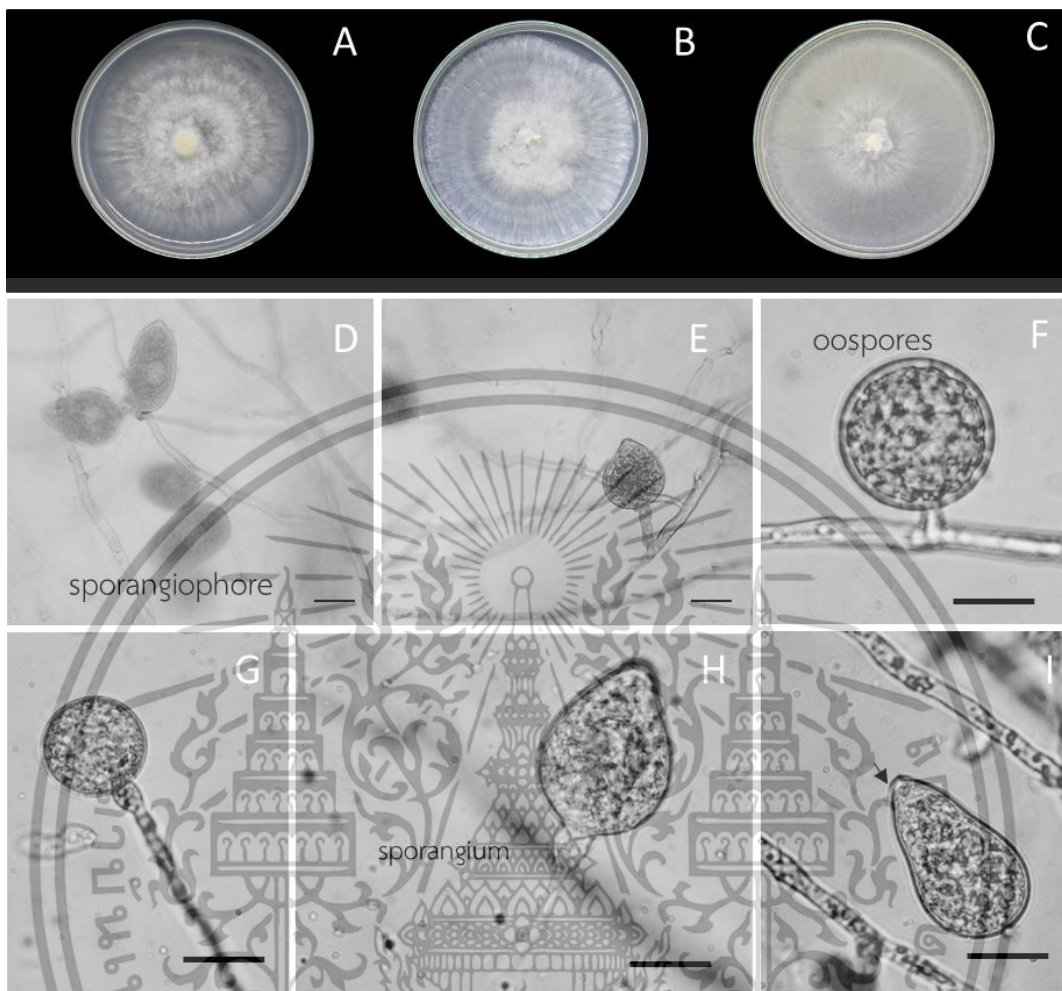
ภาพที่ 4.8 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลท KM-Dpttkl ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ A: CMA, B: PDA, C: V8 ที่อายุ 7 วัน; D-L: sporangium, oospore และ zoospore; F: terminal chlamydospore; H-L: sporangia แบบ limoniform; I-J: ปลายลูกศรสีดำแสดงให้เห็น papilla และ zoospores ภายใน sporangium; K-L: การปลดปล่อย zoospores จากปลาย papilla (scale bar = 10 μm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



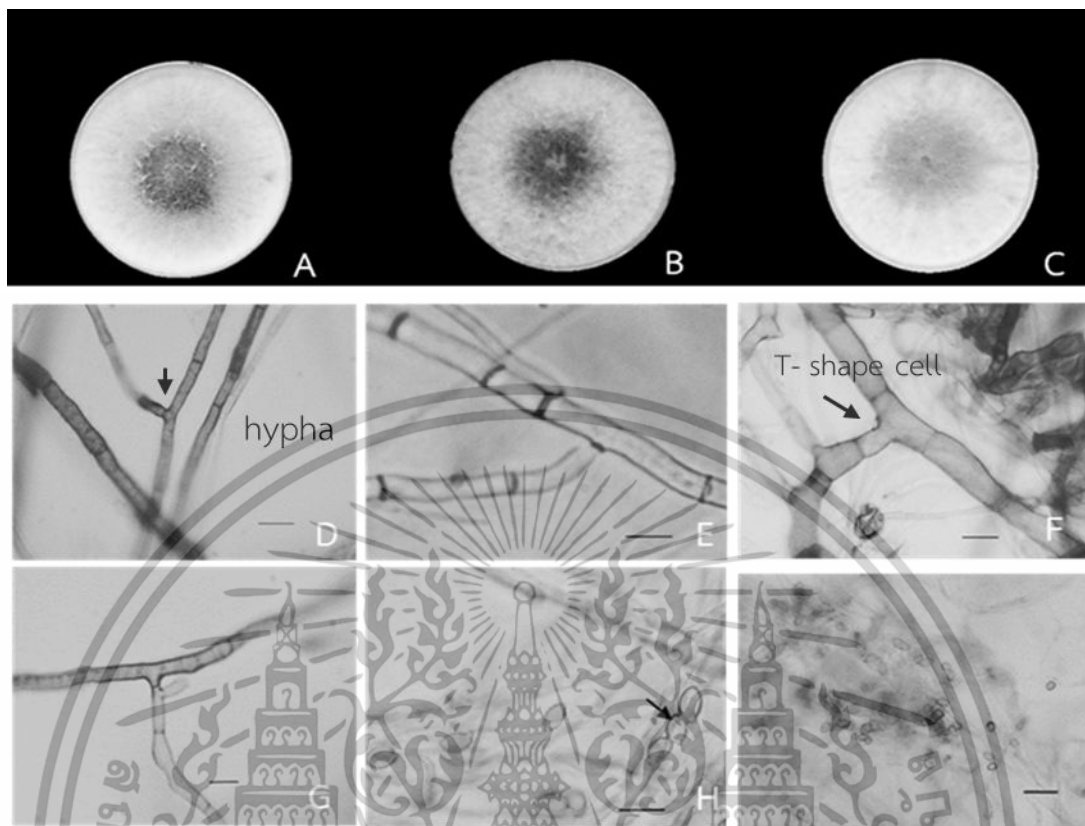
ภาพที่ 4.9 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลท Ku-DPTrwl ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ A: CMA, B: PDA, C: V8 ที่อายุ 7 วัน; D-E: กิ่งแบบ sporangiophore; F: เส้นใยไม่มีผนังกัน; G: sporangia แบบ ovoid ปลายลูกครีสีดำแสดงให้เห็น papilla (scale bar = 10 μ m); H-J: oospore และ terminal chlamydospore (scale bar = 20 μ m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ไอโซเลท Ku-Dptckkl ลักษณะโคโลนีสบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ A: CMA, B: PDA, C: V8 ที่อายุ 7 วัน; D-E เส้นใยไม่มีผนังกึ่งกิ่งแบบ sporangiophore ; F-G: terminal chlamydospore (scale bar = 2 μ m); H-I: sporangia แบบ ovoid ลูกศรสีดำแสดงให้เห็น semi-papilla (scale bar = 10 μ m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Rhizoctonia* sp. ไอโซเลต KM-DRH โคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ A: CMA, B: PDA, C: V8, D-G: ลักษณะเส้นใย hyphae, ลูกครีสีดำแสดงให้เห็นถึง T-shape cell, H-I: ลูกครีสีดำแสดงให้เห็นถึง moniloid (scale bar = 10 μ m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรค

4.1.2.1 การทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อราสาเหตุโรคก่อนการเก็บเกี่ยว

การทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อราก่อนการเก็บเกี่ยวทั้ง 3 สกุล ได้แก่ *Phytophthora* sp., *Fusarium* sp., และ *Rhizoctonia* sp. โดยใช้วิธี detached leaf บนใบทุเรียนระยะ เพสลาด ภายหลังจากปลูกเชื้อ พบว่าเชื้อ *P. palmivora* ทั้ง 6 ได้แก่ ไอโซเลท KM-Dpt5, Ku-Dpttkl, Ku-Dptrwl, Dptckkl, Ku-Dpt4, Ku-Dpt2 สามารถก่อโรคได้ทุกไอโซเลท และพบว่ามีไอโซเลทที่สามารถก่อโรครุนแรงภายใน 3 วัน คือ KM-Dpt5, Ku-Dpttkl, Ku-Dpttkl, และ Ku-Dptckkl มีขนาดแผลอยู่ที่ 3.99, 3.63, 3.59 และ 3.28 cm และไอโซเลทที่มีขนาดแผลรองลงมา คือ Ku-Dpt4 และ KmDpt2 เท่ากับ 17.6 และ 17.2 cm ตามลำดับ ลักษณะอาการบนใบทุเรียนหลังการปลูกเชื้อทุกไอโซเลทที่ 7 วัน พบว่าแผลแสดงอาการ ฉ่ำน้ำ ซึ่งต่อมาขยายลามเป็นสีน้ำตาลขนาดใหญ่ใบช้ำ และดำ (ตาราง 4.2 และภาพที่ 4.12) ซึ่งตรงกับรายงานของ Lim and Chan (1986) ได้ระบุว่าลักษณะอาการดังกล่าวเป็นอาการของโรคเน่า และสอดคล้องกับรายงานของ พัชรินทร์ เนียรวิชัย และคณะ (2565) แยกเชื้อสาเหตุโรคลำต้นเน่าและใบไหม้ของทุเรียนได้ เชื้อ *Phytophthora* spp. สามารถก่อโรคทุเรียนได้ ในส่วนเชื้อรา *Rhizoctonia* sp. ไอโซเลท KM-DRH หลังการทดสอบการเกิดโรคมียขนาดแผล 2.77 cm ลักษณะอาการที่แสดงบนใบทุเรียน แผลมีรูปร่างไม่แน่นอน เนื้อเยื่อเป็นสีน้ำตาลฉ่ำน้ำ ต่อมาแผลมีลักษณะแห้ง (ภาพที่ 4.11) สอดคล้องกับรายงานหลายฉบับที่ระบุว่า เชื้อรา *Rhizoctonia* sp. ทำให้เกิดโรคใบไหม้และตายในต้นกล้า (Kwee et al., 1987; Thuan and Tuyen, 2008)

สำหรับเชื้อรา *Fusarium* sp. ไอโซเลท Km-DFg และ Ku-Dpt4 พบว่าหลังจากการทดสอบความสามารถในการก่อโรคครบ 7 วัน ขนาดแผลที่เกิดขึ้นมีค่า 0.99 และ 0.80 cm ตามลำดับ ลักษณะอาการของแผลแสดงให้เห็นขอบแผลรูปร่างไม่แน่นอน เป็นสีน้ำตาลเข้ม และมีเส้นใยของเชื้อราปกคลุมบริเวณแผล ลักษณะดังกล่าวบ่งชี้ว่าเชื้อ *Fusarium* sp. ทั้ง 2 ไอโซเลท สามารถก่อโรคบนใบทุเรียนได้ แต่มีความรุนแรงต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อก่อโรคโดยเฉพาะ *P. palmivora* ที่สร้างความเสียหายให้แก่พืชทดสอบมากที่สุด (ตาราง 4.2 และภาพที่ 4.11) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานหลายฉบับที่ระบุถึงการเข้าทำลายของเชื้อราในทุเรียน (พัชรินทร์ เนียรวิชัย และคณะ 2565; Lim and Sangchote, 2003; Singh et al., 2024) อย่างไรก็ตามไม่เพียงแต่เชื้อ *P. palmivora* ที่เป็นสาเหตุหลักของการเข้าทำลายต้นทุเรียน ผลการทดสอบนี้ยังแสดงให้เห็นว่าเชื้อราจากสกุลอื่นๆ เช่น *Rhizoctonia* sp. และ *Fusarium* sp. สามารถก่อให้เกิดความเสียหายต่อต้นทุเรียนได้เช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sangchote et al (1998) และ Chantarasiri and Boontanom (2021) ที่รายงานว่าเชื้อราดังกล่าวสามารถก่อโรคในทุเรียนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.2 การทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อสาเหตุโรคนก่อนการเก็บเกี่ยว

ไอโซเลท	ค่าเฉลี่ยขนาดแผล (cm)
<i>P. palmivora</i> (KM-Dpt5)	3.99
<i>P. palmivora</i> (Ku-Dpttkl)	3.63
<i>P. palmivora</i> (Ku-Dptrwl)	3.59
<i>P. palmivora</i> (Ku-Dptckkl)	3.28
<i>Rhizoctonia</i> sp (KM-DRH)	2.76
<i>P. palmivora</i> (Ku-Dpt4)	1.76
<i>P. palmivora</i> (KmDpt2)	1.72
<i>Fusarium</i> sp. (Km-DFa)	0.99
<i>Fusarium</i> sp. (Km-DFg)	0.80



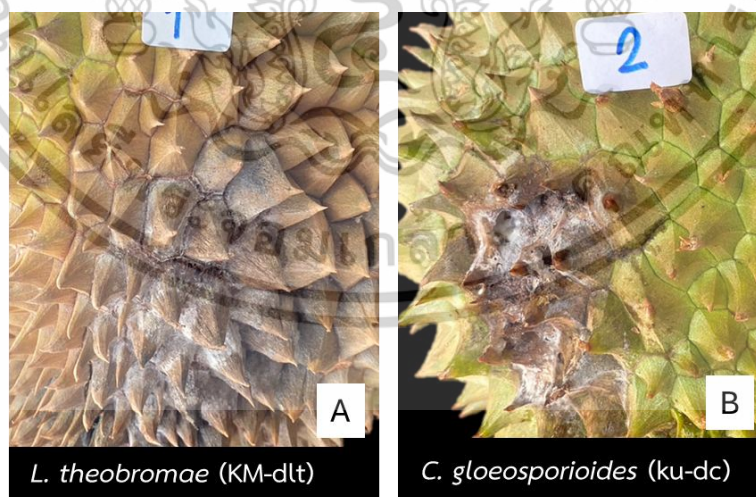
ภาพที่ 4.12 ลักษณะอาการในการทดสอบความสามารถก่อโรคของเชื้อสาเหตุโรคนใบทุเรียนหลังการปลูกเชื้อ 7 วัน โดยไอโซเลท KM-Dpt5P, ku-Dptckkl, ku-Dpttkl, ku-rwl, KM-Dpt5, KM-Dpt4, KM-Dpt02 คือเชื้อ *P. palmivora*, ไอโซเลท KM-DRH คือเชื้อ *Rhizoctonia* sp.; ไอโซเลท KM-DFa, KM-DFg คือเชื้อ *Fusarium* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 การทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อราหลังการเก็บเกี่ยว

ในการทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อราหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ เชื้อ *Lasiodiplodia* sp. ไอโซเลท KM-dlt และ *C. gloeosporioides* ไอโซเลท ku-dc โดยวิธี detached fruit test พบว่าหลังการปลูกเชื้อเป็นเวลา 7 วัน เชื้อทั้ง 2 สกุล สามารถก่อโรคบนผลทุเรียนได้ โดยเชื้อ *Lasiodiplodia* sp. เกิดแผลขนาด 9.8 cm อาการของโรค ในระยะแรกจะปรากฏเป็นแผลสีน้ำตาลรูปวงกลม บนเนื้อเยื่อบริเวณเปลือกของผลทุเรียน จากนั้นแผลจะค่อย ๆ ลุกลามไปตามแนวพูของผล โดยบริเวณระหว่างหนามของทุเรียนจะเปลี่ยนเป็นสีดำ และพบเส้นใยของเชื้อราปกคลุมบริเวณหนาม (ภาพที่ 4.13A) ลักษณะอาการนี้สอดคล้องกับรายงานที่ระบุอาการดังกล่าว (สมศิริ แสงโชติ และคณะ 2539; อาภัสรา หิตรอด และคณะ 2556) อีกทั้งรายงานของ รังสิมันต์ ธีระวงศภิญโญ และคณะ (2562) พบว่าเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. สามารถก่อโรคผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียนได้

ขณะที่การทดสอบการก่อโรคของเชื้อ *C. gloeosporioides* พบขนาดแผลที่ 6.7 cm ลักษณะอาการเริ่มแรกมีจุดขนาดเล็ก ต่อมาแผลรวมกันขยายใหญ่ขึ้นตามร่องหนาม บริเวณแผลนึ่ม (ภาพที่ 4.13B) สอดคล้องกับรายงานของ เกียรติ ถือละเศรษฐกุล (2534) ลักษณะอาการของโรคเน่าบนผลทุเรียนที่เกิดจากเชื้อ *C. gloeosporioides* รายงานของ Armand (2023) ศึกษาการระบุสายพันธุ์ *Colletotrichum* สกุลเชื้อราโรคพืชที่สำคัญที่ทำให้เกิดโรคผลเน่าของทุเรียนในภาคเหนือของประเทศไทย จากผลการทดสอบโรคดังกล่าวพบว่าเชื้อ *Lasiodiplodia* sp. แสดงขนาดแผลที่ใหญ่กว่า เชื้อ *C. gloeosporioides* แสดงให้เห็นว่าเชื้อราทั้ง 2 ชนิด สามารถก่อโรคผลเน่าให้แก่ทุเรียนได้



ภาพที่ 4.13 ลักษณะอาการโรคผลเน่าทุเรียนหลังปลูกเชื้อ 7 วัน A: อาการผลเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Lasiodiplodia* sp. ไอโซเลท KM-dlt, B: อาการผลเน่าที่เกิดจากเชื้อ *C. gloeosporioides* ไอโซเลท ku-dc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยสกัดขาวต่อการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน

4.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบสกัดขาวในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน

การทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดหยาบสกัดขาวที่ระดับความเข้มข้น 500 1,000 5,000 10,000 15,000 และ 20,000 ppm ด้วยวิธี Poisoned food technique ต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคทุเรียน พบว่าสารสกัดหยาบสกัดขาว สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้น ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยความเข้มข้นสูงสุดที่ 20,000 ppm สารสกัดหยาบสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้สมบูรณ์ 100% จำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่ *C. gloeosporioides* KM-dc, *Fusarium* sp KM-DFg และ *P. palmivora* sp. KM-Dpt02, KM-Dpt4, KM-Dpt5 ในขณะที่ความเข้มข้น 10,000-15,000 ppm สามารถยับยั้งเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์ จำนวน 4 ไอโซเลท คือ *Fusarium* sp. KM-DFg *P. palmivora* KM-Dpt02, KM-Dpt4 และ *C. gloeosporioides* ku-dc อีกทั้งพบว่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ 500-5,000 ppm ยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้สูงสุด 80% (ตาราง 4.3 และภาพที่ 4.14) ในทางเดียวกันผลการทดสอบสามารถยับยั้งการสร้าง sporangium ของเชื้อ *P. palmivora* ได้อย่างสมบูรณ์ที่ความเข้มข้น 1,000-5,000 ppm (ตาราง 4.4-4.5) ผลการยับยั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ นาดยา มนตรีและคณะ (2553) พบว่าสารสกัดหยาบจากใบเสม็ดขาวความเข้มข้นที่ 800 ppm สามารถยับยั้ง *P. parasitica* และ *P. deliense* ได้ 100% ยิ่งไปกว่านั้นยังสอดคล้องกับรายงานของ Somnuek *et al.* (2023) แยกเชื้อรา *P. palmivora* สาเหตุของโรคเน่าทุเรียนได้ 20 ไอโซเลท พบว่ามี 9 ไอโซเลท ที่มีความตอบสนองต่อผลการยับยั้งสารสกัดจากใบเสม็ดขาว Jacquin *et al.* (2022) และ Zhu *et al.* (2023) อธิบายว่าสารประกอบในสารสกัดจากพืชมีผลต่อการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์ และผนังเซลล์ของ Oomycetes ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ หรือทำลายของผนังเซลล์ ซึ่งอาจไปรบกวนกระบวนการสร้าง และการงอกของส่วนขยายพันธุ์หยุดชะงัก ผลการทดสอบชี้ให้เห็นว่าสารสกัดเสม็ดขาวมีประสิทธิภาพในการทำหน้าที่เป็นสารยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. จากรายงาน Al-Abd *et al.* (2015) ระบุว่า flavonoids, terpenoids, phenolics และ alkaloids สารกลุ่มเหล่านี้มีคุณสมบัติเป็นสารต้านจุลชีพ (antimicrobial compounds) ที่ออกฤทธิ์ผ่านกลไกต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Stanković *et al.* (2012) ศึกษาฤทธิ์การยับยั้งจุลินทรีย์ของสารสกัดจากพืชที่มีเมแทบอลิโตรง เช่น phenolics, terpenoids และ alkaloids โดยพบว่าสารเหล่านี้ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกต่างๆ กล่าวคือ phenolics ทำลายผนังเซลล์ terpenoids รบกวนการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์ และ alkaloids ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ เป็นทางเลือกในการควบคุมโรคพืชจากเชื้อสาเหตุในกลุ่ม Oomycetes และเชื้อราชั้นสูงอื่น ๆ

จากผลการทดสอบนี้จะเห็นได้ว่าสารสกัดหยาบจากใบเสม็ดขาวสามารถยับยั้งการเจริญทางเส้นใยเชื้อราที่ความเข้มข้นสูงสุด 20,000 ppm โดยยับยั้งได้อย่างสมบูรณ์ จำนวน 6 ไอโซเลท คือ เชื้อ *C. gloeosporioides* KM-dc, *Fusarium sp.* Km-DFg และยับยั้งเชื้อ *P. palmivora* ไอโซเลท KM-Dpt02, KM-Dpt4 และ KM-Dpt5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาดเสมีดขาวในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน

ความเข้มข้น	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งเส้นใย ^{1/}										
	<i>Co</i> ^{2/} (ku dc)	<i>Fu</i> (KMDFa)	<i>Fu</i> (KM-DFg)	<i>La</i> (KM-dlt)	<i>Ph</i> (KM-Dpt02)	<i>Ph</i> (KM-Dpt4)	<i>Ph</i> (KM-Dpt5)	<i>Ph</i> (ku-Dptckkl)	<i>Ph</i> (ku-Dpttkl)	<i>Ph</i> (ku-trwl)	<i>Rh</i> (KM-DRH)
ชุดควบคุม	0.0e ^{3/}	0.0f	0.0f	0.0e	0.0f	0.0d	0.0f	0.0e	0.0e	0.0f	0.0d
2% Tween20	0.0e	0.0f	0.0f	0.0e	0.0f	0.0d	0.0f	0.0e	0.0e	0.0f	0.0d
500 ppm	39.8d	14.4e	35.8e	0.0e	16.8e	16.4c	54.4e	31.0d	52.6d	45.2e	0.0d
1,000 ppm	44.8c	17.8d	43.2d	0.0e	64.8d	21.2c	58.0d	77.6c	77.8c	58.8d	0.0d
5,000 ppm	86.0b	56.6c	72.2c	69.8d	68.4c	52.8b	75.6c	82.6b	82.0b	73.6c	58.6c
10,000 ppm	100a	64.0b	79.0b	76.0c	83.8b	100a	79.0b	82.6b	82.0b	78.8b	79.4b
15,000 ppm	100a	68.6a	100a	78.8b	100a	100a	79.4b	83.0b	82.8b	84.8a	82.0a
20,000 ppm	100a	71.2a	100a	87.0a	100a	100a	100a	100a	86.0a	85.4a	82.6a
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

^{1/}เปอร์เซ็นต์การยับยั้งเส้นใย = [(A-B)/A] × 100, ^{2/}*Co* = *Colletotrichum* sp., *Fu* = *Fusarium* sp., *La* = *Lasiodiplodia* sp., *Phy*=*P.palmivora* sp., *Rh* =*Rhizoctonia* sp., ^{3/}ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบโดย (P>0.05)

ตาราง 4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการยับยั้งสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *P. palmivora* สาเหตุโรคทุเรียน

ความเข้มข้น	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์					
	KD -Dpt02	KM -Dpt4	KM -Dpt5	Ku -Dpttkl	Ku-rwl	Ku-dptckkl
ชุดควบคุม	0.0b ^{1/}	0.0b	0.0b	0.0 b	0.0b	0.0c
2% Tween 20	0.0b	0.0b	0.0b	0.0 b	0.0b	0.0c
500 ppm	0.0b	0.0b	0.0b	0.0 b	0.0b	0.0c
1,000 ppm	0.0b	0.0b	0.0b	0.0 b	0.0b	0.0c
5,000 ppm	0.0b	0.0b	0.0b	100a	0.0b	0.0c
10,000 ppm	100a	0.0b	100a	100a	0.0 b	60.93b
15,000 ppm	100a	100a	100a	100a	100a	100a
20,000 ppm	100a	100a	100a	100a	100a	100a
F-test	ns	*	*	*	*	*

^{1/}ค่าเป็นค่าเฉลี่ยซ้ำ 3 ครั้ง ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$), ns=ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

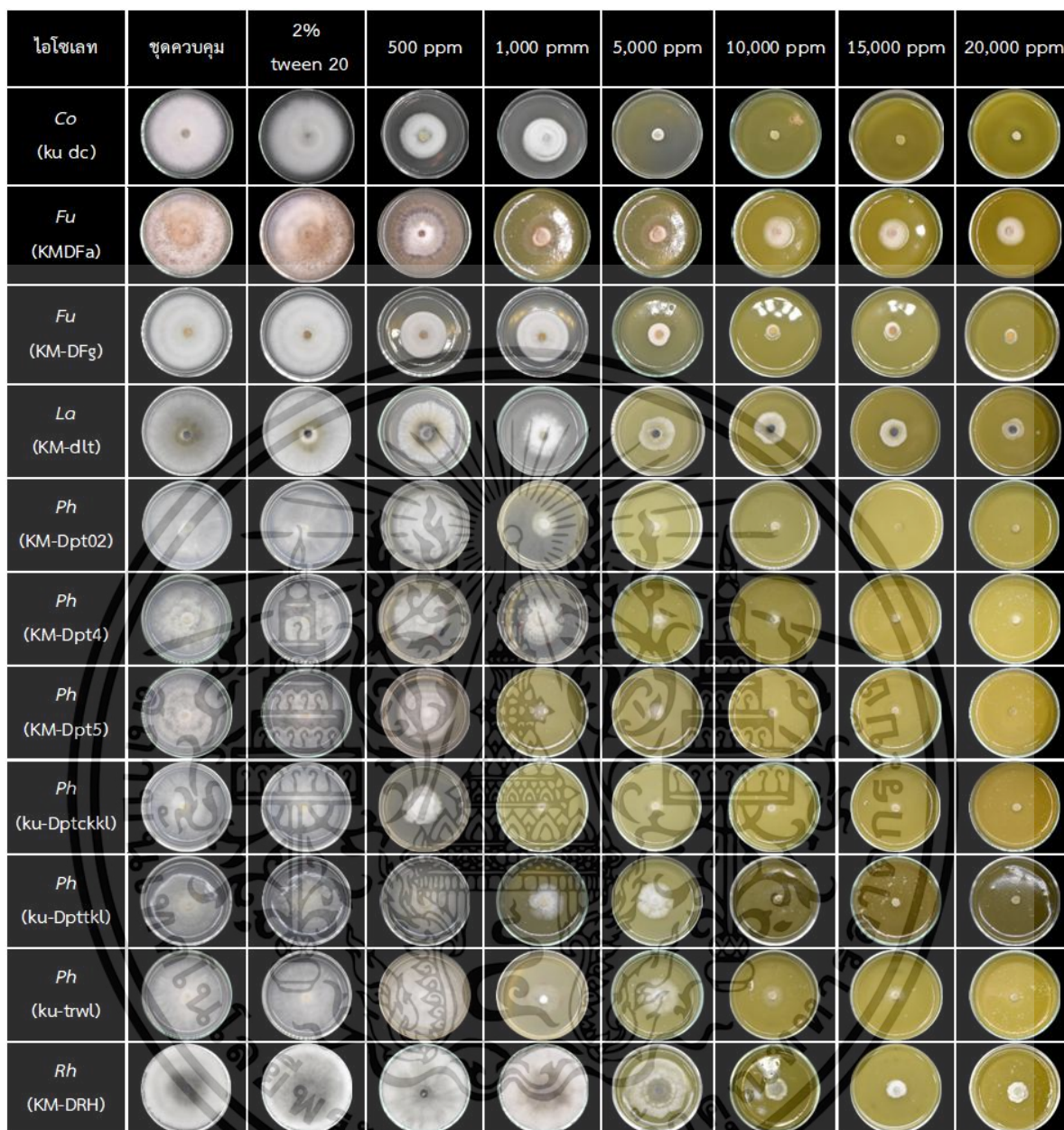
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการยับยั้งการงอกของสปอร์ของสาเหตุโรค
ทุเรียนที่ 96 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกของสปอร์ ^{1/}			
	Co ku-dc ^{2/}	Fu KM-DFa	Fu KM-DFg	La KM-dlt
Control	0.0b ^{3/}	0.0d	0.0 b	0.0 ^{4/ nsi}
2% Tween 20	0.0b	0.0d	0.0 b	0.0
500 ppm	100a	0.0d	100a	0.0
1,000 ppm	100a	41.6c	100 a	0.0
5,000 ppm	100a	58.9b	100a	0.0
10,000 ppm	100a	65.8b	100a	0.0
15,000 ppm	100a	100a	100a	0.0
20,000 ppm	100a	100a	100a	0.0
F-test	*	*	*	nsi

^{1/}เปอร์เซ็นต์ยับยั้งการงอกของสปอร์คำนวณโดยใช้สูตรต่อไปนี้: $(Gc-Gt)/Gc \times 100$, ^{2/} ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันในแต่ละแถวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อกำหนดด้วย ($P > 0.05$), ns=ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$), ^{3/}Co = *Colletotrichum* sp., Fu = *Fusarium* sp., La = *Lasiodiplodia* sp., ^{4/} nsi = ไม่มีการยับยั้งการสร้างสปอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.14 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ด้วยวิธี Poison food technique ที่อายุ 5 วัน, Co= *Colletotrichum* sp., Fu=*Fusarium* sp., La=*Lasiodiplodia* sp., Phy=*P.palmivora*, Rh=*Rhizoctonia*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวต่อการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้น 100 500 1,000 5,000 10,000 ppm ด้วยวิธี Poisoned food technique ต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน ผลการทดสอบพบว่าที่ความเข้มข้น 5,000 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเติบโตของเชื้อมากกว่า 50-100 % พบว่าน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวสามารถยับยั้งการเติบโตของเชื้อสาเหตุได้ดีโดยเฉพาะกับเชื้อ *P. palmivora* มีการตอบสนองมากถึง 5 ไอโซเลท คือ KM-Dpt02, KM-Dpt4, ku-Dptckkl, ku-Dpttkl และ ku-rwl สามารถยับยั้งได้อย่างสมบูรณ์ อีกทั้งพบว่าเชื้อ *C. gloeosporioides* ku-dc สามารถยับยั้งได้ 100% เช่นเดียวกัน นอกจากนี้แล้วเชื้อ *L. theobromae* KM-dlt ยับยั้งได้ถึง 79.8% ในทำนองเดียวกันนี้ยังพบว่าเชื้อ *Fusarium* sp. มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งได้ผลในระดับที่ดี (ตาราง 4.6 และภาพที่ 4.15) ในส่วนของผลการทดสอบการยับยั้งการงอกของสปอร์ และการสร้าง sporangium ของเชื้อ *P. palmivora* เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการทดสอบการเจริญทางเส้นใย พบการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ได้อย่างสมบูรณ์ ในระดับความเข้มข้นที่ 500-1,000 ppm (ตาราง 4.7-4.8) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ อุไรวรรณ ดิลกคุณานันท์ และคณะ (2546) ที่ทดสอบการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด คือน้ำมันพลู น้ำมันต้นที่ทรี และน้ำมันเสม็ด ต่อเชื้อรา 8 ชนิด พบว่าเชื้อ *Penicillium camemberti* มีความไวต่อการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว อีกทั้งงานวิจัยของ วาสนิ ธรรมสถิต และคณะ (2560) ทดสอบสารสกัดจากสมุนไพร 8 ชนิด ได้แก่ กระชาย ขมิ้นชัน สบู่เลือด ไพล และเปลือกมังคุด แสดงศักยภาพในการยับยั้งเชื้อ *P. palmivora* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้ถึง 100% จากรายงานหลายฉบับระบุการศึกษาสารสำคัญของเสม็ดขาว เช่น 1,8-cineole, alpha-terpineol, caryophyllene, alpha-pinene และ gamma-terpinene (Quoc, 2021; Abd Wahab *et al.*, 2022; Chaudhari *et al.*, 2022; Isah *et al.*, 2023) ซึ่งสารเหล่านี้ อาจส่งผลต่อความสมบูรณ์ของเซลล์ผ่านกลไกความเครียดจากกระบวนการออกซิเดชัน และการรบกวนกระบวนการหายใจในเยื่อหุ้มของไมโทคอนเดรีย การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา และนำไปสู่การลดความรุนแรงของโรค (Abdel-Aziz *et al.*, 2019; Chaudhari *et al.*, 2022)

การทดสอบนี้จึงชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวที่ความเข้มข้น 5,000 ppm มีศักยภาพสูงในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อ *P. palmivora* sp., *C. gloeosporioides* และ *L. theobromae* ได้อย่างสมบูรณ์ อีกทั้งยังสามารถยับยั้งการงอกส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อราได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับกลุ่มของ Oomycetes คือเชื้อ *P. palmivora* ยับยั้งได้มากถึง 5 ไอโซเลท แสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวมีคุณสมบัติเป็นสารป้องกัน และกำจัดเชื้อรา โดยมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ครอบคลุมหลายชนิด ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน

ความเข้มข้น	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใย ^{1/}										
	<i>Co</i> ^{2/} (ku dc)	<i>Fu</i> (KMDFa)	<i>Fu</i> (KM-DFg)	<i>La</i> (KM-dlt)	<i>Ph</i> (KM-Dpt02)	<i>Ph</i> (KM-Dpt4)	<i>Ph</i> (KM-Dpt5)	<i>Ph</i> (ku-Dptckkl)	<i>Ph</i> (ku-Dpttkl)	<i>Ph</i> (ku-trwl)	<i>Rh</i> (KM-DRH)
ชุดควบคุม	0.0e ^{3/}	0.0f	0.0f	0.0c	0.0d	0.0e	0.0e	0.0d	0.0d	0.0e	0.0f
2%Tween20	0.0e	0.0f	0.0f	0.0c	0.0d	0.0e	0.0e	0.0d	0.0d	0.0e	0.0f
100 ppm	33.0d	11.8e	14.4e	0.0c	2.6cd	8.0d	27.4d	0.0d	0.0d	18.4d	26.8e
500 ppm	39.0c	28.2d	39.0d	0.0c	7.4c	27.6c	31.4cd	10.0c	24.0c	50.8c	33.6d
1,000 ppm	58.4b	38.8c	51.2c	0.0c	47.4b	57.6b	35.4c	55.0b	58.4b	74.6b	37.8c
5,000 ppm	100a	75.0b	76.8b	79.8b	100a	100a	60.2b	100a	100a	100a	62.4b
10,000 ppm	100a	82.0a	81.0a	100a	100a	100a	68.8a	100a	100a	100a	77.8a
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

^{1/}เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง = [(A-B)/A] × 100, ^{2/}*Co* = *Colletotrichum* sp., *Fu* = *Fusarium* sp., *La* = *Lasiodiplodia* sp., *Ph* = *P.palmivora*, *Rh* = *Rhizoctonia* sp. ^{3/}ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อกำหนดโดยใช้การทดสอบ (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p < 0.05)

ตาราง 4.7 การทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *P. palmivora* sp. สาเหตุโรครุเรียน

ความเข้มข้น	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์					
	KD- Dpt02	KM- Dpt4	KM- Dpt5	Ku- Dpttkl	Ku- rwl	Ku- dptckkl
ชุดควบคุม	0.0b ^{1/}	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0d
2%Tween 20	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0d
100 ppm	0.0b	0.0b	100a	0.0b	0.0b	0.0d
500 ppm	0.0b	0.0b	100a	100a	0.0b	54.20c
1000 ppm	100a	0.0b	100a	100a	0.0b	83.69b
5000 ppm	100a	100a	100a	100a	100a	100a
10,000 ppm	100a	100a	100a	100a	100a	100a
F-test	*	*	*	*	*	*

^{1/}ค่าเฉลี่ยซ้ำ 3 ครั้ง ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

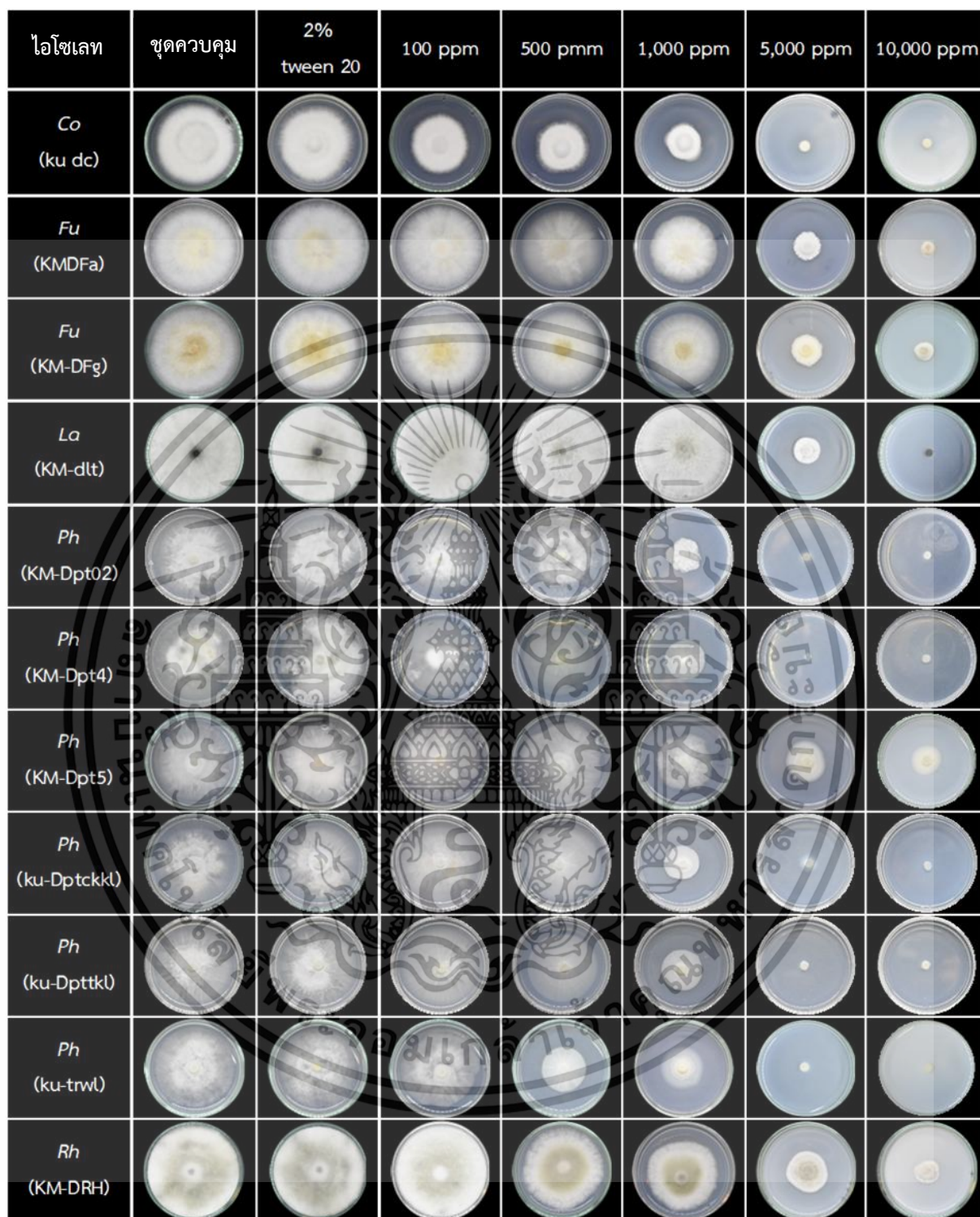
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.8 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันเมล็ดขาวเมล็ดขาวในการยับยั้งการงอกของสปอร์ของสาเหตุโรค
ทุเรียนที่ 96 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกของสปอร์ ^{1/}			
	Co ku-dc ^{2/}	Fu KM-DFa	Fu KM-DFg	La KM-dlt
Control	0.0d ^{3/}	0.0c	0.0e	0.0
2% Tween 20	0.0d	0.0c	0.0e	0.0
100 ppm	0.0d	63.2b	52.1d	0.0
500 ppm	58.6c	66.4b	66.7c	0.0
1,000 ppm	75.3b	69.6b	81.0b	0.0
5,000 ppm	100a	70.4b	100a	0.0
10,000 ppm	100a	100a	100a	0.0
F-test	*	*	*	ns ^{4/}

^{1/}เปอร์เซ็นต์ยับยั้งการงอกของสปอร์คำนวณโดยใช้สูตรต่อไปนี้: $(Gc-Gt)/Gc \times 100$, ^{2/}Co = *Colletotrichum* sp., Fu = *Fusarium* sp., La = *Lasiodiplodia* sp ^{3/}ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อกำหนดด้วย (P>0.05), ^{4/}ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ด้วยวิธี Poison food technique ที่อายุ 5 วัน, *Co* = *Colletotrichum* sp., *Fu* = *Fusarium* sp., *La* = *Lasiodiplodia* sp., *Phy*=*P.palmivora*, *Rh* =*Rhizoctonia*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว

ในการหาความเข้มข้นของประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญทางเส้นใยของเชื้อราได้ 50 เปอร์เซ็นต์ EC_{50} พบว่าการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของสารสกัดหยาบจากเสม็ดขาวแสดงผลอยู่ในช่วงของความเข้มข้นที่ 300-4,000 ppm จากการหาค่า EC_{50} ในการยับยั้งการเติบโตของเส้นใย พบว่ามีค่าต่ำกว่า 1,000 ppm โดยสามารถยับยั้งเชื้อที่อยู่ในกลุ่ม Oomycete ได้ดีโดยเฉพาะของเชื้อ *P. palmivora* ได้จำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ KM-Dpt5, ku-Dptckkl, ku-rwl, ku-Dptckkl และ KM-Dpt02 นอกจากนี้สารสกัดหยาบจากเสม็ดขาวยังสามารถยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของ *P. palmivora* ได้แก่ ไอโซเลท ku-Dptckkl, ku-rwl และ KM-Dpt02 ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยมีค่า EC_{50} ต่ำกว่า 500 ppm สำหรับเชื้อราทั่วไปพบว่าเชื้อ *C. gloeosporioides* ไอโซเลท ku-dc มีค่า EC_{50} เท่ากับ 1,397 ppm เชื้อ *Lasiodiplodia* sp. ไอโซเลท KM-dlt มีค่า EC_{50} อยู่ที่ 2,224 ppm เชื้อ *Rhizoctonia* sp. ไอโซเลท KM-DRH มีค่า EC_{50} เท่ากับ 2,938 ppm และเชื้อ *Fusarium* sp. ได้แก่ ไอโซเลท KM-DFg และ KM-DFa มีค่า EC_{50} เท่ากับ 2,698 และ 4,019 ppm ตามลำดับ (ตาราง 4.9)

จากการหาค่า EC_{50} ของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการยับยั้งการเจริญของเส้นใย พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 500-4,561 ppm โดยสามารถยับยั้งเชื้อในกลุ่ม Oomycete ได้แก่ *P. palmivora* ku-rwl ที่ค่า EC_{50} ต่ำที่สุดคือ 500 ppm สำหรับเชื้อ *P. palmivora* ได้แก่ ไอโซเลท KM-Dpt4, ku-Dptckkl, ku-Dptckkl, KM-Dpt02 และ KM-Dpt5 มีค่า EC_{50} อยู่ในช่วง 868-1,043 ppm ในส่วนเชื้อราทั่วไป *Fusarium* sp. ไอโซเลท ku-bf และ *C. gloeosporioides* ไอโซเลท ku-dc ซึ่งมีค่า EC_{50} เท่ากับ 579 และ 776 ppm ตามลำดับ ในทางกลับกัน เชื้อ *Fusarium* sp. ไอโซเลท KM-DFa, *Rhizoctonia* sp. ไอโซเลท KM-DRH และ *L. theobromae* ไอโซเลท KM-dlt มีค่า EC_{50} สูงถึง 3,586-4,561 ppm ในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์พบว่า ไอโซเลท ส่วนใหญ่ของ *P. palmivora* ku-rwl, KM-Dpt4 และ KM-Dpt5 และ *Fusarium* sp. ku-bf และ KM-DFg มีค่า EC_{50} ต่ำกว่า 100 ppm ซึ่งมีตอบสนองต่อน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวสูง (ตาราง 4.10)

ผลจากการหาค่าความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพของสารสกัดจากเสม็ดขาวทั้งสองชนิด การทดสอบการยับยั้งเส้นใยและการสร้างส่วนขยายพันธุ์แสดงให้เห็นว่าเชื้อ *P. palmivora*, *C. gloeosporioides* *Fusarium* sp., *L. theobromae* และ *Rhizoctonia* sp. ในแต่ละ ไอโซเลท มีความตอบสนองต่อสารออกฤทธิ์ยับยั้งที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของสารสำคัญของแต่ละชนิดสารสกัด ตลอดจนความหลากหลายของสกุลเชื้อ แหล่งที่มา และระดับความรุนแรงของการก่อโรค สอดคล้องรายงาน Mannon and Chuanxue (2008) พบว่า ไอโซเลท ของเชื้อ *Phytophthora* sp. แสดงการตอบสนองต่อสารสกัดจากพืชที่แตกต่างกัน โดยปัจจัยที่ส่งผลรวมถึงความหลากหลายทางพันธุกรรม แหล่งที่มาของเชื้อ และส่วนของพืชที่เกิดโรค ทำให้แต่ละสายพันธุ์มีระดับตอบสนองต่อสารออกฤทธิ์ของสารสกัดที่ไม่เท่ากัน ไม่เพียงเท่านั้นรายงานของ

Tiwari *et al.* (2011) พบว่า ไอโซเลท ของเชื้อ *Phytophthora* sp. มีค่า EC_{50} แตกต่างกันตามระดับความเข้มข้นของสารสกัด ซึ่งสะท้อนถึงความหลากหลายทางพันธุกรรมและแหล่งที่มาของเชื้อรา มีงานวิจัยหลายฉบับที่ศึกษาองค์ประกอบสารออกฤทธิ์จากพืชสมุนไพร โดยจากรายงานหลายฉบับพบว่าสารสำคัญที่สกัดจากเสม็ดขาวมีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ เช่น 1,8-cineole, alpha-terpineol, caryophyllene, alpha-pinene และ gamma-terpinene (Quoc, 2021; Abd Wahab *et al.*, 2022; Chaudhari *et al.*, 2022; Isah *et al.*, 2023) อย่างไรก็ตาม การศึกษาต่อไปเกี่ยวกับองค์ประกอบของสารออกฤทธิ์แต่ละชนิด รวมถึงแหล่งที่มาของพืช

จากผลการทดลองทั้งในด้านการยับยั้งการเจริญทางเส้นใย และยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบ และน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาว มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโดยมีการตอบสนองได้ดีมากเฉพาะกับเชื้อในกลุ่ม Oomycetes คือ *P. palmivora* อีกทั้งเชื้อราทั่วไปคือ เชื้อ *C. gloeosporioides* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุที่สำคัญของทุเรียน สารสกัดจากเสม็ดขาวมีคุณสมบัติเป็นสารออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุ จึงคัดเลือกค่าความเข้มข้นที่ยับยั้งเชื้อสาเหตุได้ 50% (EC_{50}) อยู่ในช่วงที่เหมาะสม นำไปทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการ และในสภาพโรงเรือนเพื่อประยุกต์ใช้ในการควบคุมโรคพืชต่อไป

ตาราง 4.9 ค่า EC_{50} และ EC_{90} ของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวต่อเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน

เชื้อสาเหตุ	ไอโซเลท	ยับยั้งเส้นใย (ppm)		ยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ ^{1/} (ppm)	
		$EC_{50}^{1/}$	$EC_{90}^{1/}$	EC_{50}	EC_{90}
<i>P. palmivora</i>	KM-Dpt5	472	19,200	710	898
<i>P. palmivora</i>	ku-Dpttkl	496	23,124	<500	3,441
<i>P. palmivora</i>	ku-rwl	628	24,246	<500	<500
<i>P. palmivora</i>	ku-Dptckkl	639	18,271	539	721
<i>P. palmivora</i>	KM-Dpt02	876	13,307	<500	<500
<i>C. gloeosporioides</i>	ku-dc	1,397	5,471	<500	<500
<i>L. theobromae</i>	KM-dlt	2,224	23,169	>20,000	>20,000
<i>Rhizoctonia</i> sp.	KM-DRH	2,938	52,750	-	-
<i>Fusarium</i> sp.	KM-DFg	2,698	10,870	<500	<500
<i>P. palmivora</i>	KM-Dpt4	3,400	8,099	<500	<500
<i>Fusarium</i> sp.	KM-DFa	4,019	21,576	3,187	12,362

^{1/}ความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพคำนวณโดยใช้ SPSS v.28.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.10 ค่า EC₅₀ และ EC₉₀ ของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวต่อเชื้อสาเหตุโรคทุเรียน

เชื้อสาเหตุ	ไอโซเลท	ยับยั้งเส้นใย (ppm)		ยับยั้งการสร้าง ส่วนขยายพันธุ์ (ppm)	
		EC ₅₀ ^{1/}	EC ₉₀ ^{1/}	EC ₅₀	EC ₉₀
<i>P. palmivora</i>	ku-rwl	500	1,199	<100	<100
<i>Fusarium</i> sp.	ku-bf	579	5,928	<100	<100
<i>C. gloeosporioides</i>	ku -dc	776	1,724	249	1,308
<i>P. palmivora</i>	KM-Dpt4	868	1,495	<100	<100
<i>P. palmivora</i>	ku-Dpttkl	878	1,364	762	953
<i>P. palmivora</i>	ku -Dptckkl	950	1,366	659	831
<i>Fusarium</i> sp.	KM-DFg	1,000	13,162	<100	1,622
<i>P. palmivora</i>	KM-Dpt02	1,043	2,324	312	406
<i>Fusarium</i> sp.	KM-DFa	3,586	10,391	42	7,076
<i>Rhizoctonia</i> sp.	KM-DRH	3,680	13,151	-	-
<i>L. theobromae</i>	KM-dlt	4,281	5,398	>10,000	>10,000
<i>P. palmivora</i>	KM-Dpt5	4,561	14,272	<100	<100

^{1/} คำนวณความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพคำนวณโดยใช้ SPSS v.28.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดใบเสม็ดขาวโดยวิธี Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)

จากการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดหยาบเสม็ดขาว พบสารประกอบทั้งหมด 34 ชนิด ซึ่งสามารถจัดจำแนกได้กลุ่ม sesquiterpenes มากถึง 10.54% รองลงมาคือกลุ่ม terpenes 8.02% ยังพบสารประกอบอื่นๆ ในกลุ่ม hydrocarbon 0.31%, thioester 1.29%, sugar acids 0.47%, terpenoids 0.5 %, cyclic ether 1.84% และ phenolic acids 1.00% รวมทั้งสารประกอบอื่นๆ อีก 76.01% สำหรับกลุ่ม sesquiterpenes ถือเป็นองค์ประกอบหลัก พบสารประกอบ caryophyllene oxide มากที่สุดถึง 3.44% และกลุ่ม terpenes พบสาร Isocaryophyllene ถึง 4.56% แสดงไว้ดังตารางที่ 4.11

ในขณะที่การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันจากเสม็ดขาวที่ได้จากการกลั่นด้วยเครื่องกลั่นไอน้ำ Steam Distillation ด้วยเทคนิค GC-MS พบองค์ประกอบทางเคมีทั้งหมด 39 ชนิด โดยสารส่วนใหญ่เป็นกลุ่มของ monoterpenes ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลัก พบมากกว่า 50.63% ได้แก่ α -terpinolene 17.60%, γ -terpinene 13.46%, α -pinene 4.88%, l-limonene 3.42%, α -terpinene 2.69%, α -thujene 2.62%, l-phellandrene 2.30%, β -pinene 1.07 %, 1,8-cineole 0.81%, β -myrcene 0.69%, linalool 0.31%, sabinene 0.29%, δ -3-carene 0.23% และ α -terpineol 0.22% ตามลำดับ รองลงมาคือ terpenes 30.73% ได้แก่ caryophyllene 12.40%, α -humulene 4.80%, β -elemene 3.33%, germacrene d 2.80%, germacrene b 1.63%, β -eudesmol 1.18%, caryophyllene oxide 0.98%, α -copaene 0.94%, guaialol 0.92%, δ -cadinene 0.63%, γ -eudesmol 0.55% และ δ -elemene 0.54% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยสารประกอบ aromatics 8.55%, และ สารประกอบ carbocyclic compounds 1.47%, alcohols 0.19% และ hydrocarbons 0.09% ส่วนที่เหลืออีก 7.25% เป็นสารประกอบอื่น ๆ

จากผลการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดเสม็ดขาวสรุปได้ว่าพบ สารสกัดเสม็ดขาวพบกลุ่มสารประกอบ terpenes เป็นกลุ่มหลัก ในส่วนของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวพบสารประกอบ ในกลุ่ม monoterpenes และ terpenes เป็นกลุ่มหลักมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Al-Abd *et al.* (2015) ที่ระบุว่า เสม็ดขาว (*M. cajuputi*) ในประเทศมาเลเซียมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ กลุ่ม terpenoids, phenolics, flavonoids, aromatics และ fatty acids อยู่มาก อีกทั้งรายงานของ Sutrisno and Retnosari (2018) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจาก *Melaleuca*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

cajuput จากพื้นที่ต่าง ๆ ในอินโดนีเซีย 3 ชนิด ได้แก่วิเคราะห์การใช้ก๊าซโครมวล spectrometry เพื่อตรวจสอบความคล้ายคลึงกัน และความแตกต่างในหมู่สารเคมี องค์ประกอบ พบว่ามีปริมาณ 1,8-cineole จำนวนมาก 42-60%, α -terpineole 4-18% caryophyllene 0.6-11% และ α -pinene 3-12% สารเหล่านี้อยู่ในกลุ่มของ monoterpenes น้ำมันเสม็ดขาวที่มาจากเมืองมาลัง ประเทศอินโดนีเซีย มีปริมาณ α -selinene จำนวนมาก 6.73% ซึ่งพบว่าสาร 1,8-cineole สามารถมีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ Isah *et al.* (2023) รายงานว่าสารประกอบทางเคมีเหล่านี้สามารถตรวจพบได้ทั้งในสารสกัดหยาบ และน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาว อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ในครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ในประเด็นของสาร 1,8-cineole ซึ่งถูกรายงานว่าพบในปริมาณมาก แต่เนื่องจากการทดสอบพบว่า มีปริมาณเพียง 0.81% ในขณะที่ Yoon *et al.* (2003) ยังระบุเพิ่มเติมว่า องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวมีความผันแปรสูง ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ต้นเสม็ดขาวเจริญเติบโต นอกจากรายงานที่กล่าวมาข้างต้นนี้แล้ว การใช้ตัวทำละลาย (Fatihah *et al.*, 2012) และวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยนั้นยังมีผลโดยตรงต่อองค์ประกอบทางเคมี หรือชนิดสารออกฤทธิ์รวมถึงปริมาณสารสำคัญ Gaikwad *et al.* (2024)

ตาราง 4.11 องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดหยาบเสมีดขาว

ลำดับ	ระยะเวลา	ชื่อสาร	พื้นที่	ประเภทกลุ่มสาร	รวม (%)
1	9.00	isocaryophyllene	4.56		
2	9.22	α -humulene	2.054	terpenes	
3	9.44	α -selinene	0.513		
4	9.48	γ -gurjunene	0.546		
5	9.61	δ -cadinene	0.368		8.04
6	10.01	spathulenol	1.085		
7	10.06	caryophyllene oxide	3.448		
8	10.35	caryophyllene oxide-dup1	2.326	sesquiterpenes	10.50
9	10.45	elemol	2.197		
10	10.83	alloaromadendrenoxid-(1)	1.448		
11	6.44	p-cymenene	0.311	hydrocarbon	0.31
12	7.80	s-methyl hexanethioate	1.296	thioester	1.29
13	8.33	4,4,5,5-tetramethyl-2,3-dihydroxy-2-cyclopenten-1-one	0.473	sugar acids	0.47
14	8.76	(-)-cis- β -elemene	0.5	terpenoids	0.5
15	10.21	humulene-1,2-epoxide	1.844	cyclic ether	1.84
16	11.69	eugenin	1.005	phenolic acids	1.00
17	8.49	3-allylguaiacol	0.258		
18	5.61	1-methoxy-2,3-cis-dimethylaziridine	0.677		
19	11.27	2',3',4' trimethoxyacetophenone	1.25		
20	11.34	cis-z- α -bisabolene epoxide	0.862		
21	10.71	1-(4,7-dimethoxy-2h-1,3-benzodioxol-5-yl) ethanone	3.512	other compounds	
25	10.53	caryophyllene oxide-dup2	0.836		
26	9.09	9.0942-ethyl-3-methoxy-2-cyclopentenone	0.937		
28	11.06	o-methylxanthoxylin	0.459		
29	12.17	5,8-dihydroxy-2-methoxy-1,4-naphthoquinone	13.113		
30	12.28	5,8-dihydroxy-2-methoxy-1,4-naphthoquinone-dup1	10.09		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.11 ต่อ

ลำดับ	ระยะเวลา	ชื่อสาร	พื้นที่	ประเภทกลุ่มสาร	รวม (%)
31	12.42	1-(4-ethylphenyl)-4-(hydroxymethyl)-4-methyl-3-pyrazolidinone	33.325		
32	12.57	p-phenylbenzoyl chloride	0.896		
33	12.76	5-methyl-6,7,8,9-tetrahydroisothiazolo[5,4-c]isoquinolin-1(2h)-one	1.392	other compounds	76.01
34	10.16	n-hydroxy-2-[(2e)-2,4-pentadienyl]cyclohexanecarboxamide	8.411		
รวมทั้งหมด (%)					99.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.12 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยเสมีดขาว

ลำดับ	ระยะเวลา	ชื่อสาร	พื้นที่	ประเภทกลุ่มสาร	รวม(%)
1	5.76	α -thujene	2.621		
2	5.89	α -pinene	4.885		
3	6.56	sabinene	0.295		
4	6.62	β -pinene	1.072		
5	6.83	β -myrcene	0.699		
6	7.08	l-phellandrene	2.304		
7	7.18	δ -3-carene	0.233		
8	7.28	α -terpinene	2.692	monoterpenes	50.63
9	7.50	l-limonene	3.427		
10	7.55	1,8-cineole	0.810		
11	8.00	γ -terpinene	13.460		
12	8.50	α -terpinolene	17.600		
13	8.61	linalool	0.310		
14	10.07	α -terpineol	0.222		
15	12.74	α -copaene	0.940		
16	12.94	β -elemene	3.339		
17	13.38	caryophyllene	12.408		
18	13.80	α -humulene	4.800		
19	14.13	germacrene d	2.803		
20	14.31	germacrene b	1.638	terpenes	30.76
21	14.59	δ -cadinene	0.639		
22	15.40	caryophyllene oxide	0.989		
23	15.55	guaiol	0.925		
24	15.93	γ -eudesmol	0.551		
25	16.16	β -eudesmol	1.186		
26	12.19	δ -elemene	0.546		
27	7.785	1,3,6 octatriene	0.093	hydrocarbon	0.093
28	9.970	benzenemethanol	0.197	alcohols	0.19
29	7.434	benzene	8.550	hydrocarbons, aromatic	8.55
30	26.13	di-n-octyl phthalate	1.473	acids, carbocyclic	1.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.12 ต่อ

ลำดับ	ระยะเวลา	ชื่อสาร	พื้นที่	ประเภทกลุ่มสาร	รวม
31	9.88	3-cyclohexen-1-ol	0.45		
32	15.66	1,8-naphthyridine	3.805		
33	16.75	3,3,6,9,9-pentamethyl-2,10-diazabicyclo[4.4.0]dec-1-decene-2 oxide	1.186		
34	10.26	-	0.107	other compounds	7.45
35	10.62	ethenone, 1-(2,5- dimethoxyphenyl)	0.088		
36	11.69	3,5 pyridinediol	0.228		
37	14.42	ethoxycitronellal	1.134		
38	21.07	phenanthrene	0.461		
39	9.371	epoxyterpinolene	0.206		
รวมทั้งหมด (%)					99.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว ในการควบคุมโรคทุเรียนก่อนการเก็บเกี่ยวในสภาพโรงเรือน

4.4.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการควบคุมโรคลำต้นเน่าของทุเรียน

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากใบเสม็ดขาวที่ความเข้มข้น 20,000 ppm ในการควบคุมโรคลำต้นเน่าทุเรียนที่เกิดจากเชื้อ *P. palmivora* พบว่าในวันที่ 7 หลังการทดสอบสาร เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่ากรรมวิธีชุดควบคุมที่ทำการปลูกเชื้อมีขนาดแผลสูงสุดที่ 5.7 cm โดยแสดงอาการโรคลำต้นเน่า ฉ่ำน้ำ อาการยางไหล เนื้อเยื่อเน่าเป็นสีน้ำตาลถึงดำ หลังการทดสอบเป็นเวลา 14 วัน พบว่าในทุกกรรมวิธีมีขนาดแผลลดลงต่ำสุด 1.7-2.0 cm และสามารถลดการเกิดโรคอยู่ที่ 64.3-70% เมื่อทำการทดสอบสารตั้งแต่วันที่ 21 เป็นต้นไป พบว่ากรรมวิธีทาครีมสารสกัดหยาบ 20,000 ppm ทุก 7 วัน และทุก 14 วัน สามารถลดการเกิดโรคได้อย่างสมบูรณ์ โดยไม่เกิดอาการผิดปกติ ในทางเดียวกันกับกรรมวิธีพ่นสารสกัดเสม็ดขาวที่ความเข้มข้น 20,000 ppm โดยพ่นทุก ๆ 3 วัน และ พ่นทุก ๆ 7 วัน มีขนาดของแผลที่ 1.1 cm และ 1.4 cm สามารถลดการเกิดโรคได้ 80.6 และ 76.8 % ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีทำการปลูกเชื้อไม่ทดสอบสาร มีขนาดแผลสูงสุดถึง 6.5 cm จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการใช้ผลิตภัณฑ์จากสารสกัดเสม็ดขาวที่ 21 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้สารผลิตภัณฑ์จากสารสกัดหยาบเสม็ดขาวสามารถลดการเกิดโรคได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยกรรมวิธีพ่นสารสามารถลดโรคได้สูงสุด 80% และส่วนกรรมวิธีครีมหาสามารถลดการเกิดโรคได้อย่างสมบูรณ์ (ตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.16)

ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบจากใบเสม็ดขาวมีศักยภาพในการควบคุมโรคลำต้นเน่าทุเรียน *P. palmivora* ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะเมื่อใช้ในรูปแบบครีมทาทุก ๆ 14 วัน โดยมีประสิทธิภาพสูงสุดภายในระยะเวลา 21 วัน ทั้งในแง่ของการลดขนาดแผล และการเกิดโรค ซึ่งผลการทดลองนี้อาจนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันโรคพืช อย่างไรก็ตามแม้ผลลัพธ์จะเป็นที่น่าพึงพอใจ การใช้สารสกัดในความเข้มข้นสูงถึง 20,000 ppm อาจเป็นข้อจำกัดในการใช้จริงในสภาพแปลงปลูก เนื่องจากต้องใช้สารสกัดในปริมาณมากและอาจมีต้นทุนการผลิตที่สูง (Suteu *et al.* 2020)

ตาราง 4.13 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ในสภาพโรงเรือน

กรรมวิธี	7 วัน			14 วัน			21 วัน			28 วัน			35 วัน		
	ขนาดแผล (cm)	%DS ^{1/}	%DR ^{2/}	ขนาดแผล (cm)	%DS	%DR	ขนาดแผล (cm)	%DS	%DR	ขนาดแผล (cm)	%DS	%DR	ขนาดแผล (cm)	%DS	%DR
ชุดควบคุม	0.0c ^{3/}	0	0	0.0c	0	0	0	0	0	0.0b	0	0	0.0b	0	0
ชุดควบคุมปลูกเชื้อ	5.7b	75	0	5.8a	75	0	6.0a	75	0	6.2a	75	0	6.5a	75	0
พ่นสารสกัดหยาบ 20,000 ppm 3 DAI	2.1b	25	63.0	2.0b	25	64.3	1.1b	25	80.6	0.0b	0	100	0.0b	0	100
พ่นสารสกัดหยาบ 20,000 ppm 7 DAI	2.3b	25	59.5	2.0b	25	70.6	1.4b	25	76.8	0.0b	0	100	0.0b	0	100
ทาครีมสกัดหยาบ 20,000 ppm 7 DAI	2.1b	25	63.0	1.7b	25	70.1	0.0c	0	100	0.0b	0	100	0.0b	0	100
ทาครีมสกัดหยาบ 20,000 ppm 14 DAI	2.2b	25	61.2	2.0b	25	70.6	0.0c	0	100	0.0b	0	100	0.0b	0	100
F-test	*			*			*			*			*		
CV. (%)	9.8			15.06			18.4			20.16			15.07		

^{1/}%DS = เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค คำนวณค่าการเกิดโรค 4 ระดับ คือ 0=ไม่เกิดโรค, 1 = 1-2.5 cm, 2 = 2.6-5 cm, 3= 5.1-7.5 cm, 4= 7.6-10 cm ^{2/}% DR = เปอร์เซ็นต์การลดโรค คำนวณจาก ((ขนาดแผลในกรรมวิธีควบคุม-ขนาดแผลในกรรมวิธีทดสอบสารสกัด))/ขนาดของแผลในกรรมวิธีควบคุม × 100, ^{3/}ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p< 0.05)



ภาพที่ 4.16 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวในการควบคุมเชื้อรา *P. palmivora* ในสภาพโรงเรือน แสดงขนาดแผลหลังการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวที่ 35 วัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการควบคุมโรคลำต้นเน่าในทุเรียน

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว (*Melaleuca cajuputi*) ในการควบคุมโรคลำต้นเน่าที่เกิดจากเชื้อ *P. palmivora* พบว่าชุดควบคุมที่ได้รับการปลูกเชื้อโดยไม่ใช้สารสกัด มีขนาดแผลเฉลี่ย 5.40 cm โดยมีอาการฉ่ำน้ำ เนื้อเยื่อเน่า เป็นสีน้ำตาลถึงดำ แสดงอาการยางไหล หลังจากการใช้สารทดสอบเป็นเวลา 7 วัน พบว่าการทาครีมน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวที่ความเข้มข้น 2,000 ppm ทุก 7 วัน และทุก 14 วัน มีขนาดแผลเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 1.4 และ 1.3 cm และสามารถลดการเกิดโรคได้ 75.9% และ 74.07% ตามลำดับ รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับการพ่นน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวที่ความเข้มข้น 2,000 ppm ทุกๆ 3 วัน และทุกๆ 7 วัน โดยมีขนาดแผลเฉลี่ยอยู่ที่ 2.56 cm สามารถลดการเกิดโรคได้ 52.44% ทำการประเมินผลในช่วงหลังจาก 14 วัน พบว่าการทาครีมน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวที่ความเข้มข้น 2,000 ppm ทาทุกๆ 7 วัน และทาทุกๆ 14 วัน โดยมีขนาดแผลและสามารถลดการเกิดโรคได้อย่างสมบูรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ในขณะที่กรรมวิธีทำการปลูกเชื้อไม่ทดสอบสารมีขนาดแผลสูงที่สุดถึง 5.53 cm จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการใช้ผลิตภัณฑ์จากสารสกัดเสม็ดขาวที่ 14 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้สารผลิตภัณฑ์จากน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวสามารถลดการเกิดโรคได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยกรรมวิธีพ่นสารสามารถลดโรคได้สูงสุด 81-82% ส่วนกรรมวิธีครีมทาสามารถลดการเกิดโรคได้ 100% (ตาราง 4.14 และ ภาพที่ 4.17)

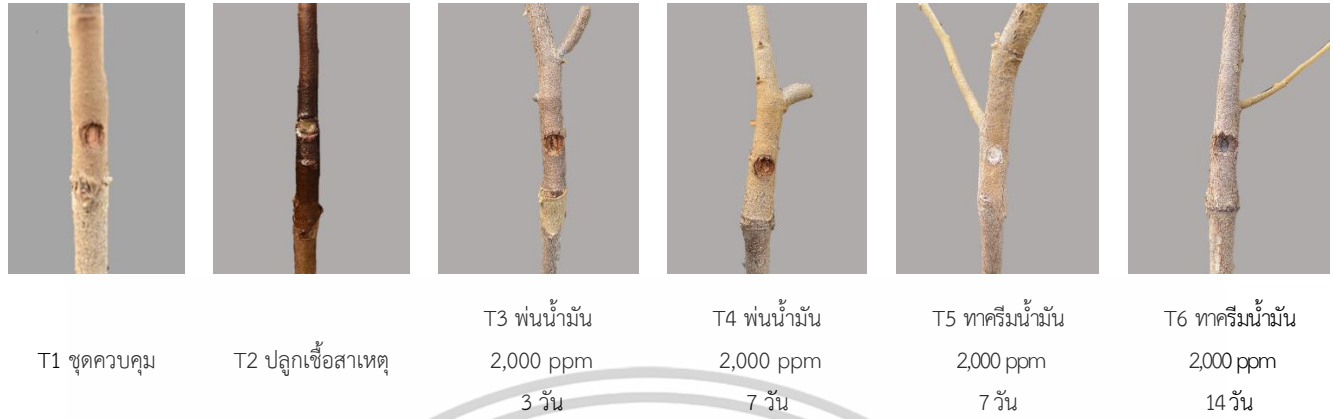
จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวที่ความเข้มข้น 2,000 ppm มีประสิทธิภาพสูงในการลดขนาดแผลและการเกิดโรคลำต้นเน่าที่เกิดจาก *P. palmivora* โดยเฉพาะเมื่อใช้ในรูปแบบครีมทาซึ่งให้ผลดีที่สุดในสูตร ที่ทาทุกๆ 7 วัน และ 14 วัน สามารถลดอาการของโรคได้ภายใน 2 สัปดาห์ ซึ่งให้ผลดีกว่าการพ่น เนื่องจากรูปแบบครีมทาอาจมีคุณสมบัติในด้านการยึดเกาะและคงตัวบนผิวลำต้นได้ดี ทำให้สามารถคงฤทธิ์ของสารน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว ในการควบคุมโรคลำต้นเน่าได้ อีกทั้งยังมีแนวโน้มลดการสูญเสียสารสำคัญจากสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวทางปฏิบัติในปัจจุบันที่นิยมใช้วิธีตากแผลและทาสารด้วยสารเคมีสารป้องกันกำจัดเชื้อรา (fungicide) เช่น metalaxyl หรือ fosetyl-Al ซึ่งมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคที่จุดแผลโดยตรง (เรวัตม์ เพี้ยซ้าย และคณะ 2562; Kongtragoul *et al.*, 2023) อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีต่อเนื่องในระยะยาวอาจส่งผลให้เชื้อสาเหตุโรคพัฒนาการดื้อยา มีรายงานยืนยันว่า *Phytophthora* spp. บางสายพันธุ์สามารถพัฒนาความต้านทานต่อ fungicides ที่ใช้สารเคมีซ้ำ ๆ ได้ (Gisi and Cohen, 1996; Kongtragoul *et al.*, 2023) ทั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในรูปแบบครีมทาที่ความเข้มข้นเพียง 2,000 ppm แสดงประสิทธิภาพในลดการเกิดโรคได้ดี ในระยะเวลาอันสั้นที่ 14 วัน ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่าสารสกัดหยาบ ซึ่งต้องใช้สูงถึงความเข้มข้นถึง 20,000 ppm และต้องใช้นานถึง 21 วัน ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวจึงอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภัณฑ์สำหรับควบคุมโรคพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.14 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเมล็ดข้าวในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ในสภาพโรงเรือน

กรรมวิธี	7 วัน			14 วัน			21 วัน			28 วัน			35 วัน		
	ขนาดแผล (cm)	%DS ^{1/}	%DR ^{2/}	ขนาดแผล (cm)	%DS	%DR	ขนาดแผล (cm)	%DS	%DR	ขนาดแผล (cm)	%DS	%DR	ขนาดแผล (cm)	%DS	%DR
Untreated control	0.0d	0.0	0.0	0.c	0.0	0.00	0.0c	0.0	0.0	0.0b	0.0	0.0	0.0b	0.0	0.0
Inoculated control	5.4a	75	0.0	5.53a	75	0.00	5.83a	75	0.0	6.7 a	75	0.0	7.7a	100	0
พ่นน้ำมันหอมระเหย 2,000 ppm 3 วัน	2.56b	33.33	52.44	0.9b	50	81.33	0.0c	0.0	100	0.0b	0.0	100	0.0b	0.0	100
พ่นน้ำมันหอมระเหย 2,000 ppm 7 วัน	2.56b	40	52.40	1.0b	50	82.28	1.0b	25.83	82.28	0.0b	0.0	100	0.0b	0.0	100
ทาครีมน้ำมันหอมระเหย 2,000ppm 7 วัน	1.4c	20	75.90	0.0c	0.0	100	0.0c	0.0	100	0.0b	0.0	100	0.0b	0.0	100
ทาครีมน้ำมันหอมระเหย 2,000ppm 1 วัน	1.3c	20	74.07	0.0c	0.0	100	0.0c	0.0	100	0.0b	0.0	100	0.0b	0.0	100
F-test	*			*			*			*			*		
CV. (%)	9.0			8.6			2.6			24.76			3.18		

^{1/}%DS = เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค คำนวณค่าการเกิดโรค 4 ระดับ คือ 0=ไม่เกิดโรค, 1 = 1-2.5 cm, 2 = 2.6-5 cm, 3= 5.1-7.5 cm, 4= 7.6-10 cm ^{2/}% DR = เปอร์เซ็นต์การลดโรคคำนวณจาก ((ขนาดแผลในกรรมวิธีควบคุม-ขนาดแผลในกรรมวิธีทดสอบสารสกัด))/ขนาดของแผลในกรรมวิธีควบคุม × 100, ^{3/}ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p < 0.05)



ภาพที่ 4.17 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ในสภาพโรงเรือน แสดงขนาดแผลหลังการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวที่ 35 วัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการควบคุมโรคทุเรียน และรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

4.5.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวต่อการยับยั้งการเกิดโรคมผลเน่าที่เกิดจากเชื้อ *P. palmivora*

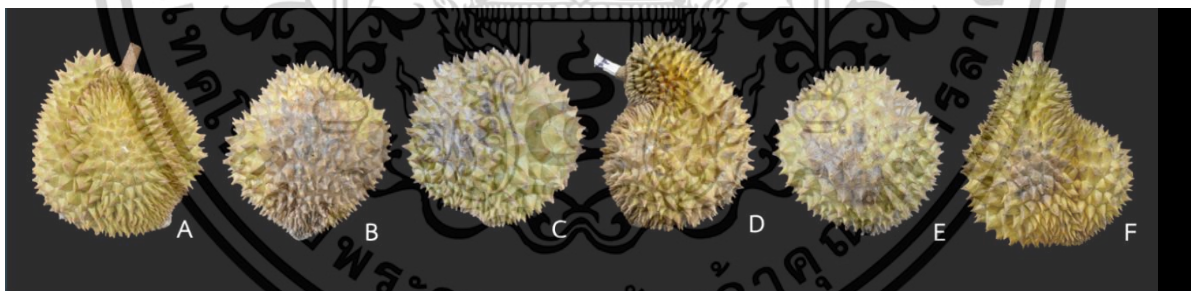
จากการจุ่มผลทุเรียนในสารละลายสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดโรคของเชื้อ *P. palmivora* ไอโซเลท ku-rwl สาเหตุของโรคหลังการเก็บเกี่ยวในผลทุเรียน พบว่าในระยะ 5 วัน แรกของการทดสอบขนาดผลในทุกระบบวิธีที่จุ่มสารไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ในวันที่ 7 พบว่า การจุ่มผลทุเรียนด้วยสารสกัดหยาบเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,200 ppm (MCE:1,200) และจุ่มน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,000 ppm (MEO:1,000) มีประสิทธิภาพในการลดความรุนแรงของโรคสูงสุด โดยขนาดผลอยู่ที่ 3.18 และ 3.23 cm ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ทำการปลูกเชื้อ *P. palmivora* ku-rwl มีขนาดผลสูงถึง 8.70 cm (ตารางที่ 4.15 และภาพที่ 4.18)

จากการทดสอบข้างต้นแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ สารสกัดหยาบเสม็ดขาวที่ความเข้มข้น 1,200 ppm และน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,000 ppm ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. palmivora* ในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวในผลทุเรียน ที่อยู่ในระดับความเข้มข้นต่ำมีประสิทธิภาพควบคุมโรคผลเน่าได้เป็นอย่างดี จึงคัดเลือกนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับโคโตซานเป็นสารเคลือบผิวทุเรียนในการควบคุมโรค และรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวต่อไป

ตาราง 4.15 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวต่อการยับยั้งโรคลงการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ *P. palmivora*

กรรมวิธี	ขนาดผล (cm)		
	3 วัน	5 วัน	7 วัน
T1 = ไม่จุ่มสาร (control)	0.0	0.00 c ^v	0.0 d
T2 = ไม่จุ่มสาร ปลุกเชื้อ <i>P. palmivora</i> ku-rwl	0.0	2.17 a	8.70 a
T3 = จุ่มสารสกัดหยาบเสม็ดขาว (MCE:600)	0.0	1.35 b	4.76 b
T4 = จุ่มสารสกัดหยาบเสม็ดขาว (MCE:1,200)	0.0	1.16 b	3.18 c
T5 = จุ่มน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว (MEO:500)	0.0	1.20 b	5.21 b
T6 = จุ่มน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว (MEO:1,000)	0.0	1.07 b	3.23 c
F-test	ns	*	*
CV. (%)		19.09	19.56

^vตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละวันมีแตกต่างกันทางสถิติเมื่อใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น (P < 0.05), ns=ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p < 0.05)



ภาพที่ 4.18 ผลของการจุ่มผลทุเรียนด้วยสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวต่อการยับยั้งเชื้อโรคลงการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ *P. palmivora* A: T1= ไม่จุ่มสาร (control), B: T2= ไม่จุ่มสาร ปลุกเชื้อ *P. palmivora* ku-rwl, C: T3= จุ่มสารสกัดหยาบเสม็ดขาว (MCE600), D: T4= จุ่มสารสกัดหยาบเสม็ดขาว (MCE1,200), E: T5= จุ่มน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว (MEO500), F: T6= จุ่มน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว (MEO1,000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวต่อการยับยั้งการเกิดโรคผลเน่าที่เกิดจากเชื้อ *C. gloeosporioides*

จากการจุ่มผลทุเรียนในสารละลายสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยจากใบเสม็ดขาว เพื่อยับยั้งการเกิดโรคผลเน่าที่มีสาเหตุจากเชื้อ *C. gloeosporioides* ในช่วงระยะเวลาแรกของการเก็บรักษาที่ 5 วัน พบว่ากรรมวิธีไม่จุ่มสารมีขนาดแผลที่ 2.68 cm ในส่วนของกรรมวิธีการจุ่มสารสกัดมีค่าขนาดแผลเฉลี่ยที่ 1.62-2.00 cm และเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 7 วัน พบว่าชุดควบคุมที่ทำการปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* โดยไม่ใช้สารสกัด พบว่ามีขนาดแผลใหญ่สูงสุดที่ 8.42 cm ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ผ่านการจุ่มสารสกัด โดยพบว่าการจุ่มสารสกัดหยาบเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,400 ppm (MCE1,400), จุ่มน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 800 ppm (MEO800) และจุ่มน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,600 ppm (MEO:1,600) มีขนาดแผลที่ 4.35, 5.81 และ 4.62 cm ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ผ่านการจุ่มสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวด้วยกันทุกกรรมวิธี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 4.16 และภาพที่ 4.19)

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้สารสกัดหยาบจากเสม็ดขาว *M. cajuputi* โดยเฉพาะในความเข้มข้นที่ 1,400 และ 2,800 ppm ในการลดขนาดของแผลที่เกิดจากเชื้อ *C. gloeosporioides* โรคผลเน่า ที่ขนาดแผล 4.35 และ 3.16 cm ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าการยับยั้งเชื้อผลเน่าที่เกิด *C. gloeosporioides* ความเข้มข้นใดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดโรคได้ดีที่สุด เป็นไปได้ว่าเชื้อ *C. gloeosporioides* มีการตอบสนองกับสารสกัดเสม็ดขาวได้น้อยกว่าเชื้อสาเหตุชนิดอื่น ๆ แต่ในส่วนของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวที่ความเข้มข้น 1,200 ppm และน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,000 ppm เมื่อใช้ ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. palmivora* ในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวในผลทุเรียน มีขนาดแผล 3.18 และ 33.23 cm ที่อยู่ในระดับความเข้มข้นต่ำมีประสิทธิภาพควบคุมโรคผลเน่าได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นผลมาจากผลการทดสอบข้างต้นก่อนหน้านี้ ที่พบว่าสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวมีประสิทธิภาพ ทั้งในระดับการยับยั้งเส้นใย และยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์โดยเฉพาะกับเชื้อ *P. palmivora* หลายไอโซเลทได้อย่างสมบูรณ์ และเฉพาะเจาะจงได้ดีกว่า ดังนั้นจึงคัดเลือกนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับโคโตซาน เป็นสารเคลือบผิวทุเรียนในการควบคุมโรคผลเน่าที่เกิดจาก *P. palmivora* และรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวต่อไป

ตาราง 4.16 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสมีดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสมีดขาวต่อการยับยั้งโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ *C. gloeosporioides*

กรรมวิธี	ขนาดแผล (cm)		
	3 วัน	5 วัน	7 วัน
T1 = ไม่จุ่มสาร (ชุดควบคุม)	0.0	0.0 c ^{1/}	0.0 e
T2 = ไม่จุ่มสารปลูกเชื้อ <i>C. gloeosporioides</i> ku-dc	0.0	2.68 a	8.42 a
T3 = จุ่มสารสกัดหยาบเสมีดขาว (MCE:1,400)	0.0	1.90 b	4.35 cd
T4 = จุ่มสารสกัดหยาบ (MCE:2,800)	0.0	1.62 b	3.16 d
T5 = จุ่มน้ำมันหอมระเหยเสมีดขาว (MEO:800)	0.0	2.00 b	5.81 b
T6= จุ่มน้ำมันหอมระเหยเสมีดขาว(MEO:1,600)	0.0	1.90 b	4.62 bc
F-test	ns	*	*
CV. (%)		19.09	19.94

1/ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีแตกต่างกันทางสถิติเมื่อใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น (P < 0.05), ns=ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p < 0.05)



ภาพที่ 4.19 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบเสมีดขาวและน้ำมันหอมระเหยเสมีดขาวต่อการยับยั้งโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ *C. gloeosporioides*, A: 1= ไม่จุ่มสาร control, B: T2= ไม่จุ่มสารปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* ku-dc, C: T3= จุ่มสารสกัดหยาบเสมีดขาว (MCE:1,400), D: T4= จุ่มสารสกัดหยาบเสมีดขาว (MCE:2,800), E: T5= จุ่มน้ำมันหอมระเหยเสมีดขาว (MEO:800), F: T6= จุ่มน้ำมันหอมระเหยเสมีดขาว (MEO:1,600)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 การประยุกต์ใช้สารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวร่วมกับไคโตซานใน การควบคุมโรค และรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียน

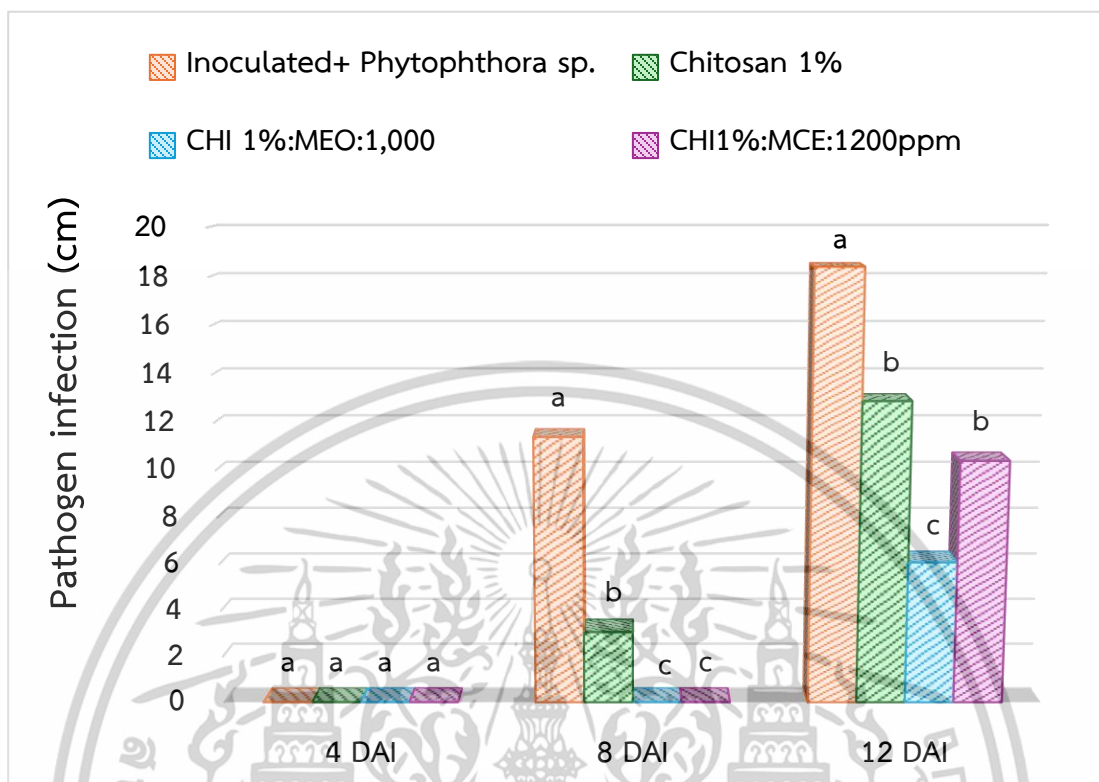
4.5.3.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดเสม็ดขาวร่วมไคโตซานในยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคหลังการ เก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora palmivora*

การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคลือบที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากใบเสม็ดขาว ร่วมกับไคโตซานในการยับยั้งโรคผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียนที่เกิดจากเชื้อ *P. palmivora* ไชโยเลท ผลการศึกษาพบว่า วันที่ 8 และ 12 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าผลทุเรียนชุดควบคุมที่ทำการปลูกเชื้อ *P. palmivora* แสดงอาการผลเน่าโดยมีขนาดแผลที่ 11.4 cm ในขณะที่ผลทุเรียนที่เคลือบด้วยไคโตซาน 1% มีขนาดแผล 3.07 cm และเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา วันที่ 12 พบว่าโดยชุดควบคุมที่มีการปลูกเชื้อพบขนาดสูงสุดที่ 18.42 cm รองลงมาคือ เคลือบด้วยไคโตซาน ความเข้มข้น 1% (CHI 1%) มีขนาดแผล 12.9 cm ในขณะที่ผลทุเรียนเคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1% ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,000 ppm (CHI 1%:MEO:1,000) และ เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1% ร่วมกับสารสกัดหยาบเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,200 ppm (CHI 1%:MCE:1,200) พบว่า มีขนาดรอยโรคที่เล็กที่สุดอยู่ที่ 6.08 และ 10.4 cm ตามลำดับ (ภาพที่ 20) จากผลการทดสอบพบว่า การเติม สารสกัดทั้งสองชนิดคือ สารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว ร่วมกับสารละลายไคโตซานส่งผลให้ เสริมฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *P. palmivora* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไคโตซานเพียง อย่างเดียว โดยเฉพาะการเติมน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,000 ppm ซึ่งแสดงประสิทธิภาพใน การยับยั้งเชื้อราได้ดีกว่าสูตร ไคโตซานความเข้มข้น 1% ร่วมกับสารสกัดหยาบเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,200 ppm (CHI 1%:MCE :1,200) อาจเป็นผลมาจากฤทธิ์การยับยั้งของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับ สารสำคัญในเสม็ดขาวที่มีคุณสมบัติการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา และคุณสมบัติของไคโตซานที่ นำมาเป็นส่วนผสมสารเคลือบผิวของผลทุเรียน ช่วยลดการซึมผ่านของออกซิเจนและลดการเจริญของ เชื้อจุลินทรีย์ได้ สอดคล้องกับรายงานของ Palma-Guerrero *et al.* (2008) พบว่า ไคโตซานเป็นพอลิเม อร์ธรรมชาติที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา โดยสามารถชะลอการงอกของสปอร์และการเจริญ ของเส้นใยเชื้อราได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อนำมาใช้เป็นสารเคลือบ ไคโตซานและมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา หลายชนิด (Jiang *et al.*, 2005) ทั้งนี้ มีรายงานสนับสนุนเพิ่มเติมจากงานของ Grande-Tovar *et al.* (2018) ซึ่งได้นำน้ำมันหอมระเหยมาพัฒนาในรูปแบบอิมัลชันร่วมกับฟิล์มและสารเคลือบที่สามารถรับประทานได้ โดย พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้สอดคล้องกับรายงานของ จุฑามาต และคณะ (2560) ใช้สารเคลือบผิวผลมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์สี่ด้วยไคโตซาน 0.25% และโซเดียมแอล จิเนต 0.1% ซึ่งช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือก และลดการเกิดโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อ *C.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

gloeosporioides ได้ 25% และ 62% ตามลำดับ เช่นเดียวกับรายงานของ Barreto *et al.* (2016) พบว่า การใช้ไคโตซานร่วมกับน้ำมันหอมระเหยจาก *Origanum vulgare* (OVEO) สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ และฆ่าเชื้อรา *Rhizopus stolonifer* และ *Aspergillus niger* ได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับห้องปฏิบัติการ การใช้สารเคลือบไคโตซานร่วมกับน้ำมันหอมระเหยจาก *Origanum vulgare* ยังช่วยชะลอการเสื่อมสภาพผลไม้เชื้อเทศเซอร์รี่ และช่วยรักษาคุณภาพของคัพประกอบทางเคมีและระยะเวลาการเก็บรักษาทั้งที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิเย็น เช่นเดียวกับรายงานของ Sánchez-González *et al.* (2011) ทดสอบสารเคลือบที่มีไคโตซานร่วมกับน้ำมันหอมระเหยเบอร์กามี้อต สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและยีสต์ได้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ไคโตซาน 1% ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,000 ppm (CHI 1%:MEO:1,000) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งของการเกิดโรคผลเน่า การเติมน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในสารเคลือบผิวช่วยส่งเสริมฤทธิ์การยับยั้งเชื้อ *P. palmivora* ให้เพิ่มขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถชะลอการเกิดโรคผลเน่าของทุเรียนได้ดี เมื่อเทียบกับชุดควบคุมและกลุ่มที่ใช้ไคโตซานเพียงอย่างเดียว



ภาพที่ 4.20 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบเสม็ดขาวร่วมกับไคโตซานในยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ *P. palmivora* ที่ 4, 8 และ 12 วัน

4.5.3.2 ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดเสม็ดขาวร่วมไคโตซานต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียน

ประสิทธิภาพของสารเคลือบสารสกัดใบเสม็ดขาว ร่วมกับไคโตซานต่อการรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียน จากการศึกษา พบว่าในช่วง 12 วัน ของการเก็บรักษา ผลทุเรียนชุดควบคุมจุ่มน้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงสุดที่ 31.17% รองลงมาคือเคลือบด้วย 1% ไคโตซานโดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 24.60% ในขณะที่ผลทุเรียนที่เคลือบด้วยไคโตซาน 1% ร่วมกับสารสกัดหยาบเสม็ดขาวที่ความเข้มข้น 1,200ppm (CHI 1%:MCE:1,200) และเคลือบด้วยไคโตซาน 1% ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,000 ppm (CHI 1%:MEO:1,000) มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักอยู่ที่ 17.10 และ 18.11% ตามลำดับ (ภาพที่ 4.21A) ผลการใช้สารเคลือบผิวไคโตซานร่วมกับสารสกัดเสม็ดขาว สามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไคโตซานเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้การสูญเสียน้ำหนักมีส่วนเกี่ยวข้องกับอัตราการหายใจและการสูญเสียน้ำ และปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลไม้ (Maqbool *et al.*, 2011) สอดคล้องกับรายงานของ Kumar *et al.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2017) ที่รายงานว่าชั้นฟิล์มเคลือบผิวสามารถช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำและจำกัดการแพร่ผ่านของออกซิเจนเข้าสู่ผลไม้ ส่งผลให้กระบวนการหายใจลดลง ซึ่งจะช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพของผลผลิต ในทำนองเดียวกัน Jiang and Li (2005) รายงานว่าการเคลือบผิวผลลำไยด้วยไคโตซานที่ความเข้มข้น 0.5 1.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดอัตราการหายใจและการสูญเสียน้ำหนักได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งยังสามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) และการเปลี่ยนแปลงของสีผิวผล สอดคล้องกับรายงานของ Khalifa *et al.* (2016) ใช้สารเคลือบน้ำมันมะกอกที่ผสมไคโตซาน ในการเก็บรักษาผลแอปเปิลและสตอเบอรี่ พบว่าสารเคลือบไคโตซานร่วมกับสารสกัดจากใบมะกอกที่ความเข้มข้น 20 gL^{-1} สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของแอปเปิลได้ดีที่สุด

สำหรับค่าความเป็นกรดที่ไทเทรตได้ พบว่าทุเรียนที่เคลือบด้วยไคโตซาน 1% ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยเมล็ดชาความเข้มข้น 1,000 ppm (CHI1% :MEO:1,000) มีค่าความเป็นกรดสูงสุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามในวันที่ 8 และ 12 ค่าความเป็นกรดของทุกรวมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าสารเคลือบอาจมีผลต่อความเป็นกรดในช่วงต้นของการเก็บรักษาเท่านั้น ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้สารเคลือบผิวในทุกรวมวิธีไม่มีการรักษาความเป็นกรดได้ (ภาพที่ 4.21B) เมื่อพิจารณาจากข้อมูลที่ผ่านมา ยังไม่มีรายงานที่ชัดเจนเกี่ยวกับผลของการใช้สารเคลือบผิวต่อค่าความเป็นกรดที่ไทเทรตได้ในทุเรียนโดยเฉพาะ ทั้งนี้ความเปลี่ยนแปลงของกรดอินทรีย์ในผลไม้ไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับกระบวนการเมตาบอลิซึม โดยเฉพาะกระบวนการหายใจของเซลล์พืช ซึ่งมีการใช้กรดอินทรีย์เป็นแหล่งพลังงาน ส่งผลให้ปริมาณกรดลดลงเมื่อผลไม้เข้าสู่ระยะสุกและแก่ การลดลงของกรดอินทรีย์นี้ยังสัมพันธ์กับความเปลี่ยนแปลงของรสชาติ โดยเฉพาะรสเปรี้ยวที่มักลดลงในผลไม้สุก และการเสื่อมสภาพของผลไม้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2553)

ในส่วนผลของค่าความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) พบว่าค่าความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ในวันที่ 12 วัน ผลทุเรียนในทุกรวมวิธีที่ใช้สารเคลือบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.64 N และค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำได้เฉลี่ยอยู่ที่ 23.98°Brix ขณะที่ชุดควบคุมมีค่าที่สูงเท่ากับ 35.9°Brix ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารเคลือบผิวสามารถช่วยชะลอการสูญเสียความแน่นเนื้อ และรักษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสารเคลือบผิวที่ใช้ไคโตซานเพียงอย่างเดียวกับการใช้ไคโตซานร่วมกับสารสกัดเมล็ดชาไม่มีความแตกต่างกัน (รูปที่ 4.21C และ ภาพที่ 4.21D) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเติมสารสกัดเมล็ดชาพร้อมกับสารเคลือบผิว ไม่ได้ส่งผลต่อการยับยั้งหรือกระตุ้นกระบวนการเมตาบอลิซึม เช่น การสลายแป้งเป็นน้ำตาล ซึ่งมีผลต่อค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และความแน่นของเนื้อ โดยทั่วไปในระหว่างการสุกของผลไม้ เอนไซม์ต่าง ๆ จะย่อยแป้งและโพลีแซ็กคาไรด์ให้กลายเป็นน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ ส่งผลให้ค่า TSS เพิ่มขึ้น และความแน่นของเนื้อลดลง (Jafarzadeh *et al.*, 2021) ดังนั้น สารสกัดเมล็ดชาไม่มีผลต่อฤทธิ์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เหล่านี้ เพื่อให้การเคลือบผลไม้มีประสิทธิภาพ

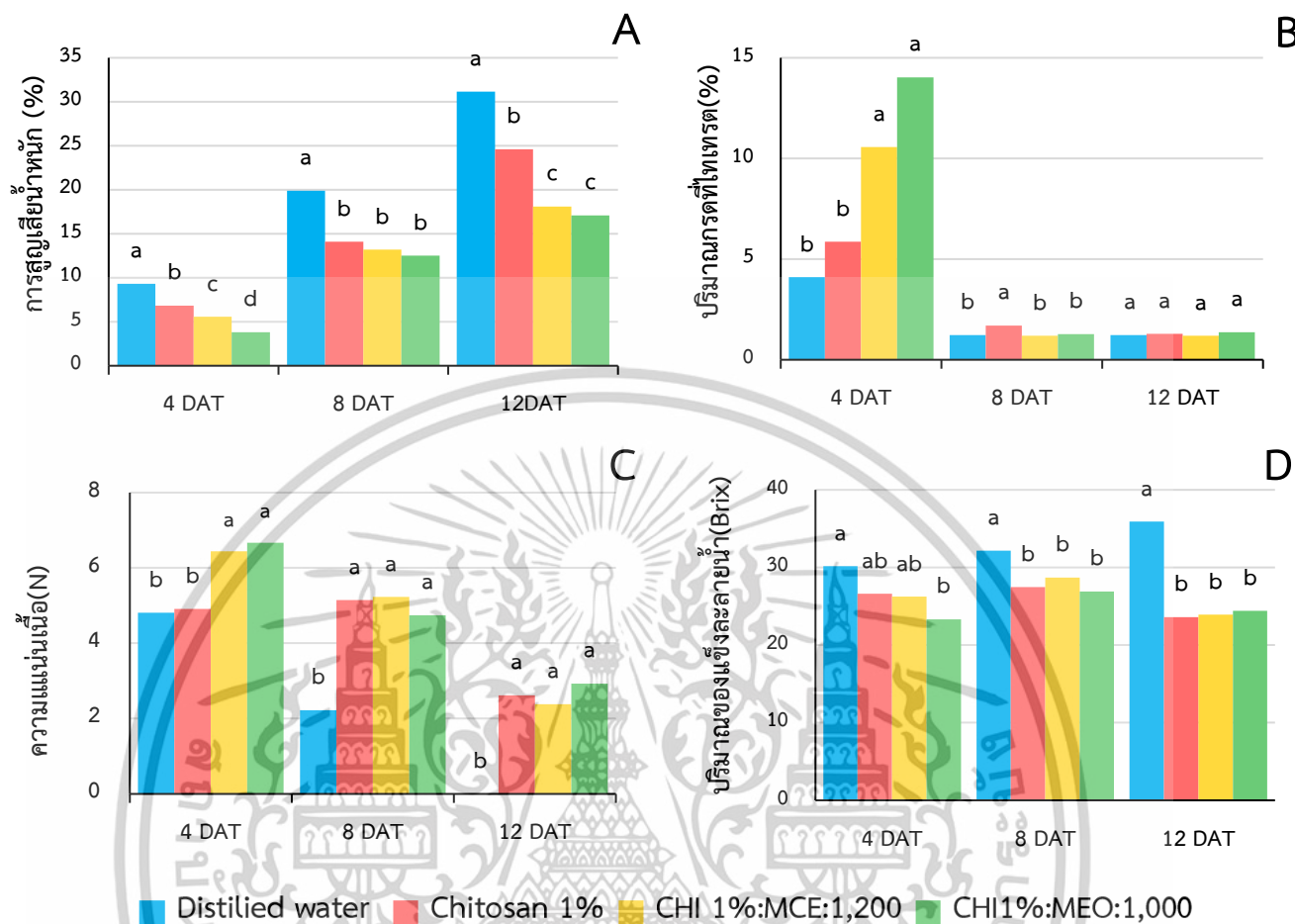
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรพิจารณาทั้งชนิดสารเคลือบ เทคนิคการเคลือบ และลักษณะของผลไม้ ซึ่งมีผลต่อการยืดเกาะและประสิทธิภาพในการยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยว (Jafarzadeh *et al*, 2021 Chalermchai *et al.*, 2023)

จากผลการใช้สารเคลือบที่มีองค์ประกอบของไคโตซานร่วมกับน้ำมันหอมระเหยและสารสกัดหยาบจากใบเสม็ดขาว โดยเฉพาะสูตร ไคโตซาน 1% ร่วมกับสารสกัดหยาบเสม็ดขาวที่ความเข้มข้น 1,200 ppm (CHI 1%:MCE:1,200) และเคลือบด้วยไคโตซาน 1% ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,000 ppm (CHI1% :MEO :1,000) สามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักและรักษาความแข็งของเนื้อสัมผัสของทุเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพของผลทุเรียนในช่วงต้นของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม การเคลือบทั้งสองสูตรไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความเป็นกรดที่ไทเทรตได้ (TA), ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของทุเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับความหวานหรือความเป็นกรด ไม่ได้รับผลกระทบจากการเติมสารสกัดเสม็ดขาวลงในสูตรเคลือบผิว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.21 ประสิทธิภาพของสารสกัดเสม็ดขาวร่วมไคโตซานต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของทูเรียน ที่ 4, 8 และ 12 วัน, A: การสูญเสียน้ำหนัก, B: ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ทั้งหมด, C: ความแน่นเนื้อ, D: ปริมาณของแข็งละลายน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การใช้ประโยชน์จากสารสกัดใบเสม็ดขาวในการควบคุมสาเหตุโรคในทุเรียน พบเชื้อสาเหตุโรคในทุเรียนทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว โดยพบเชื้อในกลุ่ม Oomycete ได้แก่ *P. palmivora* เป็นสาเหตุของโรคลำต้นเน่าและผลเน่า ในขณะที่เชื้อราในกลุ่ม True fungi ที่พบก่อนการเก็บเกี่ยว ได้แก่ *Fusarium* sp. ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคกิ่งแห้ง และ *Rhizoctonia* sp. ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคใบติด สำหรับเชื้อหลังการเก็บเกี่ยวที่พบคือ *Lasiodiplodia* sp. ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคผลเน่า จากการสกัดสารจากใบเสม็ดขาว ได้แก่ สารสกัดหยาบและ น้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว เพื่อนำมาทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยและส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อสาเหตุ พบว่า สารสกัดทั้งสองชนิด มีฤทธิ์ในการยับยั้งได้ทั้งในกลุ่ม Oomycete และ True fungi ที่เป็นสาเหตุโรคของทุเรียน โดยพบว่าสารสกัดหยาบเสม็ดขาวมีผลกับเชื้อสาเหตุเฉพาะเจาะจงกับเชื้อ *P. palmivora* และ *Fusarium* sp. มากที่สุด รองลงมา คือ *C. gloeosporioides* ที่สามารถยับยั้งได้อย่างสมบูรณ์ที่ความเข้มข้น 20,000 ppm ในส่วนของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวมีผลการยับยั้งเชื้อได้ดี กับเชื้อสาเหตุเกือบทุกตัว โดยสามารถยับยั้งเชื้อ *P. palmivora* ได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้งเชื้อ *Fusarium* sp. ได้ในระดับที่ตีเช่นกันรวมถึงเชื้อ *C. gloeosporioides* และ *Lasiodiplodia* sp. ได้อย่างสมบูรณ์ที่ความเข้มข้น 10,000 ppm ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวจึงเหมาะสำหรับนำไปประยุกต์ใช้เป็นทางเลือกในการควบคุมโรคก่อนและหลังเก็บเกี่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การใช้ประโยชน์จากสารสกัดหยาบ และน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในการควบคุมโรคก่อนการเก็บเกี่ยว จากการศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์จากสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว ในการควบคุมโรคลำต้นเน่ารากเน่าที่เกิดจาก *P. palmivora* ในทุเรียน พบว่า สารสกัดทั้งสองชนิดสามารถยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผลิตภัณฑ์ครีมทาที่มีส่วนผสมของสารสกัดหยาบเสม็ดขาวที่ความเข้มข้น 20,000 ppm ให้ผลการควบคุมโรคได้ดีอย่างมีนัยสำคัญ โดยรูปแบบครีมทาทุก 7 และ 14 วัน ยับยั้งได้ดีภายในเวลา 3 สัปดาห์ ทั้งนี้ในแง่การผลิตมีข้อจำกัดด้านต้นทุนการผลิตเนื่องจากต้องใช้ในความเข้มข้นสูง แต่ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ครีมทาจากน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวที่ความเข้มข้นเพียง 2,000 ppm ให้ผลในการควบคุมโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกันโดยเห็นผลตั้งแต่ 2 สัปดาห์ และออกฤทธิ์ได้รวดเร็วกว่าโดยในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะเมื่อใช้ในรูปแบบครีมทาทุก 14 วัน ให้ผลเร็วกว่าการใช้รูปแบบพ่น ซึ่งในรูปแบบพ่นต้องเพิ่มความถี่ในการใช้งานเพื่อให้ได้ผลเทียบเท่ารูปแบบครีมทา ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในรูปแบบครีมทาโดยการทาทุกๆ 14 วัน อาจเป็นทางเลือกที่คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพดี ทั้งด้านการยับยั้งโรคและความคุ้มค่า เมื่อเทียบกับสารสกัดหยาบที่ต้องใช้ในปริมาณมากเพื่อให้ได้ผลในการยับยั้งสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์ใช้สารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวร่วมกับไคโตซานในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวและรักษาคุณภาพของทุเรียน ในยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ *P. palmivora* พบว่าสูตรไคโตซานความเข้มข้น 1% ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,000 ppm (CHI 1%:MEO1,000) ให้ผลดีที่สุด มีขนาดรอยโรคเล็กที่สุดที่ 6.08 cm สามารถลดความรุนแรงของโรคลงเหลือ 50% สอดคล้องกับผลการทดลองก่อนหน้านี้ ที่แสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบและน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาว (ในระดับความเข้มข้นต่ำ) สามารถยับยั้งการเกิดโรคผลเน่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในแง่ของศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดเสม็ดขาวร่วมกับไคโตซานต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียน จากการศึกษาพบว่าไคโตซาน 1% ร่วมกับสารสกัดหยาบเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,200 ppm (CHI 1%: MCE 1,200) และสูตรไคโตซาน 1% ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวความเข้มข้น 1,000 ppm (CHI 1%: MEO 1,000) สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักผลของทุเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพในช่วงต้นของการเก็บรักษา ซึ่งช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของผลทุเรียน และอาจช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ อย่างไรก็ตาม การเคลือบด้วยสารสกัดทั้งสองสูตรไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความเป็นกรดที่ไทเทรตได้ (TA), ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของทุเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเติมสารสกัดเสม็ดขาวในสารเคลือบผิว ไม่ส่งผลต่อการคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้เพื่อให้การเคลือบผิวผลทุเรียน มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งโรคผลเน่า และรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว ควรพิจารณาองค์ประกอบของสารเคลือบ เทคนิคการเคลือบ และลักษณะทางกายภาพของผลทุเรียนร่วมด้วย เนื่องจากปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการยึดเกาะของสารเคลือบและความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว

รายงานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าสารสกัดจากใบเสม็ดขาวทั้งในรูปแบบสารสกัดหยาบ และน้ำมันหอมระเหย มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคในทุเรียนทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวได้ โดยเฉพาะน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวที่สามารถยับยั้งเชื้อ *P. palmivora* ที่เป็นสาเหตุโรคที่สำคัญของทุเรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับความเข้มข้นต่ำ สามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายรูปแบบ เพื่อใช้ทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ในการควบคุมโรคพืช ทั้งในระดับแปลงเกษตรกรรายย่อย และขยายผลในเชิงพาณิชย์ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

- 1) จากผลการทดสอบควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกลไกการออกฤทธิ์ของสารสกัดเพื่อเข้าใจวิธีการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์
- 2) ศึกษาการลดระดับความเข้มข้นของสารสกัดหยาบในสูตรครีมทา เช่น การลดขนาดอนุภาคสารสกัดในรูปแบบนาโน โดยคงประสิทธิภาพในการควบคุมโรคได้ พัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมทาหรือน้ำมันในรูปแบบกึ่งสำเร็จรูปที่ใช้งานง่าย เหมาะกับภาคเกษตรกร โดยเน้นคุณสมบัติการยึดเกาะ ทนทานต่อสภาพแวดล้อม และปลอดภัยต่อผู้ใช้ และลดความถี่ในการพ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ศึกษารูปแบบสารเคลือบ เทคนิคการเคลือบ การเคลือบเฉพาะส่วนของเนื้อทุเรียนที่ตัดแต่งอาจเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการรักษาคุณภาพของทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยว เพราะสามารถควบคุมการสัมผัสกับสารเคลือบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ทำให้สูญเสียคุณค่าทางอาหารหรือเกิดการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว

4) ควรมีการศึกษาทดลองเพิ่มเติมในด้านความเหมาะสมของสูตรและความเข้มข้นของสารเคลือบในรูปแบบต่างๆ เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการควบคุมโรคและยืดอายุการเก็บรักษาทุเรียนในระดับการผลิตที่ต่างกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการเกษตร. **การอารักขาพืช**. [Online]. สืบค้น <http://doa.go.th/share/>. 2566.
- เกษม สร้อยทอง. 2532. การใช้ *Chaetomium cupreum* ในการควบคุมโรคไหม้ของข้าวโดยชีววิธี. **วารสารโรคพืช** 9: 28-33.
- เกียรติ ถีลละเศรษฐกุล. 2534. โรคไม้ผลที่สำคัญที่สุดในจังหวัดชุมพร. **หนังสือความรู้สำหรับชาวสวนภาคใต้**. ฉบับที่ 1. ชมรมไม้ผลจังหวัดชุมพร. ชุมพร.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2553. **วิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 3 . นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- จรุ ถิ่นพระบาท. 2563. ทูเรียนกรุงชิงอนาคตไกลเกษตรไทยสู่ตลาดต่างแดน. **วารสารวิชาการสังคมมนุษย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช**. 10(2): 54-68.
- จุฑามาศ พร้อมบุญ, ปิยะศักดิ์ ชุ่มพฤษชัย, มณฑนา บัวหนอง, พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย, ปฐมพงศ์ เพ็ญไชยา, และเฉลิมชัย วงษ์อารี. 2560. การใช้สารเคลือบผิวโคโคซานร่วมกับโซเดียมแอลจีเนตเพื่อรักษาคุณภาพและชะลอการเกิดโรคแอนแทรกคโนสบนผลมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์สี่. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 48(3 พิเศษ): 343-346.
- ชัยพร สามพุ่มพวง, อุดมลักษณ์ สุขอัครตะ, ประภัสสร รักษาวาร และสุธีรา วิทยากาญจน์. 2559. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์กระดาษต้านเชื้อราเคลือบน้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัสและเสม็ดขาวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะม่วง. หน้า 824-831. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นัตยา มนต์วี, จุฑามาศ สุวรรณจันทร์ และพรประพา คงตระกูล. 2553. ผลของสารสกัดอย่างหยาบจากเสม็ดขาวต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราโรคพืชบางชนิด. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. พิเศษ: 89-92.
- นิจศิริ เรืองรังษี และธวัชชัย มังคละคุปต์. 2547. **สมุนไพรไทย เล่ม 1**. กรุงเทพฯ: บี เฮลท์ดี. 380 หน้า
- นิพนธ์ ทวีชัย. 2553. โรคพืชและการจัดการด้วยวิธีชีวภาพ. ใน **สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว**. 129-159.
- ปัญญา กวางดี๊ด และสมศิริ แสงโชติ. 2545. การจัดการโรคผลเน่าของทุเรียน (*Durio zibethinus* Murr.) ที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* (Butl). **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 33: 45-48.
- พรพิมล อธิปัญญาคม. 2548. โรคใบจุดของคาร์เนชั่น. หน้า 80-81. ใน **โรคไม้ดอก**. กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 132 หน้า.
- พอพันธ์ อูยานนท์, สิริ พร สัจจา นัต นท, วิดีมาให้ลายอง, และ อภิญา วน เศรษฐ. 2561 การสงวนลิขสิทธิ์การศึกษาวิจัยเพื่อการศึกษาเพื่อการศึกษาทุเรียนจังหวัดนนทบุรี (การคุ้มครองที่ดินทางการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เกษตร กรณีศึกษาพื้นที่ปลูกทุเรียนจังหวัดนนทบุรี). **วารสารวิจัยและพัฒนาครินทรวิโรฒ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์**. 10 (19): 88-101.
- พัชรินทร์ เนียรวิชัย, วีระณีย์ ทองศรี, ญัฐสุดา ธาราพุทธ, วริษา ศรีโสภา, กมลวรรณ สีฉาย, นภลภัส บุขบงก์, ปัฐวิภา สงกุมาร และมณีนรัตน์ คุณาพิทักษ์ธรรม. 2565. ความต้านทานสารเคมีแมนโคเซบของ *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรคลำต้นเน่าและใบไหม้ของทุเรียนในแหล่งปลูกภาค ตะวันออกของประเทศไทย. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**. 40(3): 225–235.
- พัฒนา สนธิรัตน์, ประไพศรี พิทักษ์ไพรวรรณ, ธนวัฒน์ กำแหงฤทธิรงค์, วิรัช ชูบำรุง และอุบล คือประโคน. 2537. **ดรรรชนีโรคพืชในประเทศไทย**. กลุ่มงานวิทยาไม้คอกองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรม วิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 285 หน้า.
- พิสุทธิ เอกอำนวยการ. 2550. **โรคและแมลงของเศรษฐกิจที่สำคัญ**. สายธุรกิจโรงพิมพ์บริษัทพรินต์ติ้งแอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด(มหาชน). กรุงเทพฯ. 379 หน้า.
- รังสีมันต์ อีระวงศ์ภิญโญ, สมศิริ แสงโชติ และปัฐวิภา สงกุมาร. 2562. การระบุชนิดของเชื้อรา *Lasiodiplodia* species สาเหตุโรคผลเน่าทุเรียนในประเทศไทย. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 50(3): 147-150.
- รัตยา พงศ์พิสุธา, ชัยณรงค์ รัตนกริธาภัก, สันธิติ บินคาเดอร์, กนกพร ฉัตรไชยศิริ และพัชรี บุญเรืองรอด. 2563. การตรวจสอบเชื้อราสาเหตุของโรคกิ่งแห้งของทุเรียน Detection of fungal pathogen causing durian dieback disease. **วารสารแก่นเกษตร**. 48(4): 703-714.
- เรวัฒน์ เพี้ยซ้าย, จีระสิน สีโนทก, อรุมา เพี้ยซ้าย และ เนตรนภิส เขียวขำ. 2562. ประสิทธิภาพของไดเมโท มอร์ฟ 50% W/V SC ในการควบคุมโรคลำต้นเน่าของกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora*. ใน **การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 57** 155–162. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลัดดาวัลย์ คำมะปะนา, ศิริพร มุลาสินน์ และสุภาวดี ตั้งธีระวัฒน์. 2563. ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อการ เปลี่ยนแปลงคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวผลหมอนพันธุ์ กำแพงแสน 42. **วารสาร เกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี**. 1(3): 52-61.
- วาสนี ธรรมสถิต, สุจิตรา สุคนธมัต และดุขนิ ณะบริพัฒน์. 2560. การคัดเลือกสมุนไพรที่มีฤทธิ์ควบคุมเชื้อ รา *Phytophthora* sp. ที่แยกจากทุเรียนในจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดชุมพร. **วารสาร วิทยาศาสตร์ลาดกระบัง**. 26(2): 289–299.
- วีรภัทร วินทพรรษ์. 2557. การประยุกต์ใช้เอนไซม์ในรูปอิมัลชันและรูปตริงสำหรับการสกัดสารธรรมชาติจาก พืช. **Thai Bulletin of Pharmaceutical Sciences**. 9(1): 57-70.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วีระณีย์ ทองศรี และสมศิริ แสงโชติ. 2559. การเข้าทำลายแฝงของเชื้อรา *Phomopsis* sp. สาเหตุโรคใบจุดของทุเรียน (*Durio zibethinus* Murr.) พันธุ์หอมทอง. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**. 34: 59-67.
- สมศิริ แสงโชติ, รัตติยา พงศ์พิสุทธา และธรรณพ บรรเจิดเชิดชู. 2539. โรคที่เกิดกับผลทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยว. หน้า 148-152. ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 34**. กรุงเทพฯ: คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช. 2544. **ข้อมูลพันธุ์ไม้พืชไม้ผล**. [Online]. สืบค้นได้จาก http://www.rspg.or.th/plants_data/pdata_04.htm. 2563.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. การนำเข้าและส่งออกสินค้าปี 2566. [Online]. สืบค้นได้จาก <http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/econ/2560/0.pdf>. 2567
- สิริลักษณ์ นิยมเดชา. 2545. **น้ำมันหอมระเหยสารสกัดจากสมุนไพรรไทย**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 325: 3-6.
- สุภัทรา จามกระโทก, ชัยณรงค์ รัตนกริฑากุล, ชลิดา เล็กสมบุญ, นवलวรรณ ฟ้ารุ่งแสง, กวีศรี วานิชกุล และอุดม ฟ้ารุ่งแสง. 2547. ผลของสารสกัดจากกระชาย ขมิ้นและขิงต่อราสาเหตุโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยว. หน้า 521-528. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42**. กรุงเทพฯ: คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อาภัสรา หิตรอด, รัตติยา พงศ์พิสุทธา และชัยณรงค์ รัตนกริฑากุล. 2556. การจำแนกชนิดและความแปรปรวนทางพันธุกรรมบริเวณ Internal transcribed spacer (ITS) ของเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* ที่แยกได้จากทุเรียน (*Durio* sp.). **วารสารแก่นเกษตร**. 51(1): 107-123.
- อุไรวรรณ ดิลกคุณานันท์, อุดมลักษณ์ สุขอืดตะ, ประภัสสร รักถาวร, ยุพา มงคลสุข, วิภารัตน์ รัตนะ, มะลิวัลย์ ธนะสมบัติ และวิชัย หลุทัยธนาสันต์. 2546ก. การออกฤทธิ์ด้านการเจริญของจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาวในประเทศไทย. 614 หน้า. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41**. 3-7 ก.พ. 2546. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุไรวรรณ ดิลกคุณานันท์, อุดมลักษณ์ สุขอืดตะ, ประภัสสร รักถาวร, ยุพา มงคลสุข, สุดประสงค์ สุวรรณเลิศ และนคร เหลืองประเสริฐ. 2546ข. การออกฤทธิ์ด้านการเจริญของจุลินทรีย์ของน้ำมันพลู น้ำมันทีทรี และน้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว. หน้า 245-252. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Abd Wahab, N. Z., Ja'afar, N. S. A. and Ismail, S. B. 2022. Evaluation of antibacterial activity of essential oils of *Melaleuca cajuputi* Powell. **Journal of Pure and Applied Microbiology**. 16:549-557.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Abdel-Aziz, M. M., Emam, T. M. and Elsherbiny, E. A. 2019. Effects of mandarin (*Citrus reticulata*) peel essential oil as a natural antibiofilm agent against *Aspergillus niger* in onion bulbs. **Postharvest Biology and Technology**. 156:110959.
- Ackonor, J. B., and Adu-Acheampong, R. 2007. Standard protocol for screening conventional insecticides at the cocoa research institute of Ghana for mirid control. **Journal of the Ghana Science Association**. 9(2): 117–121.
- Ahmad, A., Akram, W., Wang, R., Shahzadi, I., Umer, M., Yasin, N. A. and Wu, T. 2022. Pathogenicity factors of *Phytophthora melonis* revealed by comparative proteomics. **Journal of Plant Interactions**. 17(1): 183-197.
- Akrofi, A. Y., Amoako-Atta, I., Assuah, M., and Kumi-Asare, E. 2014. Pink disease caused by *Erythricium salmonicolor* (Berk. & Broome) Burdsall: an epidemiological assessment of its potential effect on cocoa production in Ghana. **Journal of Plant Pathology & Microbiology**. 5(1); 1.
- Al-Abd, N. M., Mohamed Nor, Z., Mansor, M., Azhar, F., Hasan, M. S. and Kassim, M. 2015. Antioxidant, antibacterial activity, and phytochemical characterization of *Melaleuca cajuputi* extract. **BMC complementary and alternative medicine**. 15: 1-13.
- Allende, A., Gonzalez, R. J., McEvoy, J., and Luo, Y. 2008. Assessment of sodium hypochlorite and acidified sodium chlorite as antimicrobial agents to inhibit growth of *Escherichia coli* O157: H7 and natural microflora on shredded carrots. **International Journal of Vegetable Science**. 13(3): 51-63.
- AOAC. 1990. **Official methods of analysis**. 16th ed. Washington DC. USA: Association Official Analytical Chemists.
- Armand, A., Hyde, K. D., Huanratuek, N., Wang, Y. and Jayawardena, R. S. 2023. Identification and characterization of *Colletotrichum* species associated with durian fruit in northern Thailand. **Mycosphere**. 14(2): 107-129.
- Barreto, T. A., Andrade, S. C., Maciel, J. F., Arcanjo, N. M., Madruga, M. S., Meireles, B. and Magnani, M. 2016. A chitosan coating containing essential oil from *Origanum vulgare* L. to control postharvest mold infections and keep the quality of cherry tomato fruit. **Frontiers in Microbiology**. 7: 1724.

- Bautista-Baños, S., Hernandez-Lauzardo, A. N., Velazquez-Del Valle, M. G., Hernández-López, M., Barka, E. A., Bosquez-Molina, E., and Wilson, C. L. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. **Crop protection**. 25(2): 108-118.
- Bautista-Silva, J. P., Seibert, J. B., Amparo, T. R., Rodrigues, I. V., Teixeira, L. F. M., Souza, G. H. B. and dos Santos, O. D. 2020. *Melaleuca leucadendra* essential oil promotes loss of cell membrane and wall integrity and inhibits bacterial growth: an in silico and in vitro approach. **Current Microbiology**. 77: 2181–2191.
- Brasier, C., B. Scanu, D. Cooke and T. June 2022. Phytophthora: an ancient, historic, braly
- Bukari, Y., Avicor, S. W., Awudzi, G., Ainooson, M. K., Asare, E. K., and Amoako-Attah, I. 2022. In vitro activity of soybean extract on cocoa disease pathogens (*Erythricium salmonicolor* and *Marasmiellus scandens*) and termite pest (*Microtermes subhyalinus*). **Cogent Food & Agriculture**. 8(1): 2147474.
- Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods a review. **International journal of food microbiology**. 94(3): 223–253.
- Carpena, M., Nuñez-Estevez, B., Soria-Lopez, A., Garcia-Oliveira, P., and Prieto, M. A. 2021. Essential oils and their application on active packaging systems: A review. **Resources**. 10(1): 7.
- 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): 1-3.
- Chaudhari, A. K., Singh, V. K., Das, S., Kujur, A. and Dubey, N. K. 2022. Unveiling the cellular and molecular mode of action of *Melaleuca cajuputi* Powell. Essential oil against aflatoxigenic strains of *Aspergillus flavus* isolate from stored maize samples. **Food Control**. 138:109000.
- Cuong, N. D., Xuyen, T. T., Motl, O., Stránský, K., Presslova, J., Jedlickova, Z., and Serý, V. 1994. Antibacterial properties of Vietnamese cajuput oil. **Journal of Essential Oil Research**. 6(1): 63-67.

- Danial, N. D. N., Asib, N., Sadi, T. and Ismail, S. I. 2023. Phylogenetic analysis and morphological characterization of *Phytophthora palmivora* causing stem canker disease of durian in Malaysia. **Research Square**. 1-22.
- Dias, M. C., Pinto, D. C., and Silva, A. M. 2021. Plant flavonoids: Chemical characteristics and biological activity. **Molecules**. 26(17): 5377.
- El Ghaouth, A., Ponnampalam, R., Castaigne, F., and Arul, J. 1992. Chitosan coating to extend the storage life of tomatoes. **Hort Science**. 27(9):1016-1018.
- Fatiha, B., Khodir, M., Farid, D., Tiziri, R., Karima, B., Sonia, O., and Mohamed, C. 2012. Optimisation of solvent extraction of antioxidants (phenolic compounds) from Algerian mint (*Mentha spicata* L.). **Pharmacognosy Communications**. 2(4), 72–86.
- Fitzpatrick, H.R. 1930. **The Lower Fungi Phycomycetes**. Mc Graw-Hill Book Company Inc. USA.
- Gaikwad, R. K., Mondal, I. H., Dash, K. K., and Béla, K. 2024. Effectiveness of Sustainable Oil Extraction Techniques: A comprehensive review. **Journal of Agriculture and Food Research**, 101546.
- Gisi, U., and Cohen, Y. 1996. Resistance to phenylamide fungicides: A case study with *Phytophthora infestans* involving mating type and race structure. **Annual Review of Phytopathology**. 34(1): 549-572.
- Grande-Tovar, C. D., Chaves-López, C., Serio, A., Rossi, C. and Paparella, A. 2018. Chitosan coatings enriched with essential oils: Effects on fungi involved in fruit decay and mechanisms of action. **Trends in Food Science and Technology**. 78: 61-71.
- Gyawali, R., and Ibrahim, S. A. 2014. Natural products as antimicrobial agents. **Food control**. 46: 412-429.
- Isah, M., Rosdi, R. A., Wan Abdul Wahab, W.-N.-A., Abdulla, H., Sul'ain, M. D., and Ishak, W. R. W. 2023. Phytoconstituents and biological activities of *Melaleuca cajuputi* Powell: A scoping review. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**. <https://doi.org/10.7324/japs.2023.130102>.
- Isman, M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop protection**. 19(8-10): 603-608.

- Jacquin, J., Moureu, S., Deweer, C., Hakem, A., Paguet, A. S., Bonneau, N. and Rivière, C. 2022. Hop (*Humulus lupulus* L.) specialized metabolites: extraction, purification, characterization in different plant parts and in vitro evaluation of anti-oomycete activities against *Phytophthora infestans*. **Agronomy**. 12: 2826.
- Jafarzadeh, S., Nafchi, A. M., Salehabadi, A., Oladzad-Abbasabadi, N., and Jafari, S. M. 2021. Application of bio-nanocomposite films and edible coatings for extending the shelf life of fresh fruits and vegetables. **Advances in colloid and interface science**. 291: 102405.
- Jiang YueMing, J. Y., Li JianRong, L.J., and Jiang WeiBo, J. W. 2005. Effects of chitosan coating on shelf life of cold-stored litchi fruit at ambient temperature. **LWT-food Science and Technology**. 38: 757-761.
- Khalifa, I., Barakat, H., El-Mansy, H. A., and Soliman, S. A. 2016. Improving the shelf-life stability of apple and strawberry fruits applying chitosan-incorporated olive oil processing residues coating. **Food Packaging and Shelf Life**. 9: 10-19.
- Kongtragoul, P., Ishikawa, K., Ishii, H. 2021. Metalaxyl resistance of *Phytophthora palmivora* causing durian diseases in Thailand. **Horticulturae**. 7: 375
- Kongtragoul, P., Charoensiri, S., Rimchon, S., and Knight, S. 2023. Sensitivity of *Phytophthora palmivora* Causing Durian Diseases to Metalaxyl-M and Dimethomorph in Southern and Eastern Thailand. **Current applied science and technology** e0263899-e0263899.
- Krishnapillai, N. and Wijeratnam, R. S. W. 2014. First report of *Colletotrichum asianum* causing anthracnose on Willard mangoes in Sri Lanka. **New Disease Reports**. 29:1.
- Kumar, P., Sethi, S., Sharma, R., Srivastav, M., and Varghese, E. (2017). Effect of chitosan coating on postharvest life and quality of plum during storage at low temperature. **Scientia Horticulturae**. 22: 104-109.
- Kwee, L. T., Chong, N. C. and Lan, C. C. 1987. Etiology and control of durian foliar blight and dieback caused by *Rhizoctonia solani*. **Annals of applied biology**. 111(2): 301-307.
- Leslie, J.F., and B.A. Summerell. 2006. The Fusarium Laboratory Manual. **Blackwell Publishing**, Victoria, Australia.

- Lim, T.K. and L.G. Chan. 1986. Fruit rot of durian caused by *Phytophthora palmivora*. **Pertanika**. 9(3): 269-276.
- Lim, T.K. and Sangchote, S. 2003. Diseases of durian. 241–252. in R. C. **Ploetz. Diseases of Tropical Fruit Crops**. Cambridge, MA: CABI Publishing, Wallingford.
- Lin, S., Taylor, N. J. and Hand, F. 2018. Identification and characterization of fungal pathogens causing fruit rot of deciduous holly. **Plant Disease**. 102: 2430-2445.
- Mancianti, F., and Ebani, V. V. 2020. Biological activity of essential oils. **Molecules**. 25(3); 678.
- Mannon, E. G. and Chuanxue, H. 2008. *Phytophthora*: Identifying species by morphology and DNA fingerprints. **American Phytopathological Society Publishing**. 168.
- Maqbool, M., Ali, A., Alderson, P. G., Zahid, N., and Siddiqui, Y. 2011. Effect of a novel edible composite coating based on gum arabic and Chitosan on biochemical and physiological responses of banana fruits during cold storage. **Journal of agricultural and food chemistry**. 59(10), 5474-5482.
- Masyita, A., Sari, R.M., Astuti, A.D., Yasir, B., Rumata, N.R., Emran, T.B., Nainu, F. and Simal-Gandara, J., 2022. Terpenes and terpenoids as main bioactive compounds of essential oils, their roles in human health and potential application as natural food preservatives. **Food chemistry**. 13: 100217.
- Meyers, S. P. 1957. Taxonomy of Marine Pyrenomycetes. **Mycologia**. 49(4): 475–528.
- My, T. T. A., Loan, H. T. P., Hai, N. T. T., Hieu, L. T., Hoa, T. T., Thuy, B. T. P., and Trung, N. T. 2020. Evaluation of the Inhibitory Activities of COVID-19 of Melaleuca cajuputi Oil Using Docking Simulation. **Chemistry Select**. 5(21): 6312-6320.
- of preservation. **IMA Fungus**. 13: 12.
- Palma-Guerrero, J., Jansson, H. B., Salinas, J. and Lopez-Llorca, L. V. 2008. Effect of chitosan on hyphal growth and spore germination of plant pathogenic and biocontrol fungi. **Journal of applied Microbiology**. 104(2): 541-553.
- Passone, M. A., Girardi, N. S., Ferrand, C. A. and Etcheverry, M. 2012. *In vitro* evaluation of five essential oils as botanical fungitoxicants for the protection of stored peanuts from *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus* contamination. **International Biodeterioration and Biodegradation**. 70: 82-88.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Phetkhajone, S., Siriwattanakul, U., Putaporntip, N., Pichakum, A., and Songnuan, W. 2024. Bioassay for validation of metalaxyl persistence to control *Phytophthora palmivora* infection in durian. **Tropical Plant Pathology**. 49(2): 209-217.
- Pinto, K. M. S., de Melo, P. A. F. R., Mondego, J. M., do Nascimento, L. C., Cortez, M. I. M. M., de Carvalho Aires, A. A., and da Silva, H. F. 2018. Plant extracts enhancers of defense response in ponkan mandarin Seedlings against *Alternaria alternate* f. ssp. citri infection. **African Journal of Agricultural Research**. 13(13): 650-656.
- Pisante, M., Stagnari, F., and Grant, C. A. 2012. Agricultural innovations for sustainable crop production intensification. **Italian Journal of Agronomy**. 7(4): 40.
- Pongpisutta, R., and Sangchote, S. 2004. Morphological and host range variability in *Phytophthora palmivora* from durian in Thailand. **Diversity and management of Phytophthora in Southeast Asia**. 53.
- Prusky, D., Alkan, N., Miyara, I., Barad, S., Daidzon, M., Kobiler, I., Brown-Horowitz, S., Lichter, A., Sherman, A. and Fluhr, R. 2010. Mechanisms modulation postharvest pathogen colonization of decaying fruits. 43-56. in **Post harvest Plant Pathology**. Springer Dordrecht Heidelberg London New York.
- Prusky, D., I. Kobiler, A. Plumbley, N. T. Keen and J. J. Sims. 1992. Regulation of natura avocado fruit for the control of postharvest disease. **Proceedings of Second World Avocado Congress**. 479-484.
- Quoc, L. P. T. 2021. Physicochemical properties, chemical components, and antibacterial activity of *Melaleuca cajuputi* Powell essential oil leaves from Quang tri province, Vietnam. **Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia**, 35:677-683.
- Sánchez-González, L., Pastor, C., Vargas, M., Chiralt, A., González-Martínez, C. and Cháfer, M. 2011. Effect of hydroxypropyl methylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes. **Postharvest biology and technology**. 60(1): 57-63.
- Sangchote, S., Farungsang, U., and Farungsang, N. 1998. Pre- and postharvest infection of rambutan by pathogens and effects of postharvest treatments. 81: 87-91. in **ACIAR Proceedings**. Australian Centre for International Agricultural Research.

- Seephonkai, P., and Traisathit, R. 2020. Medicinal Property, Secondary Metabolite and Biological Activity of Selected Galactogogues Thai Medicinal Plants. **Burapha Science Journal**. 1278-1293.
- Septiana, S., Yuliana, N. D., Bachtiar, B. M., and Wijaya, C. H. 2020. Aroma-active compounds of *Melaleuca cajuputi* essential oil, a potent flavor on Cajuputs Candy. **AIMS Agriculture & Food**. 5(2).
- Sharma, B., and Kumar, P. 2009. *In vitro* antifungal potency of some plant extracts against *Fusarium oxysporum*. **International Journal of Green Pharmacy**. 3(1).
- Shuping, D. S. S., and Eloff, J. N. 2017. The use of plants to protect plants and food against fungal pathogens: A review. **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**. 14(4): 120-127.
- Siddique, S., Mazhar, S., Firdaus-e-Bareen, and Parveen, Z. 2018. Chemical characterization, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil from *Melaleuca quinquenervia* leaves. **Indian Journal of Experimental Biology**. 56.
- Singh, A., Chow, C., Nathaniel, K., Vun, Y. L., Javad, S. and Jabeen, K. 2024. Management of *Phytophthora* and *Phytophythium* oomycete diseases in durian (*Durio zibethinus*). **Crop Protection**. 107086.
- Somnuek, S., Jaenaksorn, T., Kongtragoul, P. 2023. Fungicide resistance of *Phytophthora palmivora* causing durian diseases in eastern and southern Thailand and the *in vitro* alternative control by cajeput leaf extracts. **IJAT**. 19(2): 703–720.
- Stanković, M. S., Stefanović, O., Čomić, L., Topuzović, M., Radojević, I. and Solujić, S. (2012). Antimicrobial activity, total phenolic content, and flavonoid concentrations of *Teucrium* species. **Central European Journal of Biology**. 7:664-671.
- Suteu, D., Rusu, L., Zaharia, C., Badeanu, M., and Daraban, G. M. 2020. Challenge of utilization vegetal extracts as natural plant protection products. **Applied Sciences**. 10(24): 8913.
- Sutrisno, S., Retnosari, R. and Asmaningrum, H. P. 2018. Profile of The Indonesian essential oil from *Melaleuca cajuput*. 171: 14-18. in Proceedings of the Seminar Nasional Kimia - National Seminar on Chemistry. **Advances in Engineering Research**.

- Suzui, T., Kueprakone, U. and Kamphangridthrong, T. 1979. *Phytophthora* spp. isolated from some economic plants in Thailand. **Tropical Agriculture Research Center**. 12: 32-40.
- Tan, P. F., Ng, S. K., Tan, T. B., Chong, G. H., and Tan, C. P. 2019. Shelf-life determination of durian (*Durio zibethinus*) paste and pulp upon high-pressure processing. **Food Research**. 3(3): 221-230.
- Tapwal, A., Garg, S., Gautam, N. and Kumar, R. 2011. *In vitro* antifungal potency of plant extracts against five phytopathogens. **Brazilian archives of biology and technology**. 54(6): 1093-1098.
- Thuan, T. T. M., Tho, N. and Tuyen, B. C. 2008. First report of *Rhizoctonia solani* subgroup AG 1-ID causing leaf blight on durian in Vietnam. **Plant Disease**. 92(4): 648-648.
- Tiwari, P., Kumar, B., Kaur, M., Kaur, G. and Kaur, H. 2011. Phytochemical screening and extraction: A review. **Internationale Pharmaceutica Scientia**. 1: 98-106.
- Tongsri, V., Nianwichai, P., Sichai, K., Songkumarn, P., Suttiviriya, P., and Kongtragoul, P. 2023a. Sensitivity tests of dimethomorph, ethaboxam and etridiazole on *Phytophthora palmivora* causing stem rot and leaf blight of durian in eastern Thailand. **Agriculture and Natural Resources**. 57(4): 559-568.
- Tongsri, V., Songkumarn, P., and Sangchote, S. 2016b. Leaf spot characteristics of *Phomopsis durionis* on durian (*Durio Zibethinus* Murray) and latent infection of the pathogen. **Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis**. 64(1): 185-193.
- 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**. 34:127-128.
- Wongs-Aree, C., Nguyen, H. T. and Noichinda, S. 2023. Improved postharvest techniques for fruit coatings. in **New Advances in Postharvest Technology**. IntechOpen.
- Yoon, Y., Sornnuwat, Y., Kim, J. H., Liu, K. H., Kitirattrakarn, T., and Anantachoke, C. 2003, February. Essential leaf oils from *Melaleuca cajuputi*. In III WOCMAP Congress on Medicinal and Aromatic Plants-Volume 6: **Traditional Medicine and Nutraceuticals**. 680: 65-72.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zhang, Y., Cai, P., Cheng, G., and Zhang, Y. 2022. A brief review of phenolic compounds identified from plants: Their extraction, analysis, and biological activity. **Natural product communications**. 17(1): 1934578211069721.

Zhu, Z., Xiong, Z., Zou, W., Shi, Z., Li, S., Zhang, X., Liu, S., Liu, Y., Luo, X., Ren, J., Zhu, Z. and Dong, P. (2023). Anti-oomycete ability of scopolamine against *Phytophthora infestans*, a terrible pathogen of potato late blight. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 12717.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ผลงานที่ลงตีพิมพ์เผยแพร่

Suwandee, S., Saelee, R., Koohakan, P., and Montri, N. 2023. Bioactivity of teak (*Tectona grandis* Lf) and cajeput (*Melaleuca cajuputi* Powell) leaf extracted on inhibition fruit fungal pathogens. 19(5): 2259-2280. (SJR Q3)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bioactivity of teak (*Tectona grandis* L.f.) and cajeput (*Melaleuca cajuputi* Powell) leaf extracted on inhibition fruit fungal pathogens

Suwandee, S., Saelee, R., Koohakan, P.* and Montri, N.

Department of Plant Production Technology, School of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

Suwandee, S., Saelee, R., Koohakan, P. and Montri, N. (2023). Bioactivity of teak (*Tectona grandis* L.f.) and cajeput (*Melaleuca cajuputi* Powell) leaf extracted on inhibition fruit fungal pathogens. International Journal of Agricultural Technology 19(5):2259-2280.

Abstract Results showed that cajeput oil at 10,000 ppm had the highest inhibitory effect on the mycelial growth of all tested fungi, with an inhibition rate of 92.5%. It was followed by cajeput crude extract at 20,000 ppm and teak crude extract at 25,000 ppm, with inhibition rates of 88.6% and 67.0%, respectively. Thus, cajeput oil and cajeput extract showed promising potential in controlling fruit fungal pathogens. Effective concentration (EC₅₀ and EC₉₀) of each extract suggested that the lowest concentration to inhibit mycelial growth, spore germination and spore formation were in between 50-90%, which the concentration range between 100 to 30,000 ppm depending on the extracts and pathogen species. This finding could be useful in evaluating the appropriate concentration of each extract for controlling plant pathogenic fungi.

Keywords: Plant extracts, Bioactivity, *Tectona grandis* L.f., *Melaleuca cajuputi* Powell

Introduction

Thailand produces tropical fruits such as durian, mangosteen, rambutan, mango etc. which are both consumed domestically and exported. Agricultural products are the country's main source of income. Statistical data showed that in 2019s, tropical fruits production in Thailand was 39,811,512 tons with a fruit sales volume of around one hundred billion baht (FAOSTAT, 2020). The production of tropical fruit is still increasing but the grower has encountered plant disease problems in fruit production. These microorganisms, such as *Botryodiplodia* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Lasiodiplodia* sp. and *Phytophthora* sp., can attack plants from the seedling stage to the post-harvest period (Prusky *et al.*, 2010; Sangeetha *et al.*, 2012; Kongtragoul *et al.*, 2021; Tongstri *et al.*, 2022). Many farmers have been applied chemical fungicides to protect plant diseases from destroying their crops but this method might be negative effects on the environment, farmers' health and consumers' health. Alternative methods have recently interest to apply plant extracts for disease

* **Corresponding Author:** Koohakan, P.; **Email:** prommart.ko@kmitl.ac.th

control. The leaf extract of cajeput contain 1, 8-cineole, α -pinene, linalool, flavonoids, phenols, alkaloids, and glycosides, which actively against fungi and bacteria (Sutrisno *et al.*, 2018; Isah *et al.*, 2023). Its activity has been demonstrated against *Alternaria* sp., *Phytophthora palmivola*, *Staphylococcus aureus*, *S. pyogenes* and *Escherichia coli* (Sommuek *et al.*, 2021, 2023; Abd Wahab *et al.*, 2022). Additionally, teak has been studied for its antifungal activity. The leaf extract of this plant was evaluated to inhibit the growth of *Arthrinium phaeospermum* (wood decay on *Albizia falcataria*) (Astiti and Suprpta, 2012). In the work of Budianto *et al.* (2023) reported the secondary metabolites of this plant demonstrated numerous pharmacological activities. Therefore, this study aimed to evaluate the effective concentrations of teak extract, cajeput extract and cajeput oil to inhibit some fungal pathogens isolated from major fruit crops of Thailand.

Materials and methods

Preparation of crude extract

Teak and cajeput leaf samples were collected from King Monkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chumphon campus. The leaves were cleaned and air dried, then dehydrate in a hot air oven at 45 °C until completely dried. The plant leaves were then rinsed in 75% ethanol and shaken in ultrasonic bath for 3 hours. The ethanolic extract was then evaporated using a rotary evaporator at 40 °C until it became crude extract and kept at 4 °C at the refrigerator before use.

Preparation of cajeput oil

Cajeput leaf was taken in the early morning, clean the fresh leaf. The essential oil was extracted from the fresh leaf using steam distillation. Cajeput oil was separated and stored at 4 °C.

Isolation of fruit fungal pathogens

The pathogenic fungi were isolated from infected plant organs, namely, durian (stem rot, leaf blight, die-back and fruit rot), mango (crown rot), mangosteen (fruit rot), and rambutan (fruit rot). To isolate fungal pathogens from plant tissues, the tissue transplanting technique was used, which involves cutting infected plant tissues into small pieces and cleaning the surface by soaking the tissues in 10% sodium hypochlorite, 75% alcohol, and washing the pieces with distilled water before placing the sample in water agar (WA). After the hypha grew from the tissue sample, it was transferred to potato dextrose

2260

agar (PDA). To isolate *Phytophthora* sp. from the infected durian, baiting technique (Dhingra and Sinclair, 1994) were used, and the obtained isolates were cultured on V8 juice medium for 7 days. The morphological identification of pathogenic fungi was compared with characterization features in the identification keys and species descriptions (Lim and Chan, 1986; Sangeetha *et al.*, 2012; Lombard *et al.*, 2014; Huang *et al.*, 2020). Additional fungal isolates of *Phytophthora* sp. (ku-Dpttkl, ku-rwl, ku-Dptckkl), *Colletotrichum gloeosporioides* (ku-dc), *Fusarium* sp. (ku-bf), *Lasiodiplodia* sp. (ku-bl) and *Greeneria* sp. (ku-ngr) used in this experiment obtained from Dr. Veeranee Tongsri, (Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok Thailand) (Table 1).

The detached fruits and leaves were applied for pathogenicity test. The mycelial discs (5 mm) of the tested fungi causing fruit rot and crown rot disease were inoculated to the healthy host fruits. The mycelial discs (5 mm) of *Rhizoctonia* sp., *Phytophthora* sp. and *Fusarium* sp. isolated from durian were inoculated to the durian leaves (modified from the method of Vawdrey *et al.*, 2005 and Lin *et al.*, 2018). Each treatment was incubated in a plastic box at room temperature for 7 days and evaluated with disease severity as follows:

Disease severity = $(A \times 100)/B$ where A = size of the lesion on the tested plant organ and B = overall size of the tested plant organ.

Poisoned food technique

Teak extract, cajeput extract and cajeput oil were tested for their ability to inhibit fungal pathogen using a poisoned food technique. The experiment was designed in Completely Randomized Design (CRD) with 5 replications. To obtains the teak and cajeput extracts, Dimethyl sulfoxide (DMSO) and 2% Tween20 were used as a solvent, respectively. The dissolved crude extract was diluted to 5 different concentrations using sterilized distilled water as followed: teak crude extract was dissolved in 2% DMSO at 1,000, 5,000, 10,000, 15,000, 20,000 and 25,000 ppm. Cajeput crude extract was dissolved in 2% Tween20 at 500, 1,000, 5,000, 10,000, 15,000 and 20,000 ppm and cajeput essential oil at 100, 500, 1,000, 5,000, and 10,000 ppm. Five ml of each diluted plant extract was then mixed with PDA medium. The tested pathogens were cultured on each PDA medium at room temperature. The colony diameter was measured and calculated as percent inhibition of diameter growth (PI), as follows:

$PI = (A-B)/A \times 100\%$ where A = colony diameter in control and B = colony diameter in treatment.

Spore germination test

The extracts of teak, cajeput, and cajeput oil at various concentrations as described above were mixed with pathogen spore suspension (1×10^6 spores/ml) with distilled water serving as a control. The experiment was conducted in CRD with 3 replications. The inhibition of spore germination was observed under a microscope for 12, 24, 48 and 96 hours. The percentage of spores germinated inhibition was calculated using the following formula:

$(Gc-Gt)/Gc \times 100$ where Gc is number of the spores germinated in control and Gt is number of the spores germinated in treatment.

Sporulation test

The inhibitory effects of plant extracts on sporangium formation of *Phytophthora* sp. were tested using modified method from Mulugeta *et al.* (2019). The efficacy of teak crude extract, cajeput crude extract and cajeput oil was tested. The agar plug (2×2 mm) of *Phytophthora* sp. with the following isolates (KM-Dpt02, KM-Dpt4, KM-Dpt5, ku-Dptekkl, ku-Dptkl, ku-rwl) was cultured on PDA medium for 5 days before being transferred to the extracts and the essential oil at various concentrations and incubated for 3 days at room temperature in the dark. The experimental design was conducted using CRD with 3 replications, each replication was randomly counted the number of sporangia in 3 areas under the microscope.

Statistical analysis

The experimental data were analyzed using One-way ANOVA, and mean values were compared using Duncan's Multiple Range test (DMRT) at 95% confidence level ($p < 0.05$). Effective concentrations were calculated using SPSS v.28.0.

Results

Isolation and pathogenicity test of the fruit fungal pathogens

Nineteen isolates of the pathogens were obtained from infected banana (crown rot and fruit rot), durian (stem rot, leaf blight, die-back, and fruit rot), mango (crown rot), mangosteen (fruit rot), and rambutan (fruit rot). They were morphological identified as *Phytophthora* spp. (6 isolates), *Lasiodiplodia* spp. (4 isolates), *Fusarium* spp. (3 isolates), *Colletotrichum* spp. (2 isolates), *Greeneria* sp. (1 isolate), *Gliocephalorichum* sp. (1 isolate), *Pestalotiopsis* sp. (1 isolate) and *Rhizoctonia* sp. (1 isolate) (Table 1). Pathogenicity tests on detached fruit and leaf suggested that all isolates were the causal agent of fruit crop diseases (Figure 1).

2262

Table 1. Sources of fruit fungal pathogens used in this study

Host plant/ location	Symptom	identification ¹	isolates
Banana/Chanthaburi	crown rot	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	ku-bl
Banana/Chanthaburi	fruit rot	<i>Colletotrichum musae</i>	ku-be
Banana/Chanthaburi	fruit rot	<i>Fusarium</i> sp.	ku-bf
Durian/Chumphon	leaf blight	<i>Rhizoctonia</i> sp.	KM-DRH
Durian/Chumphon	die-back	<i>Fusarium</i> sp.	KM-DFa
Durian/Chumphon	die-back	<i>Fusarium</i> sp.	KM-DFg
Durian/Chumphon	stem rot	<i>Phytophthora</i> sp.	KM-Dpt02
Durian/Chumphon	stem rot	<i>Phytophthora</i> sp.	KM-Dpt4
Durian/Chumphon	stem rot	<i>Phytophthora</i> sp.	KM-Dpt5
Durian/Chumphon	stem rot	<i>Phytophthora</i> sp.	ku-Dptckk1
Durian/Trat	stem rot	<i>Phytophthora</i> sp.	ku-Dpttk1
Durian/Rayong	stem rot	<i>Phytophthora</i> sp.	ku-rw1
Durian/Chanthaburi	fruit rot	<i>C. gloeosporioides</i>	ku-de
Durian/Chumphon	fruit rot	<i>L. theobromae</i>	KM-dlt
Mango/Chanthaburi	crown rot	<i>L. theobromae</i>	KM-m1
Mangosteen/Chumphon	fruit rot	<i>Pestalotiopsis</i> sp.	KM-Mp
Mangosteen/Chumphon	fruit rot	<i>Lasiodiplodia</i> sp.	KM-gml
Rambutan/Chanthaburi	fruit rot	<i>Greeneria</i> sp.	ku-ngr
Rambutan/Chanthaburi	fruit rot	<i>Gliocephalorichum</i> sp.	KM-Nge

¹ Pathogen identification was based on morphological characteristic and host plant, except the obtained isolates.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

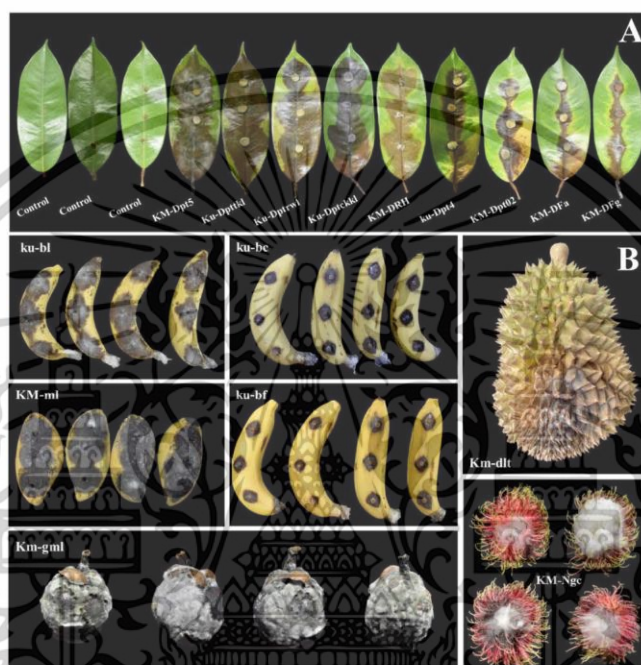


Figure 1. Pathogenicity test of the tested isolates A: Symptom on detached leaf, B: Symptom on detached fruit

Effect on mycelial growth

Teak extract

The efficacy of teak extract in inhibiting mycelial growth by poisoned food technique were evaluated. The result revealed that teak extract had significantly inhibitory effects compared to the control. The concentration at 25,000 ppm greatly reduced the mycelial growth of *Colletotrichum musae* (ku-bc), *Phytophthora* sp. (KM-Dpt02), *Greeneria* sp. (ku-ngr) and *Gliocephalotrichum* sp. (KM-Ngc) at 90-100% followed by *Colletotrichum gloeosporioides* (ku-dc) and *Lasiodiplodia theobromae* (KM-ml) at 80-85%. Meanwhile, the remaining treatments demonstrated to be moderate to high inhibition percentage (30-75%) (Table 2, Figure 2).

2264

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2. Effect of crude ethanolic extract from *Tectona grandis* on mycelial growth

Tested isolates	Mycelial inhibition percentage ^{2/}							
	Control	2% DMSO	1,000 ppm	5,000 ppm	10,000 ppm	15,000 ppm	20,000 ppm	25,000 ppm
<i>La</i> (ku-bl) ^{3/}	0.0e ^{1/}	0.0e	19.8d	49.8c	62.8b	70.8a	70.8a	73.8a
<i>Co</i> (ku-bc)	0.0g	0.0g	9.4f	42.2e	55.6d	59.6c	66.6b	90.0a
<i>Fu</i> (ku-bf)	0.0e	0.0e	0.0e	26.6d	32.6cd	37.0c	47.4b	75.8a
<i>Rh</i> (KM-DRH)	0.0e	0.0e	26d	29.6cd	33.4c	64.4b	77.2a	79.0a
<i>Fu</i> (KM-DFa)	0.0d	0.0d	22.6c	25.2b	25.2b	25.4b	26.8b	29.8a
<i>Fu</i> (KM-DFg)	0.0d	0.0d	20.4c	33.2b	35.2ab	35.2ab	37.6ab	40.0a
<i>Ph</i> (KM-Dpt02)	0.0f	0.0f	0.0f	5.0e	14.4d	23.4c	33.4b	100a
<i>Ph</i> (KM-Dpt4)	0.0e	0.0e	0.0e	46.8d	60.4c	61.4c	75.0b	79.4a
<i>Ph</i> (KM-Dpt5)	0.0e	0.0e	0.0e	2.0e	18.0d	35.2c	51.4b	56.6a
<i>Ph</i> (ku-Dptckkl)	0.0e	0.0e	0.0e	6.2d	8.6d	24.8c	34.6b	49.6a
<i>Ph</i> (ku-Dpttkl)	0.0e	0.0e	0.0e	0.0e	9.6d	19.6c	27.2b	45.0a
<i>Ph</i> (ku-trwl)	0.0d	0.0d	0.0d	0.0d	11.2c	27.5b	29.8b	34.8a
<i>Co</i> (ku - dc)	0.0e	0.0e	0.0e	0.0e	42.8d	52.2c	58.6b	82.0a
<i>La</i> (KM-dlt)	0.0e	0.0e	0.0e	29.0b	31.8ab	32. ab	32.0ab	35.4a
<i>La</i> (KM-ml)	0.0g	0.0g	15.8f	33.0e	40.6d	46.0c	51.6b	85.6a
<i>Pe</i> (KM-Mp)	0.0d	0.0d	41.8c	44.6c	54.0b	56.6b	61.6a	62.6a
<i>La</i> (KM-gml)	0.0f	0.0f	0.0f	21.4e	50.2c	54.0c	58.4b	63.8a
<i>Gr</i> (ku-ngr)	0.0f	0.0f	0.0f	20.4e	31.6d	48.4c	57.4b	90.0a
<i>Gl</i> (KM-Ngc)	0.0f	0.0f	0.0f	20.8e	33.2d	47.4c	56.8b	100a

^{1/}Values are followed by the same letter in each row are not significantly different as determined with (P>0.05).

^{2/}Percentage of growth inhibition = [(A-B)/A] × 100. ^{3/} *Co* = *Colletotrichum* sp., *Fu* = *Fusarium* sp., *Gl* = *Gliocephalorichum* sp., *Gr* = *Greeneria* sp., *La* = *Lasiodiplodia* sp., *Pe* = *Pestalotiopsis* sp., *Phy* = *Phytophthora* sp., *Rh* = *Rhizoctonia* sp.

Cajeput extract

Crude cajeput extract at 20,000 ppm was completely inhibited (100%) the mycelial growth of *Colletotrichum musae* (ku-bc), *Fusarium* sp. (KM-DFg), *Phytophthora* sp. (KM-Dpt02, KM-Dpt4, KM-Dpt5, ku-Dptckkl), *Colletotrichum gloeosporioides* (ku-dc), *Greeneria* sp. (ku-ngr) and *Gliocephalorichum* sp. (KM-Ngc). The concentration at 15,000 ppm was found to be completely inhibited the mycelial growth of *C. musae* (ku-bc), *Fusarium* sp. (KM-DFg), *Phytophthora* sp. (KM-Dpt02, KM-Dpt4), *C. gloeosporioides* (ku-dc) and *Greeneria* sp. (ku-ngr). The concentration at 10,000 ppm was completely inhibited *C. musae* (ku-bc), *Phytophthora* sp. (KM- Dpt4), *C. gloeosporioides* (ku-dc) and *Greeneria* sp. (ku-ngr) (Table 3, Figure 2).

Table 3. Effect of crude ethanolic extract from *Melaleuca cajuputi* on mycelial growth

Tested Isolates	Control	Mycelial inhibition percentage ²⁾					
		2% Tween20	500 ppm	1,000 ppm	5,000 ppm	10,000 ppm	20,000 ppm
<i>La</i> (ku-bl) ³⁾	0.0d ¹⁾	0.0d	0.0d	0.0d	0.0d	45.2c	69.4b
<i>Co</i> (ku-bc)	0.0e	0.0e	20.4d	38.6c	82.0b	100a	100a
<i>Fu</i> (ku-bf)	0.0e	0.0e	23.4d	28.4c	47.0b	58.8a	60.0a
<i>Rh</i> (KM-DRH)	0.0d	0.0d	0.0d	0.0d	58.6c	79.4b	82.0a
<i>Fu</i> (KM-DFa)	0.0f	0.0f	14.4e	17.8d	56.6c	64.0b	68.6a
<i>Fu</i> (KM-DFg)	0.0f	0.0f	35.8e	43.2d	72.2c	79.0b	100a
<i>Ph</i> (KM-Dpt02)	0.0f	0.0f	16.8e	64.8d	68.4c	83.8b	100a
<i>Ph</i> (KM-Dpt4)	0.0d	0.0d	16.4c	21.2c	52.8b	100a	100a
<i>Ph</i> (KM-Dpt5)	0.0f	0.0f	54.4e	58.0d	75.6c	79.0b	79.4b
<i>Ph</i> (ku-Dptkl)	0.0e	0.0e	52.6d	77.8c	82.0b	82.0b	82.8b
<i>Ph</i> (ku-Dptckkl)	0.0e	0.0e	31.0d	77.6c	82.6b	82.6b	83.0b
<i>Ph</i> (ku-trwl)	0.0f	0.0f	45.2e	58.8d	73.6c	78.8b	84.8a
<i>Co</i> (ku-dc)	0.0e	0.0e	39.8d	44.8e	86.0b	100a	100a
<i>La</i> (KM-dlt)	0.0e	0.0e	0.0e	0.0e	69.8d	76.0c	78.8b
<i>La</i> (KM-ml)	0.0d	0.0d	0.0d	0.0d	52.8c	69.6b	72.8a
<i>Pe</i> (KM-Mp)	0.0f	0.0f	16.2e	38.4d	77.6c	85.4b	87.0b
<i>La</i> (KM-gml)	0.0d	0.0d	40.8c	40.8c	61.0b	62.4b	73.8a
<i>Gr</i> (ku-ngr)	0.0c	0.0c	79.0b	100a	100a	100a	100a
<i>Gl</i> (KM-Ngc)	0.0g	0.0g	28.6f	58e	73.2d	74.8c	83.6b

¹⁾Values are followed by the same letter in each row are not significantly different as determined with ($P < 0.05$). ²⁾Percentage of growth inhibition = $[(A-B)/A] \times 100$. ³⁾*Co* = *Colletotrichum* sp., *Fu* = *Fusarium* sp., *Gl* = *Gliocephalorichum* sp., *Gr* = *Greeneria* sp., *La* = *Lastodiplodia* sp., *Pe* = *Pestalotiopsis* sp., *Phy* = *Phytophthora* sp., *Rh* = *Rhizoctonia* sp.

Cajeput oil

The effectiveness of cajeput oil in inhibiting mycelial growth using the poisoned food technique was evaluated. The results showed that using cajeput oil at concentrations of 5,000 and 10,000 ppm were shown to be effective for inhibiting mycelial growth of all isolates with an inhibition percentage greater than 50%. Cajeput oil at 5,000 ppm was completely inhibited the growth of *L. theobromae* (ku-bl), *C. musae* (ku-bc), *Phytophthora* sp. (KM-Dpt02, KM-Dpt4, ku-Dptckkl, ku-Dptkl, ku-rwl), *C. gloeosporioides* (ku-dc) and *Greeneria* sp. (ku-ngr) (Table 4, Figure 2).

Effect on reproductive organ

Spore germination

Crude extract from teak was able to inhibit spore germination on the isolates of *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Greeneria* sp., *Gliocephalorichum* sp. and *Lastodiplodia* sp. at concentration of 1,000-25,000 ppm. Spore germinations of *C. musae* (ku-bc), *Fusarium* sp. (KM-DFg) and *Greeneria* sp. (ku-ngr) were completely inhibit since the concentration of 1,000 ppm. However, the other isolates were needed higher concentration to completely inhibition (Table 5, Figure 3).

2266

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4. Effect of essential oil from *Melaleuca cajuputi* on mycelial growth

Tested Isolates	Mycelial inhibition percentage ^{2/}						
	Control	2% Tween20	100 ppm	500 ppm	1,000 ppm	5,000 ppm	10,000 ppm
<i>La</i> (ku-bl) ^{3/}	0.0b ^{1/}	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	100a	100a
<i>Co</i> (ku-bc)	0.0e	0.0e	23.0d	63.8c	74.0b	100a	100a
<i>Fu</i> (ku-bf)	0.0f	0.0f	16.8e	48d	61.2c	81.2b	100a
<i>Rh</i> (KM-DRH)	0.0f	0.0f	26.8e	33.6d	37.8c	62.4b	77.8a
<i>Fu</i> (KM-DFa)	0.0f	0.0f	11.8e	28.2d	38.8c	75.0b	82.0a
<i>Fu</i> (KM-DFg)	0.0f	0.0f	14.4e	39.0d	51.2c	76.8b	81.0a
<i>Ph</i> (KM-Dpt02)	0.0d	0.0d	2.6cd	7.4c	47.4b	100a	100a
<i>Ph</i> (KM-Dpt4)	0.0e	0.0e	8.0d	27.6c	57.6b	100a	100a
<i>Ph</i> (KM-Dpt5)	0.0e	0.0e	27.4d	31.4cd	35.4c	60.2b	68.8a
<i>Ph</i> (ku-Dptckkl)	0.0d	0.0d	0.0d	10.0c	55.0b	100a	100a
<i>Ph</i> (ku-Dpttkl)	0.0d	0.0d	0.0d	24.0c	58.4b	100a	100a
<i>Ph</i> (ku-rwl)	0.0e	0.0e	18.4d	50.8c	74.6b	100a	100a
<i>Co</i> (ku-dc)	0.0e	0.0e	33.0d	39.0c	58.4b	100a	100a
<i>La</i> (KM-dlt)	0.0c	0.0c	0.0c	0.0c	0.0c	79.8b	100a
<i>La</i> (KM-ml)	0.0e	0.0e	16.6d	19.0d	26.2c	80.6b	100a
<i>Pe</i> (KM-Mp)	0.0e	0.0e	39.6d	41.2d	60.8c	72.2b	81.6a
<i>La</i> (KM-gml)	0.0c	0.0c	3.0c	0.0c	0.0c	59.0b	100a
<i>Gr</i> (ku-ngr)	0.0e	0.0e	37.0d	44.4c	73.2b	100a	100a
<i>Gl</i> (KM-Ngc)	0.0e	0.0e	10.4d	10.4d	20.2c	51.2b	65.6a

^{1/}Values are followed by the same letter in each row are not significantly different as determined with (P>0.05).

^{2/}Percentage of growth inhibition = [(A-B)/A] × 100, ^{3/}*Co* = *Colletotrichum* sp., *Fu* = *Fusarium* sp., *Gl* = *Gliocephalorichum* sp., *Gr* = *Greeneria* sp., *La* = *Lasiodiplodia* sp., *Pe* = *Pestalotiopsis* sp., *Phy* = *Phytophthora* sp., *Rh* = *Rhizoctonia* sp.

Crude extract from cajeput was tested for its ability to suppress spore germination of the pathogens at concentration range 500-20,000 ppm. The results showed completely inhibited the germination of *Fusarium* sp. (KM-DFg), *C. gloeosporioides* (ku-dc) and *Gliocephalorichum* sp. (KM-Ngc) at the concentration of 500 ppm and the concentration higher than 1,000 ppm which showed 50-100% inhibition on the other isolates such as *Lasiodiplodia theobromae* (ku-bl), *C. musae* (ku-bc), *Fusarium* sp. (KM-DFa) and *Greeneria* sp. (ku-ngr) (Table 5, Figure 3).

Essential oil of cajeput was tested to control spore germination at concentration of 100-10,000 ppm. The results showed that some isolates were sensitive to the substance at the concentration of 100 ppm. The concentration of cajeput oil which higher than 500 ppm gave 50-100% inhibition to many isolates such as *C. musae* (ku-bc), *Fusarium* sp. (ku-bf, KM-DFa, KM-DFg), *C. gloeosporioides* (ku-dc), *Pestalotiopsis* sp. (KM-Mp) and *Gliocephalorichum* sp. (KM-Ngc), including *L. theobromae* (KM-ml) but the crude extracts of teak and cajeput were not inhibited. (Table 5, Figure 3).

Table 5. Effect of plant extracts to inhibit spore germination at 96 hours

Plant extract	concentrations	% inhibition ²⁾											
		<i>La</i> ³⁾ ku-bl	<i>Co</i> ku-bc	<i>Fu</i> ku-bf	<i>Fu</i> KM-DFa	<i>Fu</i> KM-DFg	<i>Co</i> ku-dc	<i>La</i> KM-dlt	<i>La</i> KM-ml	<i>Pe</i> KM-Mp	<i>La</i> KM-gml	<i>Gr</i> ku-ngr	<i>Gl</i> KM-Ngg
Crude extract <i>Tectona grandis</i>	Control	0.0	0.0b ¹⁾	0.0d	0.0e	0.0b	0.0d	0.0	0.0	0.0e	0.0c	0.0b	0.0d
	2% DMSO	0.0	0.0b	0.0d	0.0e	0.0b	0.0d	0.0	0.0	0.0e	0.0c	0.0b	0.0d
	1,000 ppm	0.0	100a	0.0d	54.5d	100a	71.3c	0.0	0.0	47.4d	0.0c	100a	83.8c
	5,000 ppm	0.0	100a	69.6c	66.7c	100a	84.1b	0.0	0.0	79.8c	0.0c	100a	88.1b
	10,000 ppm	0.0	100a	78.9b	88.1b	100a	100a	0.0	0.0	84.8bc	0.0c	100a	97.0a
	15,000 ppm	0.0	100a	95.3a	98.3a	100a	100a	0.0	0.0	89.2ab	0.0c	100a	97.1a
	20,000 ppm	0.0	100a	97.5a	100a	100a	100a	0.0	0.0	93.1a	36.8b	100a	100a
25,000 ppm	0.0	100a	100a	100a	100a	100a	0.0	0.0	94.6a	62.0a	100a	100a	
Crude extract <i>M. egypti</i>	Control	0.0c	0.0d	0.0	0.0d	0.0b	0.0b	0.0	0.0	0.0d	0.0	0.0c	0.0b
	2% Tween 20	0.0c	0.0d	0.0	0.0d	0.0b	0.0b	0.0	0.0	0.0d	0.0	0.0c	0.0b
	500 ppm	97.9b	57.9c	0.0	0.0d	100a	100a	0.0	0.0	0.0d	0.0	0.0c	100a
	1,000 ppm	98.1b	71.3b	0.0	41.6c	100a	100a	0.0	0.0	33.6c	0.0	83.8b	100a
	5,000 ppm	100a	100a	0.0	58.9b	100a	100a	0.0	0.0	77.3b	0.0	100a	100a
	10,000 ppm	100a	100a	0.0	65.8b	100a	100a	0.0	0.0	100a	0.0	100a	100a
	15,000 ppm	100a	100a	0.0	100a	100a	100a	0.0	0.0	100a	0.0	100a	100a
20,000 ppm	100a	100a	0.0	100a	100a	100a	0.0	0.0	100a	0.0	100a	100a	
Essential oil <i>M. egypti</i>	Control	0.0b	0.0d	0.0b	0.0c	0.0c	0.0d	0.0	0.0b	0.0c	0.0c	0.0d	0.0c
	2% Tween 20	0.0b	0.0d	0.0b	0.0c	0.0c	0.0d	0.0	0.0b	0.0c	0.0c	0.0d	0.0c
	100 ppm	0.0b	0.0d	100a	63.2b	52.1d	0.0d	0.0	100a	75.0b	0.0c	0.0d	0.0c
	500 ppm	0.0b	58.6c	100a	66.4b	66.7c	58.6c	0.0	100a	94.5a	0.0c	0.0d	98.8a
	1,000 ppm	0.0b	75.3b	100a	69.6b	81.0b	75.3b	0.0	100a	100a	0.0c	45.3c	100a
	5,000 ppm	0.0b	100a	100a	70.4b	100a	100a	0.0	100a	100a	27.2b	82b	100a
	10,000 ppm	63.8a	100a	100a	100a	100a	100a	0.0	100a	100a	42.9a	100a	100a

¹⁾ Values are followed by the same letter in each row are not significantly different as determined with (P> 0.05). ²⁾ The percentage of inhibited spore germination was calculated using the following formula: (Gc-Gb)/Gc × 100. The numbers in the formula represent the mean of the spore counts in each treatment (30 spores/replication). ³⁾ Co = *Colletotrichum* sp., Fu = *Fusarium* sp., Gl = *Gliocladium* sp., Gr = *Greenoria* sp., La = *Lasiodiplodia* sp., Pe = *Pestalotiopsis* sp.

2268

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

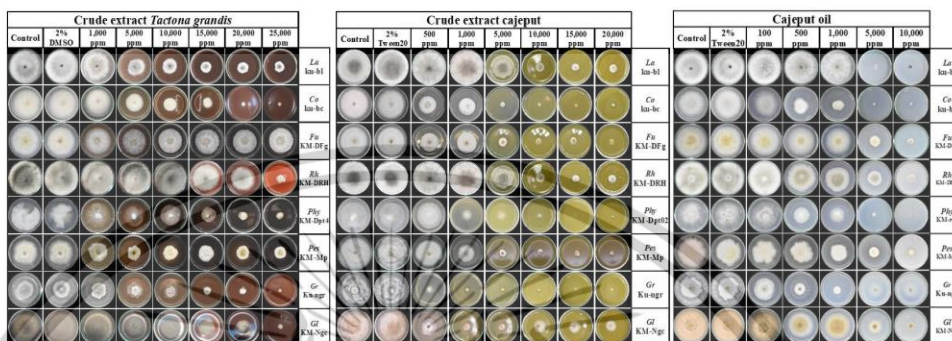


Figure 2. Effects of plant extracts on mycelial growth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

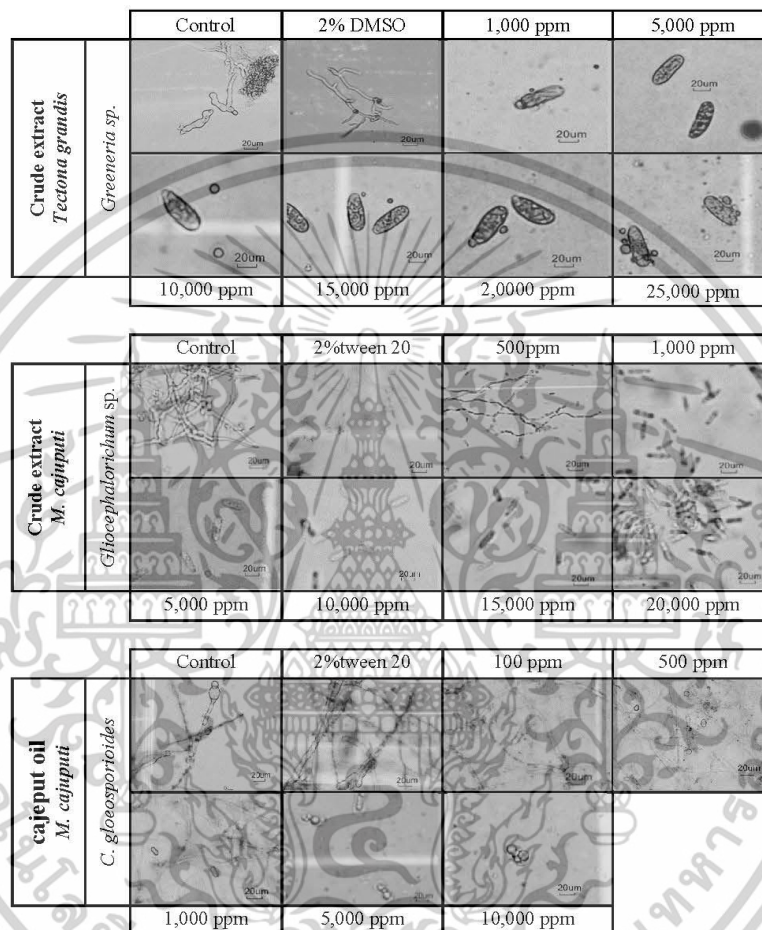


Figure 3. Effect of plant extracts for inhibiting spore germination at 96 hours

2270

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sporulation

The efficacy of different concentrations of plant extracts in inhibiting sporangium formation of *Phytophthora* sp. revealed that all plant extracts could inhibit the sporulation of *Phytophthora* sp. Crude extract of teak could completely inhibit sporangium formation at 5,000-20,000 ppm. Crude cajeput was completely inhibited at concentrations ranging from 1,000 to 5,000 ppm, while cajeput essential oil could inhibit sporangium formation at 500-1,000 ppm (Table 6).

Table 6. Efficacy of plant extracts for inhibiting sporangium formation of *Phytophthora* sp.

Plant extract	concentrations	% inhibition on sporangia formation					
		KM-Dpt02	KM-Dpt4	KM-Dpt5	ku-Dpttkl	ku-rwl	ku-Dptekkl
Crude extract <i>Tectona grandis</i>	Control	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a
	2% DMSO	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a
	1,000 ppm	0.0a	100b	0.0a	0.0a	100b	43.b
	5,000 ppm	100b	100b	100b	0.0a	100b	70.1c
	10,000 ppm	100b	100b	100b	0.0a	100b	100d
	15,000 ppm	100b	100b	100b	0.0a	100b	100d
	20,000 ppm	100b	100b	100b	100b	100b	100d
	25,000 ppm	100b	100b	100b	100b	100b	100d
Crude extract <i>Melaleuca cajuputi</i>	Control	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a
	2% Tween 20	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a
	500 ppm	0.0a	100b	0.0a	0.0a	100b	39.1b
	1,000 ppm	100b	100b	100b	0.0a	100b	100c
	5,000 ppm	100b	100b	100b	100b	100b	100c
	10,000 ppm	100b	100b	100b	100b	100b	100c
	15,000 ppm	100b	100b	100b	100b	100b	100c
	20,000 ppm	100b	100b	100b	100b	100b	100c
cajeput oil <i>Melaleuca cajuputi</i>	Control	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a
	2% Tween 20	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a
	100 ppm	0.0a	100b	100b	0.0a	100b	16.3b
	500 ppm	100b	100b	100b	0.0a	100b	45.8c
	1,000 ppm	100b	100b	100b	100b	100b	100b
	5,000 ppm	100b	100b	100b	100b	100b	100b
	10,000 ppm	100b	100b	100b	100b	100b	100b

¹Values are the mean of three replications. Values in the same column within each plant extract followed by the same letter are not significantly different as determined using Duncan's Multiple Range test (DMRT) at 95% confidence level (p < 0.05).

Effective concentrations (EC_{50} EC_{90})

The EC_{50} of teak extract for inhibiting colony growth were ranged from 7,000 to 40,000 ppm. *C. musae* (ku-bc), *Phytophthora* sp. (KM-Dpt4), *L. theobromae* (ku-bl), *Pestalotiopsis* sp. (KM-Mp), *L. theobromae* (KM-ml), *Rhizoctonia* sp. (KM-DRH) and *C. gloeosporioides* (ku-dc) were shown to be sensitive with the EC_{50} for colony inhibition was lower than 15,000 ppm. The extract was highly affected to the spore germination of *C. musae* (ku-bc) which the EC_{50} and EC_{90} were lower than 1,000 ppm (Table 7).

Table 7. Effective concentrations (EC_{50} and EC_{90}) of the ethanolic extract from *Tectona grandis* against plant pathogen

Pathogen	Isolate	Colony inhibition (ppm)		Reproductive organ inhibition ^{2/} (ppm)	
		EC_{50} ^{1/}	EC_{90}	EC_{50}	EC_{90}
<i>Colletotrichum musae</i>	ku-bc	7,177	25,040	<1,000 ^{3/}	<1,000
<i>Phytophthora</i> sp.	KM-Dpt4	8,427	27,496	<1,000	<1,000
<i>La. theobromae</i>	ku-bl	8,567	32,777	>25,000	>25,000
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	KM-Mp	8,826	45,601	2,505	16,268
<i>Lasioidiplodia</i> sp.	KM-gml	9,870	39,736	22,943	28,635
<i>Rhizoctonia</i> sp.	KM-DRH	12,921	27,850	-	-
<i>Co. gloeosporioides</i>	ku-dc	12,259	26,600	562	5,268
<i>Greeneria</i> sp.	ku-ngr	15,637	25,000	>25,000	>25,000
<i>Gliocephalorichum</i> sp.	KM-Ngc	15,842	24,851	<1,000	7,148
<i>La. theobromae</i>	KM-ml	16,709	31,179	>25,000	>25,000
<i>Phytophthora</i> sp.	KM-Dpt5	17,965	33,002	3,101	3,928
<i>Fusarium</i> sp.	ku-bf	20,851	34,177	4,328	10,712
<i>Phytophthora</i> sp.	KM-Dpt02	21,994	22,235	3,101	3,928
<i>Phytophthora</i> sp.	ku-Dptckkl	26,461	42,991	1,235	7,079
<i>Phytophthora</i> sp.	ku-rwl	26,689	41,798	<1,000	<1,000
<i>Fusarium</i> sp.	KM-DFg	27,794	64,808	<1,000	<1,000
<i>Phytophthora</i> sp.	ku-Dpttkl	27,943	38,319	17,438	19,310
<i>La. theobromae</i>	KM-dlt	28,077	55,335	>25,000	>25,000
<i>Fusarium</i> sp.	KM-DFa	44,121	984,707	968	10,201

^{1/}Effective concentrations were calculated using SPSS v.28.0. ^{2/}Spore germination or formation.

^{3/}The effective concentration was higher or lower than the range of this study

The EC_{50} of cajeput extract for inhibiting colony growth were ranged from 300 to 14,000 ppm. The highly sensitive isolates to the tested extract were *Greeneria* sp. (ku-ngr), *Phytophthora* sp. (KM-Dpt5, ku-Dptckkl, ku-rwl, ku-Dptckkl and KM-Dpt02), *Gliocephalorichum* sp. (KM-Ngc), which the value

was lower than 1,000 ppm. The tested extract was highly effective to inhibit colony growth and spore formation in many isolates of *Phytophthora* sp. causing durian disease. It is actively demonstrated to suppress spore formation of isolate ku-Dptckkl, ku-rwl and KM-Dpt02 with the EC₅₀ was lower than 500 ppm (Table 8).

Table 8. Effective concentrations (EC₅₀ and EC₉₀) of the ethanolic extract from *Melaleuca cajuputi* against plant pathogen

Pathogen	Isolate	Colony inhibition (ppm)		Reproductive organ inhibition ^{2/} (ppm)	
		EC ₅₀ ^{1/}	EC ₉₀	EC ₅₀	EC ₉₀
<i>Greeneria</i> sp.	ku-ngr	331	773	870	1,032
<i>Phytophthora</i> sp.	KM-Dpt5	472	19,200	710	898
<i>Phytophthora</i> sp.	ku-Dpttkl	496	23,124	<500 ^{3/}	3,441
<i>Phytophthora</i> sp.	ku-rwl	628	24,246	<500	<500
<i>Phytophthora</i> sp.	ku-Dptckkl	639	18,271	539	721
<i>Glioclaphorichum</i> sp.	KM-Nge	888	19,077	<500	<500
<i>Phytophthora</i> sp.	KM-Dpt02	876	13,307	<500	<500
<i>C. gloeosporioides</i>	ku-dc	1,397	5,471	<500	<500
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	KM-Mp	1,860	20,000	3,098	6,041
<i>C. musae</i>	ku-bc	2,299	5,833	247	1,931
<i>L. theobromae</i>	KM-dlt	2,224	23,169	>20,000	>20,000
<i>Rhizoctonia</i> sp.	KM-DRH	2,938	52,750	-	-
<i>Fusarium</i> sp.	KM-DFg	2,698	10,870	<500	<500
<i>Phytophthora</i> sp.	KM-Dpt4	3,400	8,099	<500	<500
<i>Lasiodiplodia</i> sp.	KM-gml	3,623	29,097	>20,000	>20,000
<i>L. theobromae</i>	KM-ml	3,914	28,664	>20,000	>20,000
<i>Fusarium</i> sp.	KM-DFa	4,019	21,576	3,187	12,362
<i>Fusarium</i> sp.	ku-bf	6,439	30,845	>20,000	>20,000
<i>L. theobromae</i>	ku-bl	13,866	23,480	322	664

^{1/}Effective concentrations were calculated using SPSS v.28.0. ^{2/}Spore germination or formation.

^{3/}The effective concentration was higher or lower than the range of this study

Cajuput oil was strongly affected to inhibit colony growth of all isolates. The EC₅₀ for inhibiting colony growth were ranged from 300 to 5,000 ppm, and the highly sensitive isolates were *C. musae* (ku-bc), *Phytophthora* sp. (ku-rwl), *Fusarium* sp. (ku-bf), *Greeneria* sp. (ku-ngr), *Pestalotiopsis* sp. (KM-Mp), *C. gloeosporioides* (ku-dc) and *Phytophthora* sp. (KM-Dpt4, ku-Dpttkl and ku-Dptckkl) with the EC₅₀ values were lower than 1,000 ppm. In addition, the EC₅₀ for inhibiting sporulation was lower than 100 ppm on some of the sensitive isolates (Table 9).

Table 9. Effective concentrations (EC₅₀ and EC₉₀) of the essential oil from *Melaleuca cajuputi* against plant pathogens

Pathogen	Isolate	Colony inhibition (ppm)		Reproductive organ inhibition ² (ppm)	
		EC ₅₀ ¹	EC ₉₀	EC ₅₀	EC ₉₀
<i>Colletotrichum musae</i>	ku -bc	311	1,797	302	1,337
<i>Phytophthora</i> sp.	ku-rwl	500	1,199	<100 ³	<100
<i>Fusarium</i> sp.	ku-bf	579	5,928	<100	<100
<i>Greeneria</i> sp.	ku-ngr	597	1,346	2,914	5,316
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	KM-Mp	742	12,518	92	242
<i>C. gloeosporioides</i>	ku -dc	776	1,724	249	1,308
<i>Phytophthora</i> sp.	KM-Dpt4	868	1,495	<100	<100
<i>Phytophthora</i> sp.	ku -Dptkl	878	1,364	762	953
<i>Phytophthora</i> sp.	ku -Dptckkl	950	1,366	659	831
<i>Fusarium</i> sp.	KM-DFg	1,000	13,162	<100	1,622
<i>Phytophthora</i> sp.	KM-Dpt02	1,043	2,324	312	406
<i>L. theobromae</i>	KM-ml	2,687	5,999	45	57
<i>L. theobromae</i>	ku -bl	2,942	3,592	7,649	16,338
<i>Fusarium</i> sp.	KM-DFa	3,586	10,391	42	7,076
<i>Rhizoctonia</i> sp.	KM-DRH	3,680	13,151	-	-
<i>L. theobromae</i>	KM-dlt	4,281	5,398	>10,000	>10,000
<i>Lasiodiplodia</i> sp.	KM-gml	4,313	6,030	10,545	17,761
<i>Phytophthora</i> sp.	KM-Dpt5	4,561	14,272	<100	<100
<i>Gliocephalorichum</i> sp.	KM-Ngc	4,784	16,095	320	442

¹Effective concentrations were calculated using SPSS v.28.0, ²Spore germination or formation,

³The effective concentration was higher or lower than the range of this study

Discussion

All 19 pathogen isolates including *Colletotrichum musae* (ku-bc), *C. gloeosporioides* (ku-dc), *Fusarium* sp. (ku-bf, KM-DFg, KM-DFa), *Gliocephalorichum* sp. (KM-Ngc), *Greeneria* sp. (ku-ngr), *Lasiodiplodia theobromae* (ku-bl, KM-dlt, KM-ml, KM-gml), *Pestalotiopsis* sp. (KM-Mp), *Phytophthora* sp. (KM-Dpt02, KM-Dpt4, KM-Dpt5, ku-Dptckkl, ku-Dptkl, ku-rwl) and *Rhizoctonia* sp. (KM-DRH) were morphologically identified, and the pathogenicity tests were confirmed by Koch's postulates.

The highest concentration of teak extract was 25,000 ppm which greatly reduced the mycelial growth of tested fungi including *C. musae*, *Phytophthora* sp., *Greeneria* sp. and *Gliocephalorichum* sp. at 90-100%, and completely inhibit spore germination of *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp., *Greeneria* sp. and *Gliocephalorichum* sp. The result revealed that tested extract was able to

2274

inhibit the growth of fungal pathogen with varying levels of sensitivity. The EC_{50} of teak extract for inhibiting colony growth was found to be in the concentration ranged from 7,000 to 40,000 ppm. However, the sensitive isolates were affected at lower than 15,000 ppm, except for *C. musae* (ku-bc), whose spore germination was highly affected by the extract, with the EC_{50} and EC_{90} were lower than 1,000 ppm. The result supported the work of Montri *et al.* (2019) who stated that crude extract of teak could control *C. musae* causing fruit rot disease of banana. Similar results were reported by Astiti and Suprpta (2012), who discovered that teak extract could inhibit fungal growth and sporulation at a low concentration. Additionally, they found that the growth of *Arthrimum phaeospermum* was reduced by 81.4% at the minimum concentration of 0.4% (w/v). Consistent with the findings of Carcamo-Ibarra *et al.* (2022), extracts of teak exhibited antifungal activity against some fungal strains of *Trametes*, *Gloeophyllum*, *Aspergillus*, *Macrophomina*, and *Schizophyllum*, and showed the LC_{50} of 84.9 $\mu\text{g/mL}$ with hexane extract. Sumthong *et al.* (2006) found that quinones derived from teak could rupture fungal cell walls. According to Krishna and Jayakumaran (2010) who stated that teak extract can reduce bacterial growth and cytotoxicity in *Staphylococcus aureus*. These results suggested that secondary metabolites such as alkaloids, flavonoids, tannins, anthraquinones, and naphthaquinones expressed antitoxin, antibacterial, and antioxidant activities (Purushotham *et al.*, 2010; Murukan and Murugan, 2017). There were some reports indicated that bioactive phenolic compound from teak such as flavonoid, tannin and chlorogenic acid could inhibit bacterial growth by disrupting cell wall and plasma membrane integrity (Dos Santos *et al.*, 2018).

According to the study, the highest concentration of ethanolic extract from cajeput at concentration of 20,000 ppm that inhibited mycelial growth by 90-100% which the mycelial growth of 9 fungal isolates such as *C. musae* (ku-bc), *Fusarium* sp. (KM-DFg), *Phytophthora* sp. (KM-Dpt02, KM-Dpt4, KM-Dpt5, ku-Dtpekkl), *C. gloeosporioides* (ku-dc), *Greeneria* sp. (ku-ngr), and *Gliocephalorichum* sp. (KM-Ngc) were inhibited. Moreover, some isolates were completely inhibited at the concentration of 10,000 and 15,000 ppm. The results also showed that cajeput extract displayed significant inhibitory effects against the growth and sporulation of *Phytophthora* spp. which is a major pathogen of durian rot. The EC_{50} values for inhibiting colony growth were ranged from 300 to 14,000 ppm for *Greeneria* sp., *Phytophthora* sp., and *Gliocephalorichum* sp. which showed the highest sensitivity to the extract. The tested extract suppressed the colony growth and sporulation of *Phytophthora* sp., particularly in isolates ku-Dptckkl, ku-rwl, and KM-Dpt02, where the EC_{50} was below 500 ppm. Similarly, in the study by Somnuek *et al.* (2023) stated

2275

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

that out of the 20 isolates *P. palmivora* causing durian rot, 9 isolates were found to be sensitive to the cajeput extract. Tiwari *et al.* (2011) reported that the effective concentration was less than 1,000 ppm and observed that certain isolates of *Phytophthora* sp. were sensitive to low dosages. Montri *et al.* (2010) reported the efficacy of crude extract from cajeput against some plant pathogens (*Phytophthora parasitica*, *Pythium deliense*, *Fusarium* sp., and *Colletotrichum* sp.) at a concentration of 800 ppm, which could inhibit *P. parasitica* and *P. deliense* by 100%. Jacquin *et al.* (2022) and Zhu *et al.* (2023) reported that the compounds in plant extracts influence the cell anti-oomycete to activity membranes and walls, which could be related to membrane permeability or a loss of cell wall integrity. These results suggested that crude cajeput extract is shown the potential to act as an antifungal agent against *Phytophthora*. Al-Abd *et al.* (2015) identified flavonoids, terpenoids, phenolic and alkaloids as potential antimicrobial compounds in ethanolic extracts of cajeput using GC/MS analysis. These findings are consistent with the results of Stanković *et al.* (2012) that confirmed the antimicrobial activity of plant extracts, such as phenolic compounds, terpenoids, and alkaloids which attributed to the presence of numerous bioactive secondary metabolites, important components in antimicrobial activity.

Cajeput oil was strongly affected to inhibit colony growth of all isolates at concentration of 10,000 ppm, with an inhibition percentage greater than 50%. Specifically, it was completely inhibited the growth of *Lastodiplodia* sp., *Colletotrichum* sp., *Phytophthora* sp. and *Greeneria* sp. at 5,000 ppm. The EC₅₀ values for inhibiting colony growth were ranged between 300 to 5,000 ppm, with highly sensitive isolates showing values lower than 1,000 ppm. The susceptible isolates were *C. musae* (ku-bc), *Phytophthora* sp. (ku-rwl, KM-Dpt4, ku-Dptkl and ku-Dptckl), *Fusarium* sp. (ku-bf), *Greeneria* sp. (ku-ngr), *Pestalotiopsis* sp. (KM-Mp) and *C. gloeosporioides* (ku-dc). Moreover, the EC₅₀ values for inhibiting reproductive structures were highly affected at concentration lower than 100 ppm in highly sensitive isolates. Corresponding with this study, the antimicrobial properties of cajeput both extract and essential oil were proved for inhibition the growth of plant pathogenic fungi. Wardana *et al.* (2021) reported that the cajeput extract could inhibit the growth of *Botrytis cinerea* at 0.75% concentration resulting in the lowest spore germination percentage, and consistent with research of Montri *et al.* (2010) who reported the efficacy of the cajeput extract against some plant pathogens. Many reports suggested that cajeput could produce various important phytochemicals: 1,8-cineole, α -terpineol, caryophyllene, α -pinene and γ -terpinene (Quoc, 2021; Abd Wahab *et al.*, 2022; Chaudhari *et al.*, 2022; Isah *et al.*, 2023) which could damage the cell integrity subject to oxidative stress and decrease the virulence

2276

as well as growth of the fungi and obstruction to the respiration process in the mitochondrial membrane (Abdel-Aziz *et al.*, 2019; Chaudhari *et al.*, 2022).

The findings of this study suggested that extracts obtained from teak and cajeput possessed the potential antifungal properties due to their abilities to inhibit the growth and reproductive structures of various fruit fungal pathogens. The effectiveness of these extracts varied with depending on the pathogens. The ethanolic extract from teak demonstrated high efficacy against the tested isolate of *C. musae*, whereas cajeput extract displayed growth inhibition properties against several fungal isolates, particularly *Phytophthora* sp., which is the major pathogen of durian. Additionally, cajeput oil was highly effective against the fruit fungal pathogens at minimal concentrations. The essential oils of cajeput contain essential phytochemicals that can damage the cell integrity and decrease the virulence and growth of fungi. Therefore, the extracts of cajeput, either crude or oil gave the potential to be promising substance for controlling the major fruit pathogens. Further research is necessary to explore the potential of these natural extracts and develop to be an alternative source of antifungal agents for plant disease control.

Acknowledgements

This study was funded and supported by School of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMUTT). Authors thanks to Dr. Veeranee Tongtong, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok Thailand, for some isolates of fruit fungal pathogen.

References

- Abd Wahab, N. Z., Ja'afar, N. S. A. and Ismail, S. B. (2022). Evaluation of antibacterial activity of essential oils of *Melaleuca cajuputi* Powell. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 16:549-557.
- Abdel-Aziz, M. M., Emam, T. M. and Elsherbiny, E. A. (2019). Effects of mandarin (*Citrus reticulata*) peel essential oil as a natural antibiofilm agent against *Aspergillus niger* in onion bulbs. *Postharvest Biology and Technology*, 156:110959.
- Al-Abd, N. M., Mohamed Nor, Z., Mansor, M., Azhar, F., Hasan, M. S. and Kassim, M. (2015). Antioxidant, antibacterial activity, and phytochemical characterization of *Melaleuca cajuputi* extract. *BMC complementary and alternative medicine*, 15:1-13.
- Astiti, N. P. A. and Suprpta, D. N. (2012). Antifungal activity of teak (*Tectona grandis* Lf.) leaf extract against *Arthrinium phaeospermum* (corda) MB Ellis, the cause of wood decay on *Albizia falcataria* (L.) FOSBERG. *International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences*, 18:62-69.

- Budianto, P., Suroto, S., Wasita, B. and Mirawati, D. K. (2023). *Tectona grandis* Leaves: Determination of Total Flavonoid Content, Phenolic Content, Characterization of the Leaves, and Compound Identification in GC-MS. *Pharmacognosy Journal*, 15:165-170
- Carcamo-Ibarra, E., Martínez-Pacheco, M. M., Munro-Rojas, A., Ambriz-Parra, J. E. and Velazquez-Becerra, C. (2022). Antifungal Activity of Crude Extracts of *Tectona grandis* L.f. against Wood Decay Fungi. *Phyton*, 91:1796-1808.
- Chaudhari, A. K., Singh, V. K., Das, S., Kujur, A. and Dubey, N. K. (2022). Unveiling the cellular and molecular mode of action of *Melaleuca cajuputi* Powell. Essential oil against aflatoxigenic strains of *Aspergillus flavus* isolated from stored maize samples. *Food Control*, 138:109000.
- Dhingra, O. D. and Sinclair, J. B. (1994). *Basic Plant Pathology Methods*, 2nd ed. CRC Press. Baton Rouge, FL, USA.
- Dos Santos, J. F. S., Tintinob, S. R., de Freitasb, T. S., Fabia, Campinab, F., de Irwin, A. R. M., Jose, Siqueira-Juniord, P., Henrique, D., Couinhob, M. and Francisco, A. B. C. (2018). *In vitro* e in silico evaluation of the inhibition of *Staphylococcus aureus* efflux pumps by caffeic and gallic acid. *Comparative Immunology, Microbiology, and Infectious Diseases*, 57:22-28.
- FAOSTAT (2020). *Agricultural Production Data*. Retrieved from <http://www.fao.org/>.
- Huang, R., Sun, W., Wang, L., Li, Q., Huang, S., Tang, L., Guo, T., Mo, J. and Hsiang, T. (2020). Identification and characterization of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease of banana. *Plant Pathology*, 70:1827-1837.
- Isah, M., Rosdi, R. A., Abdullah, H., Sul'ain, M. D. and Ishak, W. R. W. (2023). Phytoconstituents and biological activities of *Melaleuca cajuputi* Powell: A scoping review. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 13:010-023.
- Jacquin, J., Moureu, S., Deweer, C., Hakem, A., Paguet, A. S., Bonneau, N. and Riviere, C. (2022). Hop (*Humulus lupulus* L.) specialized metabolites: extraction, purification, characterization in different plant parts and in vitro evaluation of anti-oomycete activities against *Phytophthora infestans*. *Agronomy*, 12:2826.
- Kongtragoul, P., Ishikawa, K. and Ishii, H. (2021). Metalaxyl resistance of *Phytophthora palmivora* causing durian diseases in Thailand. *Horticulturae*, 7:375.
- Krishna, M. S. and Jayakumaran, N. A. (2010). Antibacterial, cytotoxic and antioxidant potential of different extracts from leaf, bark and wood of *Tectona grandis*. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research*, 2:155-158.
- Lim, T. K. and Chan, L. G. (1986). Fruit Rot of Durian Caused by *Phytophthora palmivora*. *PERTANIK*, 9:269-276.
- Lin, S., Taylor, N. J. and Hand, F. (2018). Identification and characterization of fungal pathogens causing fruit rot of deciduous holly. *Plant Disease*, 102:2430-2445.
- Lombard, L., Serrato-Diaz, L. M., Cheewangkoon, R., French-Monar, R. D., Decock, C. and Crous, P. W. (2014). Phylogeny and taxonomy of the genus *Gliocephalotrichum*. *Persoonia*, 32:127-140.
- Mulugeta, T., Abreha, K., Tekie, H., Mulatu, B., Yesuf, M., Andreasson, E., Liljeroth, E. and Alexandersson, E. (2019). Phosphite protects against potato and tomato late blight in

2278

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- tropical climate sand has varying toxicity depending on the *Phytophthora infestans* isolate. *Crop Protection*, 121:139-146.
- Murukan, G and Murugan, K. (2017). Composition of purified anthocyanin isolated from teak and it's *in vitro* antioxidant activity. *International journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*, 9:258-266.
- Montri, N., Suwanajan, J. and Pronprapa, K. (2010). Effect of Aqueous extract of *Melaleuca cajuputi* Powell on growth inhibition of some pathogenic fungi. *The Journal of Agricultural Science*, 41:89-92.
- Montri, N., Tongsi, V., Bunya-atichart, K. and Youryon, P. (2019). The effects of aqueous extract from teak leaves (*Tectona grandis* L.f.) on anthracnose disease controlling in Gross Michel banana (Musa AAA group) "Kluai Hom thong". Final Report. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Prince of Chumphon Campus, Chumphon Province.
- Prusky, D. N., Alkan, I., Miyara, S., Barad, M., Davidzon, I., Kobiler, S., Brown-Horowitz, A., Lichter, A., Sherman and Fluhr, R. (2010). Mechanisms modulation postharvest pathogen colonization of decaying fruits. In: Prusky, D. and Gullino, M. L. *Post-harvest Pathology*. Springer Dordrecht Heidelberg London New York, pp. 43-56.
- Purushotham, K. G., Arun, P., Jayarani, J. J., Vasanthakumari, R., Sankar, L. and Reddy, B. R. (2010). Synergistic *in vitro* antibacterial activity of *Tectona grandis* leaves with tetracycline. *International Journal of Pharmatech Research*, 2:519-523.
- Quoc, L. P. T. (2021). Physicochemical properties, chemical components, and antibacterial activity of *Melaleuca cajuputi* Powell essential oil leaves from Quang tri province, Vietnam. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 35:677-683.
- Sangeetha, G., Anandan, A. and Usha Rani, S. (2012). Morphological and molecular characterisation of *Lasiodiplodia theobromae* from various banana cultivars causing crown rot disease in fruits. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 45:475-486.
- Somnuek, S., Kongtragoul, P. and Jaenaksorn, T. (2023). Fungicide resistance of *Phytophthora palmivora* causing durian diseases in eastern and southern Thailand and the *in vitro* alternative control by cajeput leaf extracts. *International Journal of Agricultural Technology*, 19:703-720.
- Somnuek, S., Thipmanee, K. and Jaenaksorn, T. (2021). *In vitro* effect of *Callistemon viminalis* and *Melaleuca cajuputi* ethanolic extracts as botanical fungicide and insecticide. *International Journal of Agricultural Technology*, 17:2363-2374.
- Stanković, M. S., Stefanović, O., Comić, L., Topuzović, M., Radojević, I. and Solujić, S. (2012). Antimicrobial activity, total phenolic content, and flavonoid concentrations of *Teucrium species*. *Central European Journal of Biology*, 7:664-671.
- Sumthong, P., Damveld, R. A., Choi, Y. H., Arentshorst, M., Ram, A. F., Van Den Hondel, C. A. and Verpoorte, R. (2006). Activity of quinones from teak (*Tectona grandis*) on fungal cell wall stress. *Planta Medica*, 72:943-944.

- Sutrisno, S., Retnosari, R. and Asmaningrum, H. P. (2018). Profile of The Indonesian essential oil from *Melaleuca cajuput*. Proceedings of the Seminar Nasional Kimia - National Seminar on Chemistry. Advances in Engineering Research, 171:14-18.
- Tiwari, P., Kumar, B., Kaur, M., Kaur, G. and Kaur, H. (2011). Phytochemical screening and extraction: A review. Internationale Pharmaceutica Scientia 1: 98-106.
- Tongsri, V., Sanosomneng, K., Umrung, S. and Montri, N. (2022). Antagonistic activity of *Candida utilis* SCKU1 yeast against crown rot disease of 'Hom Thong' banana (*Musa acuminata*, AAA group). International Journal of Agricultural Technology, 18:1847-1868.
- Vawdrey, L. L., Langdon, P. and Martín, T. (2005). Incidence and pathogenicity of *Phytophthora palmivora* and *Pythium vexans* associated with durian decline in far northern Queensland. Australasian Plant Pathology, 34:127-128.
- Wardana, A. A., Tanaka, F. and Tanaka, F. (2021). Inhibition of *Botrytis cinerea* by alginate/cajuput essential oil and the composite's surface properties as potential antifungal coating. Materials Today: Proceedings, 45:5263-5268.
- Zhu, Z., Xiong, Z., Zou, W., Shi, Z., Li, S., Zhang, X., Liu, S., Liu, Y., Luo, X., Ren, J., Zhu, Z. and Dong, P. (2023). Anti-oomycete ability of scopolamine against *Phytophthora infestans*, a terrible pathogen of potato late blight. Journal of the Science of Food and Agriculture, 12717.

(Received: 10 September 2022, Revised: 25 July 2023, Accepted: 27 August 2023)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวสราลี สุวรรณดี
วันเดือนปีเกิด	6 มกราคม 2539
ภูมิลำเนา	5 ซ. เพชรเกษม 62/1 แยก2 แขวงบางแคเหนือ เขตบางแค กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2558 สำเร็จการศึกษา มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกรพิทักษ์ศึกษา กรุงเทพมหานคร ฯ พ.ศ. 2562 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้