ประสิทธิภาพของฟิล์มเซลลูโลสผสมไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* สาเหตุโรคผลเน่าในลองกอง

Efficacy of Cellulose Film Mixed with Microencapsulation of Essential Oils Inhibited *Lasiodiplodia theobromae* Causing Fruit Rot of Longkong

วิลาวรรณ์ เชื้อบุญ*, จิราภรณ์ ปักธงชัย, วรภัทร ลัคนทินวงศ์, พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์, อรประภา เทพศิลปวิสุทธิ์, พฤกษ์ ชุติมานุกูล และดุสิต อธินุวัฒน์

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

Wilawan Chuaboon*, Jiraporn Pakthongchai, Dusit Athinuwat, Phakpen Poomipan, Ornprapa Thepsilvisut and Preuk Chutimanukul

Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology,
Thammasat University, Rangsit Center

Received: March 10, 2022 ; Accepted: June 8, 2022

บทคัดย่อ

ประสิทธิภาพของไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคผลเน่าในลองกอง (Lasiodiplodia theobromae) ทดสอบด้วย Paper disc วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomize Design: CRD) พบว่า ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดผักชีลาวที่มีสารห่อหุ้มจาก GA ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราได้ดีที่สุด โดยมีขนาดโคโลนี เท่ากับ 2.30±1.75 เซนติเมตร รองลงมาเป็นไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากโป๊ยกั๊กที่มีสารห่อหุ้มจาก GA ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ และไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดผักชีลาวที่มีสารห่อหุ้มจาก GA ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีขนาดโคโลนี เท่ากับ 3.91±0.18 และ 4.03±0.03 เซนติเมตร ตามลำดับ ($p<0.05$) และที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดผักชีลาวที่มีสารห่อหุ้มจาก GA ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ยังคงประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญดีที่สุด (ขนาดโคโลนี 3.66±0.22 เซนติเมตร) และเมื่อทดสอบประสิทธิภาพของฟิล์มเซลลูโลสผสมไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหย โดยเคลือบผิวลองกองและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่า การใช้ฟิล์มเซลลูโลสผสมไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดผักชีลาวที่มีสารห่อหุ้มจาก GA ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลของเปลือก

**Corresponding author: wchuaboon@gmail.com*

ผลและหลุดร่วงของผลได้ดีกว่าชุดควบคุม โดยมีอายุการเก็บรักษานาน 5 วัน ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีอายุการเก็บรักษา 3 วัน

คำสำคัญ : โรคหลังการเก็บเกี่ยว; การควบคุมโรคพืช; สารสกัดจากพืช

Abstract

The efficacy of essential oil microcapsules in inhibiting the pathogenesis of rot fruit in longkong caused by *L. theobromae* testing with the Paper disc method, arrangement by a Completely randomized trial (CRD). The result was found that at 24 hours, 10% of essential oil microcapsules from dill seeds with GA encapsulation has the most antifungal efficacy with the diameter colony were 2.30±1.75 cm, followed by 10% anise and 5% dill essential oil microcapsules with GA encapsulation with colonies of 3.91±0.18 and 4.03±0.03 cm, respectively, were not statistically different ($P<0.05$). After incubated at 48-hour found that the 5%dill essential oil with GA encapsulation remained the most effective inhibitor of fungal growth with colony were 3.66±0.22 cm. The efficacy of film cellulose mixed with microcapsules of essential oil testing with spray coating and stored at room temperature. The longkong coated with film cellulose mixed with 10% of essential oil microcapsules from dill seeds with GA encapsulation had the longest storage life to 5 days while the control can be storage life for 3 days.

Keywords: Post-harvest diseases; plant disease control; plant extracts

1. บทนำ

โรคผลเน่า เป็นโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญของลองกอง (*Aglaia dookoo* Griff.) โดยมีเชื้อราสาเหตุ คือ *Lasiodiplodia theobromae* ลักษณะอาการของโรคคือ ผลเน่าเป็นจุดสีน้ำตาลเข้มลุกลามจากขั้วผลหรือบริเวณแผล ผลจะเน่าจากบริเวณแผลที่ได้รับเชื้อไปทั่วผลอย่างรวดเร็ว มีเส้นใยสีเทาดำปกคลุมบนผล เจริญฟูบนผล ผลจะเน่านิ่มและแห้งดำ ภายในผล เชื้อราเข้าทำลายเปลือกด้านนอกขยายลามเข้าไปถึงเปลือกด้านในอย่างรวดเร็ว เนื้อของลองกองเป็นสีน้ำตาลอ่อน เนื้อนิ่มเละ เปลือกภายในมีสีน้ำตาลแดงมีส่วนของเนื้อเละติดอยู่ส่วนเปลือกด้านใน การป้องกันสามารถทำได้โดยการจุ่มผลลองกองในคาร์เบนดาซิม ไอโพรไอโอนหรือไธอะเบนดาโซล แล้วเป่าแห้ง ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 11 องศาเซลเซียส (Postharvest and Processing Research and Development Division, 2014) ซึ่งการใช้สารเคมีเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว แต่ส่งผลกระทบต่อตัวผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม การใช้น้ำมันหอมระเหยจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการลดการใช้สารเคมี เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ แต่น้ำมันหอมระเหยมีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคได้ในระยะเวลาที่สั้น (Pakthongchai et al., 2020, 25-30) จึงมีการนำน้ำมันหอมระเหยเข้าสู่กระบวนการเอนแคปซูเลชันเพื่อยืดประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย กระบวนการเอนแคปซูเลชันเป็นกระบวนการห่อหุ้มสาร เช่น วิตามิน ยา

สารที่ถูกห่อหุ้มจะเป็นของแข็งหรือของเหลว เรียกว่า สารแกนกลาง (core) และถูกห่อหุ้มด้วยพอลิเมอร์ เรียกว่า สารห่อหุ้ม (shell) ให้อยู่ในรูปของแคปซูลขนาดเล็ก เรียกว่า ไมโครแคปซูล เพื่อการคงตัวของสารตลอดการ ใช้งานและเก็บรักษาได้นานยิ่งขึ้น (Sittipummongkol and Pechyen, 2018, 131-139) และนอกจากโรคหลังการเก็บเกี่ยวแล้ว ลองกองยังมีเปลือกที่บาง สามารถบอบช้ำได้ง่าย สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว มีการหลุดร่วงของช่อผลและการสูญเสียน้ำหนัก ซึ่งทำให้ลองกองเข้าสู่ระยะเสื่อมสภาพ (Inthajak et al., 2011, 87-90) จึงมีการใช้ฟิล์มในการเคลือบผลผลิตเพื่อลดความเสียหายและยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของลองกอง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคผลเน่าในลองกอง และพัฒนาฟิล์มผสมไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยเคลือบผลผลิตลองกองเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและป้องกันโรคผลเน่าของลองกอง

2. วิธีการ

2.1 การเก็บและแยกเชื้อสาเหตุโรคผลเน่าของลองกอง

ทำการแยกเชื้อ *L. theobromae* สาเหตุโรคผลเน่าลองกอง โดยนำลองกองจากตลาดค้าส่งสินค้าเกษตร ตลาดไท จ.ปทุมธานี ที่แสดงอาการโรคผลเน่าแยกเชื้อสาเหตุโรค ด้วยวิธี tissue transplanting โดยตัดเปลือกลองกองบริเวณที่เป็นโรคที่ติดต่อกับเนื้อเยื่อปกติเป็นชิ้นเล็กขนาดประมาณ 0.5 x 0.5 เซนติเมตร นำไปวางบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งเส้นใยของเชื้อราเจริญออกมาจากชิ้นส่วนของพืช แยกและเก็บเชื้อบริสุทธิ์เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2.2 การทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรคกับพืช

นำเชื้อราที่แยกได้บ่มที่อุณหภูมิห้อง 3-7 วัน หรือจนกว่าเชื้อราจะเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อและสร้างสปอร์ จากนั้นนำ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อนำไปทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรคบนลองกอง โดยฆ่าเชื้อที่ผิวลองกองด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ และเช็ดด้วยผ้าที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นนำเชื้อที่เจาะวางลงบนผิวลองกอง บ่มที่อุณหภูมิห้อง (25±3 องศาเซลเซียส) ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ ตรวจประเมินการเกิดโรครุนแรงหลังปลูกเชื้อ 7-10 วันหลังปลูกเชื้อ และนำลองกองที่แยกแสดงอาการโรคมาแยกเชื้ออีกครั้ง (re-isolation) บนอาหาร PDA และปลูกเชื้อลงบนลองกองอีกครั้งเพื่อยืนยันการเป็นสาเหตุโรคที่แท้จริง และตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อที่แยกได้เปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิง

2.3 การสกัดน้ำมันหอมระเหย

พืชเป้าหมาย 5 ชนิด ประกอบด้วย กานพลู (*Syzygium aromaticum* L.), เมล็ดผักชีลาว (*Anethum graveolens* L.), เมล็ดมะรุม (*Moringa oleifera* Lam.), เมล็ดยี่หร่า (*Ocimum gratissimum* L.) และโป๊ยกั๊ก (*Illicium verum*) ล้างทำความสะอาด อบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45-55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง เพื่อให้มีความชื้นสุดท้ายอยู่ระหว่าง 5-7 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้น นำพืชมาบดหยาบด้วยเครื่องบด จากนั้นสกัดน้ำมันหอมระเหยจะใช้วิธีการสกัดแบบกลั่นไอน้ำ

2.4 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคผลเน่าของลองกอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD นำน้ำมันหอมระเหยจากพืชมาทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราด้วยวิธี Paper disc ทดสอบบนอาหาร PDA โดยนำ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะลงบนเชื้อ วางชิ้นเชื้อราสาเหตุโรคบริเวณกลางอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นวางแผ่น paper disc ที่หยดด้วยน้ำมันหอมระเหย ปริมาณ 10 ไมโครลิตร 4 ตำแหน่ง ห่างจากขอบจานอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 เซนติเมตร บันทึกประสิทธิภาพการยังยั้งการเจริญของเชื้อราโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อราที่ระยะเวลา 24 และ48 ชั่วโมง การทดลองละ 10 ซ้ำต่อสารสกัดพืช เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ใส่ปัจจัยใด (negative control) หรือใช้สารเคมี carbendazim ตามอัตราแนะนำ 20-30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (positive control) แทนน้ำมันหอมระเหย วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาชนิดน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคผลเน่าในลองกอง วิเคราะห์เปรียบเทียบด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS version 21

2.5 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำมันหอมระเหยของพืชต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคผลเน่าของลองกอง

นำน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพสูงจากข้อ 4 ปรับระดับความเข้มข้นเป็น 0.5, 1, 5 และ10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อหาความเข้มข้นต่ำที่สุดในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรค ทดสอบด้วยวิธี Paper disc ทดสอบบนอาหาร PDA เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ใส่ปัจจัยใด หรือใช้สารเคมี carbendazim ตามอัตราแนะนำ แทนน้ำมันหอมระเหย วางแผนการทดลองแบบ 4x3x2 factorial in CRD ประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ 1) น้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด 3 ชนิด 2) ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 0.5, 1, 5, และ 10 เปอร์เซ็นต์ 3) ระยะเวลา ได้แก่ 24 และ 48 ชั่วโมง วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติโดยวิธี DMRT วิเคราะห์เปรียบเทียบด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS version 21

2.6 การเตรียมไมโครเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยจากพืช

คัดเลือกน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด มาเข้ากระบวนการเอนแคปซูลเลชัน เตรียมสารห่อหุ้ม (shell) จากพอลิเมอร์ 3 ชนิด ได้แก่ polyvinyl alcohol (PVA), gum arabic (GA) และ whey protein isolate (WPI) ละลายสารห่อหุ้มแต่ละชนิดในน้ำ DI ปริมาตร ทิ้งไว้ 1 คืน เติม Tween 80 ตามวิธีการดัดแปลงจาก Pakthongchai et al. (2020a, 257-263) และทำให้แห้งด้วยเครื่อง Freeze dried ที่ -20 องศาเซลเซียส (Sittipummongkol and Pechyen, 2018, 131-139)

2.7 การทดสอบประสิทธิภาพของไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *L. Theobromae*

นำไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 3 ชนิด ปรับระดับความเข้มข้นเป็น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อราด้วยวิธี Paper disc ทดสอบบนอาหาร PDA เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ใส่ปัจจัยใดและสารเคมี carbendazim ตามอัตราแนะนำ แทนน้ำมันหอมระเหย บันทึกประสิทธิภาพการยังยั้งการเจริญของเชื้อราโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อราที่ระยะเวลา 24 และ48 ชั่วโมง วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติโดยวิธี DMRT

วิเคราะห์เปรียบเทียบด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS version 21

2.8 การเตรียมฟิล์มเซลลูโลสจากฟางข้าว

นำฟางข้าวตัดชิ้นส่วนของพืชให้มีขนาดเล็กประมาณ 2-3 เซนติเมตร แล้วนำไปอบ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำมาต้มด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำเซลลูโลสที่ได้ไปอบที่ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง นำไปบดและร่อนโดยใช้รูตะแกรงขนาด 1.0 มิลลิเมตร นำผงเซลลูโลสไปเปลี่ยนเป็นฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ตามวิธีการดัดแปลงของ Suwijak et al. (2019, 56-61) โดยทำปฏิกิริยากับกรดคลอโรอะซิติกในไอโซโพรพิล และ 40 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ นาน 30 นาที แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3.5 ชั่วโมง จากนั้นเทส่วนที่เป็นของเหลวออกแล้วนำส่วนที่มีลักษณะเป็นเจลเติมด้วย 70 เปอร์เซ็นต์ เมทานอล รอตกตะกอน จากนั้นกรองเอาส่วนที่มีลักษณะเป็นเจลและล้างด้วย 70 เปอร์เซ็นต์ เอธานอล จำนวน 5 ครั้ง กรองเอาส่วนที่เป็นเจลล้างด้วยเมทานอล รอตกตะกอน แล้วทิ้งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 1 คืน ผงที่ได้ 15 กรัม เติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร มาเติมกลีเซอรอล ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร จะได้สารละลายฟิล์มพร้อมทำการเคลือบ

2.9 การทดสอบประสิทธิภาพของฟิล์มเซลลูโลสผสมไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยต่อการยืดอายุของผลผลิตลองกอง

นำลองกองที่มีความสมบูรณ์และไม่แสดงอาการของโรคใดๆ ล้างทำความสะอาดที่ผิวด้านนอก แล้วผึ่งให้แห้ง เพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป ทำการเคลือบผลลองกองด้วยวิธีการพ่น (hand spray) จากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ตรวจประเมินการเกิดโรค ความรุนแรงของโรค และการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลองกองทุก 24 ชั่วโมง โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 16 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 เคลือบผลลองกองด้วยสารละลายฟิล์มเซลลูโลสผสมไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหย

กรรมวิธีที่ 2 เคลือบผลลองกองด้วยสารละลายไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยผสมน้ำ

กรรมวิธีที่ 3 เคลือบผลลองกองด้วยสารสะลายฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

กรรมวิธีที่ 4 เคลือบผลลองกองด้วยสารสะลายฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสผสมสารเคมีคาร์เบนดาซิมตามอัตราแนะนำ

กรรมวิธีที่ 5 เคลือบผลลองกองด้วยสารเคมีคาร์เบนดาซิมตามอัตราแนะนำ

กรรมวิธีที่ 6 เคลือบผลลองกองด้วยสารละลายฟิล์มเซลลูโลสผสมน้ำมันหอมระเหย

กรรมวิธีที่ 7 เคลือบผลลองกองด้วยน้ำมันหอมระเหย

กรรมวิธีที่ 8 ชุดควบคุม (ไม่ใส่ปัจจัยใด)

กรรมวิธีที่ 9 เคลือบผลลองกองด้วยสารละลายฟิล์มเซลลูโลสผสมไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหย และพ่นเชื้อรา *L. theobromae* สาเหตุโรคผลเน่า

กรรมวิธีที่ 10 เคลือบผลลองกองด้วยสารละลายไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยผสมน้ำและพ่นเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่า

กรรมวิธีที่ 11 เคลือบผลลองกองด้วยสารสะลายฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสและพ่นเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่า

กรรมวิธีที่ 12 เคลือบผลลองกองด้วยสารสะลายฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสผสมสารเคมีคาร์เบนดาซิมและพ่นเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่า

กรรมวิธีที่ 13 เคลือบผลลองกองด้วยสารเคมีคาร์เบนดาซิมและพ่นเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่า

กรรมวิธีที่ 14 เคลือบผลลองกองด้วยสารละลายฟิล์มเซลลูโลสผสมน้ำมันหอมระเหยและพ่นเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่า

กรรมวิธีที่ 15 เคลือบผลลองกองด้วยน้ำมันหอมระเหยและพ่นเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่า
กรรมวิธีที่ 16 ชุดควบคุมและพ่นเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่า

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

3.1 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคผลเน่าของลองกอง

จากกการศึกษาประสิทธิภาพของพืช 5 ชนิด ได้แก่ กานพลู (*Syzygium aromaticum* L.),เมล็ดผักชีลาว (*Anethum graveolens* L.), เมล็ดมะรุม (*Moringa oleifera* Lam.), เมล็ดยี่หร่า (*Ocimum gratissimum* L.) และโป๊ยกั๊ก (*Illicium verum*) พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดยี่หร่าสามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคได้ดีที่สุด 100 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง และเมื่อระยะเวลา 48 ชั่วโมง พบว่า เชื้อรามีขนาดโคโลนีเท่ากับ 1.50±1.01 เซนติเมตร รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากโป๊ยกั๊ก ที่ระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง มีขนาดของโคโลนีเท่ากับ 0.83±0.72 และ 2.53±0.4 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีคาร์เบนดาซิมและน้ำ (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kamazeri et al. (2012, 202-209) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิด ในการควบคุมจุลินทรีย์ ได้แก่ *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* และ *Cyptococcus neoformans* พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นขาวมีฤทธิ์ในการต้านจุลินทรีย์ได้หลายชนิด เช่น *Bacillus cereus, Escherichia coli* และ *Candida albicans* และ

Table 1 Efficacy of essential oils from plants at 100% concentration inhibited *L. theobromae* causing fruit rot of Longkong

Treatment	Diameter of colony (cm)[1/]	
	24 hours	48 hours
Negative control (ddH_2O)	4.10±0.14^{e}	8.25±0.35^{d}
Positive control (carbendazim)	2.83±0.28^{d}	5.33±0.29^{c}
S. aromaticum	2.83±0.15^{d}	4.50±0.50^{bc}
A. graveolens	1.57±0.38^{c}	3.50±0.50^{b}
M. oleifera	4.20±0.10^{e}	8.33±0.58^{d}
O. gratissimum	0.00±0.00^{a}	1.50±1.01^{a}
I. verum	0.83±0.72^{b}	2.53±0.45^{b}

[1/] Means followed by the same letter in a column are not significantly different according to DMRT (p<0.05) with SPSS version 21.

จากการศึกษาความเข้มข้นเพื่อหาความเข้มข้นต่ำที่สุดที่สามารถยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคได้ พบความแตกต่างระหว่างชนิดน้ำมันหอมระเหย ระดับความเข้มข้น และระยะเวลา และพบอิทธิพลร่วมระหว่างน้ำมันหอมระเหย ความเข้มข้นและระยะเวลา จึงเปรียบเทียบความแตกต่างในแต่ละหน่วยทดลอง พบว่าที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยเมล็ดยี่หร่า และน้ำมันหอมระเหยจากโป๊ยกั๊ก ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคได้ดีที่สุด โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเท่ากับ 1.27±0.25 เซนติเมตร ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากโป๊ยกั๊กความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคโดยมีขนาดโคโลนีเท่ากับ 2.40±0.53 และ1.27±1.10 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับการ

Table 2 Efficacy of essential oils from plants at different concentrations inhibited fungal pathogen causing fruit rot of Longkong[1/]

Essential oil concentrations (%)	*A. graveolens* (cm)		*O. gratissimum* (cm)		*I. verum* (cm)	
	24-hr	48-hr	24-hr	48-hr	24-hr	48-hr
0.5	5.20±0.52^{de}	8.17±0.29^{f}	3.60±0.85^{c}	8.07±0.40^{f}	4.27±0.40^{cd}	8.17±0.28^{f}
1	4.67±0.76^{cd}	8.83±0.29^{f}	4.50±0.30^{cd}	8.67±0.28^{f}	4.25±0.35^{cd}	8.75±0.35^{f}
5	4.27±1.10^{cd}	8.50±0.87^{f}	4.30±0.35^{cd}	8.90±0.17^{f}	2.40±0.53^{b}	7.77±0.70^{f}
10	3.57±0.93^{c}	7.30±1.21^{f}	1.27±0.25^{a}	3.87±1.55^{c}	1.27±1.10^{a}	5.83±0.76^{e}

[1/] Means followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (p <0.05) with SPSS version 21.

Table 3 Efficacy of microcapsules at 5 and 10%concentrations inhibited fungal pathogen causing fruit rot of Longkong incubated at room temperature for 24 and 48 h[1/]

Treatment	Incubation time	
	24-h	48-h
Negative control (ddH_2O)	6.28±0.6^{f}	9.00±0.00^{c}
Positive control (carbendazim)	2.83±0.28^{a}	5.33±0.29^{b}
5% O. gratissimum in WPI shell	5.85±0.16^{ef}	9.00±0.00^{c}
5% *O. gratissimum* in GA shell	4.73±0.14^{cd}	9.00±0.00^{c}
5% I. verum in WPI shell	5.98±0.11^{ef}	9.00±0.00^{c}
5% *I. verum* in GA shell	4.83±0.14^{cd}	9.00±0.00^{c}
5% A. graveolens in WPI shell	6.18±0.03^{f}	9.00±0.00^{c}
5% *A. graveolens* in GA shell	4.03±0.03^{b}	6.80±0.48^{b}
10% O. gratissimum in WPI shell	4.85±0.28^{cd}	9.00±0.00^{c}
10% *O. gratissimum* in GA shell	4.20±0.47^{bc}	8.75±0.25^{c}
10% I. verum in WPI shell	5.30±0.40^{de}	8.91±0.08^{c}
10% *I. verum* in GA shell	3.91±0.18^{b}	9.00±0.00^{c}
10% A. graveolens in WPI shell	5.88±0.37^{ef}	9.00±0.00^{c}
10% *A. graveolens* in GA shell	2.30±1.75^{a}	3.66±0.22^{a}

[1/] Means followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (p <0.05) with SPSS version 21.

รายงานของ Ponghirantanachoke (2017, 120) ที่รายงานประสิทธิภาพของสารสกัดพืช 6 ชนิด พบว่าในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Collectotrichum musae* ทดสอบความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรค พบว่า สารสกัดกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 1, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีเทียบเท่าสารสกัดกานพลูเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีบริเวณยับยั้ง เท่ากับ 70.55, 71.11, 75.55 และ 78.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการใช้สารเคมีคาร์เบนดาซิม

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพของไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *L. Theobromae*

ประสิทธิภาพของไมโครแคปซูลจากน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด 2 สารห่อหุ้ม พบว่า ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดผักชีลาวที่มีสารห่อหุ้มจาก GA ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์และสารเคมีคาร์เบนดาซิมมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราได้ดีที่สุด โดยมีขนาดโคโลนีเชื้อราเท่ากับ 2.30±1.75 และ 2.83±0.28 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมาเป็นไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากโป๊ยกั๊กที่มีสารห่อหุ้มจาก GA ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ และไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดผักชีลาวที่มีสารห่อหุ้มจาก GA ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีขนาดโคโลนีของเชื้อราเท่ากับ 3.91±0.18 และ 4.03±0.03 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 3) พบว่า ที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดผักชีลาวที่มีสารห่อหุ้มจาก GA ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราได้ดีที่สุด โดยมีขนาดโคโลนีเชื้อราเท่ากับ 3.66±0.22 เซนติเมตร รองลงมาไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดผักชีลาวที่มีสารห่อหุ้มจาก GA ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ และสารเคมีคาร์เบนดาซิม โดยมีขนาดโคโลนีของเชื้อราเท่ากับ 6.80 และ 5.33±0.29 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dejsuk et al. (2011) ที่รายงานว่า การใช้ไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากดอกมะลิและใช้สารห่อหุ้มเป็นแป้งดัดแปร ในอัตราส่วน 10:90, 20:80 และ 30:70 ซึ่งทุกอัตราส่วนสามารถทำให้เชื้อ *Staphylococcus aureus* มีจำนวนลดลง นอกจากนี้ Wachiracharoenwong and Kampeerapappun (2015, 1-6) ยังได้มีการรายงานว่า ไมโครแคปซูลของน้ำมันหอมระเหยไพลในการทดสอบโดยใช้ปริมาตรเท่ากัน คือ 0.1 และ 1 มิลลิลิตร ซึ่งพบว่า ที่ปริมาตรไมโครแคปซูลของน้ำมันไพล 0.1 มิลลิลิตร ต่อเชื้อ 5 มิลลิลิตร สามารถยับยั้งแบคทีเรีย *Escherichia coli* ได้ 98.05 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *Bacillus cereus* ยับยั้งได้ 99.67 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อปริมาตรไมโครแคปซูลของน้ำมันหอมระเหยไพล 1 มิลลิลิตร ต่อเชื้อ 5 มิลลิลิตร สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิดได้ 99.99 เปอร์เซ็นต์

3.3 การทดสอบประสิทธิภาพของฟิล์มเซลลูโลสผสมไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยต่อการยืดอายุของผลผลิตลองกอง

ประสิทธิภาพของฟิล์มเซลลูโลสผสมไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยต่อการยืดอายุของผลผลิตลองกอง พบว่า การใช้ฟิล์มเซลลูโลสผสมไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดผักชีลาวสามารถชะลอการหลุดร่วงของผลและลดการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกได้ดีกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 5 วัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pithakpol et al. (2016, 589-595) รายงานว่า การเคลือบผิวลองกองด้วยคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากผักตบชวา ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การร่วงของช่อผลลองกอง การเกิดโรค การเกิดสีน้ำตาลของผิวเปลือกด้านนอก ช่วยรักษาคุณภาพหลังการเก็บ

เกี่ยวได้ดีกว่าชุดควบคุม นอกจากนี้ Pianpumepong et al. (2014, 19-31) มีการรายงานการเคลือบผิวน้อยหน่าพันธุ์เพชรปากช่องด้วยสารห่อหุ้มผิวจากไคโตซานสามารถยืดอายุการเก็บรักษา ลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของน้อยหน่า ชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่ากรรมวิธีควบคุม ส่วนในกรรมวิธีควบคุมเริ่มมีการหลุดร่วงของผลและผลเริ่มเละในวันที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pithakpol et al. (2014) โดยพบว่าลองกองเริ่มมีการหลุดร่วงของช่อผลที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3-6 วัน และจะมีการหลุดร่วงเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเก็บรักษาที่นานขึ้น ส่วนกรรมวิธีที่ใช้น้ำมันหอมระเหยเพียงอย่างเดียวและฟิล์มเซลลูโลสผสมน้ำมันหอมระเหยพบว่าเปลือกของลองกองเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แห้ง และแข็ง หลังทำการเคลือบ มีการหลุดร่วงของผลและผลเริ่มเละในวันที่ 4 อย่างไรก็ตามการเคลือบด้วยฟิล์มเซลลูโลสไม่ได้มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids)

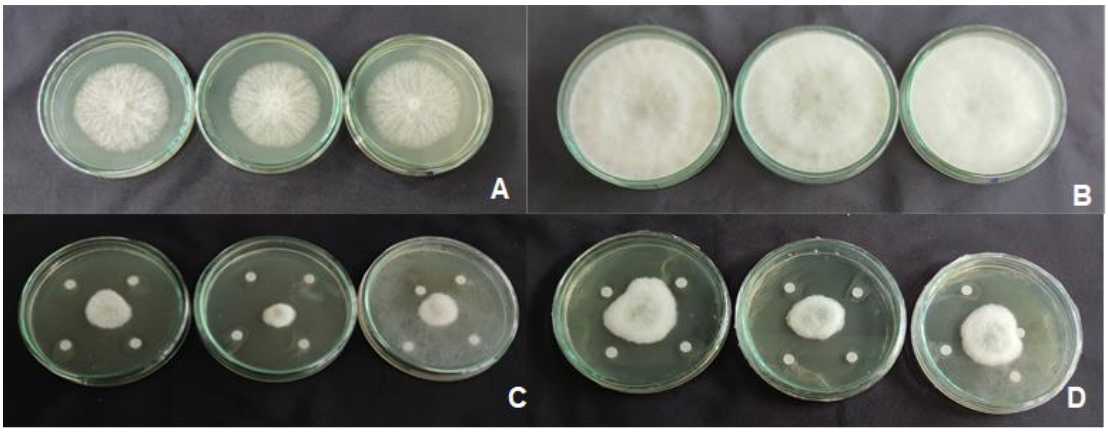

Figure 1. Efficacy of essential oil in microcapsules inhibited fungal pathogen causing fruit rot of Longkong incubated at room temperature for 24 and 48 h, control treatment for 24-h (A) and 48 h (B), 10% *A. graveolens* in GA shell for 24 h (C), and 10% *A. graveolens* in GA shell for 48 h.

Figure 2. Efficacy of essential oil in microcapsule inhibited fruit rot of Longkong, coated with film cellulose mixed with 10% of essential oil microcapsules from dill seeds with GA encapsulation (A, B, C) compared with control treatment (D, E and F) at 1, 3, 5-day after incubated, respectively.

4. สรุป

ประสิทธิภาพของไมโครแคปซูลจากน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดผักชีลาวที่มีสารห่อหุ้มจาก GA ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา *L. theobromae* สาเหตุโรคผลเน่าในลองกองได้ดีและให้ประสิทธิภาพการควบคุมได้ยาวนานมากกว่าน้ำมันหอมระเหยที่ไม่กักเก็บในไมโครแคปซูล และการใช้ฟิล์มเซลลูโลสผสมไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดผักชีลาวที่มีสารห่อหุ้มจาก GA ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลและหลุดร่วงของผล โดยมีอายุการเก็บรักษานาน 5 วัน ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีอายุการเก็บรักษา 3 วัน ดังนั้น การประยุกต์ใช้ฟิล์มเซลลูโลสผสมไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการยืดอายุของผลลองกองและนอกจากนี้ยังต้องมีการศึกษาเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นอีกด้วย

5.กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์แห่งความเป็นเลิศทางวิชาการด้านนวัตกรรมการเกษตรตลอดห่วงโซ่อุปทานและคุณค่าแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่สนับสนุนผู้ช่วยวิจัยและงบประมาณบางส่วน

6. References

Dejsuk, N., Vongsawasdi, P., Nopharatana, M., Phadthong, C. & Punyamoonwongsa T. (2011). Effect of jasmine-essential oil encapsulated in modified starch on the survival of *Staphylococcus aureus* inoculated in Lookchup. *The 49th Kasetsart University Annual Conference: Agro-Industry* (pp. 484-456). (in Thai)

Inthajak, N., Sirichote, A., Suanphairoch, S. & Puengphian C. (2011). Changes of quality and respiration rate of Longkong (*Lansium domesticum* Corr.) fruits after harvest and at the senescent stage. *Agricultural Sci. J.*, 42(1), 87-90. https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=TH2021000339 (in Thai)

Kamazeri, T.S.A.T., Samah, O.A., Taher, M., Susanti, D. & Qaralleh, H. (2012). Antimicrobial activity and essential oils of *Curcuma aeruginosa*, *Curcuma mangga*, and *Zingiber cassumunar* form Malaysia. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 5(3), 202-209. DOI: 10.1016/S1995-7645(12)60025-X

Pakthongchai, J. & Chuaboon, W. (2020a). Development of essential oil micro-capsule for preserving shelf-life of agricultural products, *The 3rd National Conference on Science: Technology and Innovation* (pp. 257-263). Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. (in Thai)

Pakthongchai, J., Athinuwat, D. & Chuaboon, W. (2020b). Efficiency of essential oils on inhibition of pathogenic fungus causing fruit rot of Longkong after harvesting. *The 7th King Mongkut' s Agriculture Conference (KMAC2020)* (pp. 25-30). King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (in Thai)

Pianpumepong, P., Rarai, N. & Meeklangsaen, W. (2014). Application of edible chitosan film for post-harvest shelf life of *Annona*

Squamosal Linn. Petch pakchong variety. *RMUTI Journal Science and Technology,* 8(3) , 19- 31. https: / / ph01. tci-thaijo. org/ index. php/ rmutijo/ article/ view/44893 (in Thai)

Pithakpol, W., Peerae, W., Pojanataree, P. & Vorapunthu, S. (2016) . Effect of Carboxymethyl cellulose from water hyacinth on postharvest quality of Longkong. *Khon kaen agr. J.* 44 (Suppl 1), 879- 886. ag2. kku. ac. th/ kaj/ PDF. cfm? filename= P083% 20Hor372. pdf&id= 2463&keeptrack=2 (in Thai)

Pithakpol, W., Soisom, S. & Nimitkeatkai, H. (2014) . Effect of methyl jasmonate fumigation and chitosan coating on postharvest quality of longkong fruits. *Khon kaen agr. J.* 42(Suppl 1) , 589- 595. https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename =P551.pdf&id=1354&keeptrack=6 (in Thai)

Ponghirantanachoke, N. (2017) . Developing a packaging prototype with binding plant extract for exporting organic cavendish banana. (Master Degree) , Thammasat University, Faculty of Science and Technology, Department of Agricultural Technology. (in Thai)

Postharvest and Processing Research and Development Division. (2014) . Post-harvest diseases of fruits. Chamchuree Products CO., LTD., Bangkok. 129 p. (in Thai)

Sittipummongkol, K. & Pechyen, C. (2018) . Production, characterization and controlled release studies of biodegradable polymer microcapsules incorporating neem seed oil by spray drying. *Food Packaging and Shelf Life.* 18, 131- 139. Doi:10.1016/J.FPSL.2018.09.001

Suwijak, S., Athinuwat, D. & Chuaboon, W. (2019). Development of cellulose thin film mixed with beneficial bacteria to prolong shelf life of sweet pepper. Science Journal Chandrakasem Faculty of Science Chandrakasem Rajabhat University 29(3) , 56-61. file:///C:/Users/User/Downloads/5-Article%20Text-17-1-10-20210723.pdf (in Thai)

Wachiracharoenwong,K.& Kampeerapappun,P. (2015). Antibacterial and tick repellent properties of microcapsules containing plai oil. UTK *research journal* 9(2),1-6. http://dspace.rmutk.ac.th/handle/123456789/153 (in Thai)