

ราสาเหตุโรคผลเน่าของเงาะ (*Nephelium lappaceum* L.)

และการควบคุมโรคโดยใช้กรดซาลิไซลิก

Fungal Pathogens of Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.)

Fruit Rot and Disease Control Using Salicylic Acid

กัลยลักษณ์ เสนาะสำเนียง, นภลภัส บุษบงก์,

สมศิริ แสงโชติ^a และวีระณีย์ ทองศรี^{a*}

ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

จักรพงษ์ หรั่งเจริญ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220

Kanyalak Sanosomneng, Noplapat Bussabong,

Somsiri Sangchote^a and Veeranee Tongsrir^{a*}

Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University,

Bangkheng Campus, Ladyao, Chatuchak, Bangkok, 10900

Chakrapong Rangjaroenb,

Department of Agricultural Management Technology Faculty of Science and Technology, Phranakorn

Rajabhat University, Chaengwattana Road, Anusawaree, Bangkok, Bangkok 10220

บทคัดย่อ

เงาะเป็นผลไม้ที่มีอายุหลังการเก็บเกี่ยวสั้นและมักเกิดการเน่าเสียของผลเงาะสด เนื่องจากการเข้าทำลายของราหลายชนิด ภายหลังจากการเก็บเกี่ยว งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกราสาเหตุโรคผลเน่าของเงาะ และทดสอบประสิทธิภาพของกรดซาลิไซลิกต่อการควบคุมโรคผลเน่าของเงาะพันธุ์โรงเรียนจากแหล่งปลูกในภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด ผลการทดลองพบว่าสกุลราที่ตรวจพบมากที่สุดตามลำดับ คือ *Gliocephalotrichum* spp. (68.8 %), *Pestalotiopsis* spp. (62.8 %) และ *Lasmenia* spp.

^aศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ถนนศรีอยุธยา แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

*ผู้รับผิดชอบบทความ : fagrvt@ku.ac.th

doi: 10.14456/tstj.2020.96

(53.0 %) การทดสอบความสามารถในการก่อโรคของราเหล่านี้พบว่า *Gliocephalotrichum* LKS-GB3 ก่อให้เกิดโรครุนแรงที่สุด และการคัดเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมของกรดซาลิไซลิกเพื่อใช้ในการควบคุมโรคผลเน่าของเงาะพบว่าเงาะที่จุ่มในสารละลายที่ระดับความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ สามารถชะลอการเกิดอาการผลเน่าตามธรรมชาติให้ช้าลงเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่น และเมื่อใช้สารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้นดังกล่าวควบคุมโรคผลเน่าของเงาะที่ปลูกในสวนเห็ดโรค พบว่ากรดซาลิไซลิกยับยั้งการเกิดโรคผลเน่าจาก *Gliocephalotrichum* LKS-GB3 ตีกว่าโรคผลเน่าที่เกิดจาก *Lasmenia* TKS-1 โดยยับยั้งได้ 30.3 และ 13.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ยับยั้งความรุนแรงของโรคได้ไม่ต่างกัน (20 และ 27.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ซึ่งกลไกในการควบคุมโรคของกรดซาลิไซลิกจะได้ศึกษาต่อไป

คำสำคัญ : โรคผลเน่าของเงาะ; รากลีโอเซฟาโลตริคัม; ราลาสมีเนีย; การเกิดโรค; ความรุนแรงของโรค

Abstract

Rambutan is a short storage period fruit and often rot damage of fresh fruits are infected by several species of fungi after harvested. This study aimed to investigate the fungal agents of rambutan fruit rot and to evaluate the efficiency of salicylic acid on controlling the disease. Rambutan fruits cv. Rongrein were obtained from eastern growing area, i.e. Rayong, Chanthaburi and Trat provinces. The results revealed that the most commonly detected fungi in decayed fruits were *Gliocephalotrichum* spp. (68.8 %), *Pestalotiopsis* spp. (62.8 %) and *Lasmenia* spp. (53.0 %), respectively. For pathogenicity test, *Gliocephalotrichum* LKS-GB3 was the most virulent. The optimum concentration of salicylic acid at 1 mM was selected for controlling the disease due to this concentration could delay disease incidence by natural infection when compared with other concentrations. It also displayed inhibitory effects on diseased fruit inoculated by *Gliocephalotrichum* LKS-GB3 and *Lasmenia* TKS-1. Salicylic acid at 1 mM had higher efficiency on reducing disease incidence of the fruit inoculated by *Gliocephalotrichum* than those of the fruit inoculated by *Lasmenia*, as 30.3 and 13.3 %, respectively. Additionally, it had similar effect on decreasing disease severity on both of inoculated fruits, as 20 and 27.1 %, respectively. The mechanism of salicylic acid on controlling the disease will be discussed.

Keywords: rambutan fruit rot; *Gliocephalotrichum*; *Lasmenia*; disease incidence; disease severity

1. บทนำ

เงาะ (*Nephelium lappaceum* Linn.) เป็นไม้ผลเขตร้อน อยู่ในวงศ์ Sapindaceae มีรสชาติหวานอร่อย จึงเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและ

ต่างประเทศ โดยเฉพาะเงาะพันธุ์โรงเรียน ปัจจุบันประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตและส่งออกเงาะรายใหญ่ของโลก โดยแหล่งผลิตอันดับต้น ๆ อยู่ในภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ตราด และระยอง

โดยทั่วไปการผลิตเงาะมักมีปัญหาความสูญเสียจากการมีอายุในการวางจำหน่ายสั้น เพราะผลเงาะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของเนื้อเยื่อพืชอย่างรวดเร็วกว่าผลไม้ชนิดอื่น ๆ [1,2] ประกอบกับเกิดการเน่าเสียของผลเงาะสดจากการเข้าทำลายของจุลินทรีย์หลายชนิดภายหลังการเก็บเกี่ยว จึงยิ่งทำให้ผลเงาะมีอายุในการเก็บรักษาสั้นมากขึ้น ซึ่งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคนั้นพบว่าสามารถเข้าทำลายผลเงาะตั้งแต่อยู่ในแปลง โดยส่วนใหญ่มักเป็นกลุ่มของรา ด้วยเหตุนี้จึงมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดราในการควบคุมโรคผลเน่าของเงาะมาอย่างยาวนาน เช่น มีการใช้สาร benomyl และ dichloran ควบคุมโรคผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยว แต่พบว่าเฉพาะสาร benomyl เท่านั้นที่ควบคุมโรคผลเน่าของเงาะได้ [3] นอกจากนี้ยังมีรายงานการจุ่มผลเงาะในสาร benomyl และ iprodione ที่ความเข้มข้น 500 ppm แล้วตามด้วย procloraz ที่ความเข้มข้น 250 ppm เป็นเวลา 30 นาที สามารถลดโรคผลเน่า 42 เปอร์เซ็นต์ [4] อย่างไรก็ตาม การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลผลิตด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดราก็พบปัญหาการตกค้างของสารเคมีบนผลผลิต ดังนั้นการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลผลิตหลายชนิดจึงมีการนำสารเคมีในกลุ่มที่มีความปลอดภัย (generally recognized as safe compound) มาใช้ในการควบคุมโรคผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยวกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสารเคมีในกลุ่มดังกล่าวผ่านการรับรองโดยองค์การอาหารและยา (Food and Drug Administration, FDA) ว่าสามารถเติมลงไปในการรับประทานได้อย่างปลอดภัย จึงทำให้เกิดการตกค้างบนผลผลิตน้อยหรือไม่ตกค้างเลย ซึ่งทำให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค [5] กรดซาลิไซลิกจัดเป็นกรดอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่พบได้ในพืชชั้นสูงทั่วไป และจัดเป็นสารเคมีที่มีความปลอดภัยในการนำมาควบคุมโรคพืชหลายชนิด มีความเกี่ยวข้องในกระบวนการต่าง ๆ ภายในพืช เช่น

การสังเคราะห์ด้วยแสง การเปิด-ปิดของปากใบ การแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างเซลล์ การงอกของเมล็ด และการกระตุ้นความต้านทานโรคในพืช [6] กรดซาลิไซลิกนี้ได้นำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพและโรคหลังการเก็บเกี่ยวของไม้ผลหลายชนิด ได้แก่ กล้วย กีวี แพร์ ส้ม แอปเปิ้ล มะเขือเทศ และท้อ [7-13] โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ การนำกรดซาลิไซลิกมาควบคุมโรคผลเน่าภายหลังการเก็บเกี่ยวของเงาะ เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมโรคของเงาะและไม้ผลหลังการเก็บเกี่ยวชนิดอื่น ๆ ต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเก็บตัวอย่างและแยกราสาเหตุโรคผลเน่าของเงาะ

ซื้อผลเงาะพันธุ์โรงเรียนจากแหล่งปลูกในภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ตราด และระยอง จังหวัดละ 3 สวน นำมาวางในตะกร้า ตะกร้าละ 50 ผล บ่มไว้เป็นเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) สังเกตลักษณะอาการผลเน่าที่เกิดตามธรรมชาติ และบันทึกเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค จากนั้นแยกเชื้อด้วยวิธี tissue transplanting technique เพื่อให้ได้ราบริสุทธ์ โดยตัดเนื้อเยื่อบริเวณรอยต่อระหว่างผลและเนื้อเยื่อปกติ ขนาด 3x3 มิลลิเมตร ฆ่าเชื้อบริเวณผิวรอบนอกด้วย 10 % Clorox (v/v) เป็นเวลา 5 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง ผึ่งให้แห้งในตู้ปลอดเชื้อ ย้ายชิ้นส่วนพืชวางลงบนจานอาหาร potato dextrose agar (PDA) บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ตัดส่วนรอบนอกโคโลนีของราที่เจริญออกมาจากชิ้นพืชมาเลี้ยงบนอาหารใหม่ และเก็บในหลอดอาหารเอียง (slant agar) เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2.2 การทดสอบการก่อโรคของรา

คัดเลือกตัวแทนราที่แยกได้ และพบมากที่สุด

สุด 10 ไอโซเลท มาทดสอบความสามารถในการก่อโรค โดยล้างผลเงาะในระยะเปลือกสีส้มแดงและขนสีเขียวในน้ำประปา และ 1 % Clorox (v/v) ตามลำดับ แล้วล้างน้ำสะอาดอีกหนึ่งครั้ง ผึ่งให้แห้ง วางขึ้นวุ้นของรา (เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร) ลงบนผิวเปลือกของผลเงาะที่เจาะด้วยเข็ม 1 แผล ความลึก 1 มิลลิเมตร บ่มผลเงาะในตะกร้าขึ้น (ความชื้นสัมพัทธ์ 85 %) ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเจาะรูที่ถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร 6 รู แล้วบ่มต่อจนกว่าจะปรากฏอาการ วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 30 ผล บันทึกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแผล คัดเลือกไอโซเลทของราที่ก่อโรคมารใช้ในการทดลองต่อไป

2.3 การคัดเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมของกรดซาลิไซลิกเพื่อใช้ในการควบคุมโรคผลเน่าของเงาะ

จุ่มผลเงาะในสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 5 ระดับ ได้แก่ 0, 0.5, 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 5 นาที เก็บผลเงาะไว้ในตะกร้าขึ้น เป็นเวลา 7 วัน วางแผนการทดลองแบบ CRD 3 ซ้ำ ซ้ำละ 30 ผล บันทึกเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค คัดเลือกระดับความเข้มข้นสูงสุดของกรดซาลิไซลิกที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2.4 ผลของกรดซาลิไซลิกต่อการควบคุมโรคผลเน่าของเงาะ

ฆ่าเชื้อที่ผิวของผลเงาะ (ระยะเปลือกสีส้มแดงและขนสีเขียว) โดยใช้ 10 % Clorox (v/v) และล้างด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ ผึ่งให้แห้ง จุ่มผลเงาะในสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้นในข้อ 2.3 เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นผึ่งให้แห้งและปลูกราสาเหตุโรคที่ก่อให้เกิดโรคมากที่สุดด้วยสปอร์แขวนลอย (10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร) หยดลงบนผลที่ผ่านการทำแผล 1 แผลต่อผล ปริมาตร 20 ไมโครลิตร บ่มผลเงาะในตะกร้าขึ้น

เป็นเวลา 5 วัน วางแผนการทดลองแบบ CRD 3 ซ้ำ ซ้ำละ 30 ผล สังเกตลักษณะอาการของโรคที่ปรากฏบนทีกเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงของโรคเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (จุ่มน้ำกลั่น) และสารเคมีป้องกันกำจัดรา Luna[®] Sensation (Bayer, Australia) ด้วยสูตร $DI (\%) = [(D_1 - D_2) \div D_1] \times 100$ โดย DI คือ เปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเกิดโรคหรือความรุนแรงของโรค; D_1 คือ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคหรือความรุนแรงของโรคในชุดควบคุม; D_2 คือ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคหรือความรุนแรงของโรคในกรดซาลิไซลิกหรือสารเคมีป้องกันกำจัดรา

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 การเก็บตัวอย่างและแยกราสาเหตุโรคผลเน่าของเงาะ

การแยกราสาเหตุโรคผลเน่าของเงาะพันธุ์โรงเรียนจากแหล่งปลูก 3 จังหวัด ทางภาคตะวันออกของประเทศไทย พบราทั้งหมด 7 สกุล ซึ่งจำแนกโดยอาศัยลักษณะสัณฐานวิทยา ได้แก่ *Colletotrichum* spp., *Gliocephalotrichum* spp., *Lasmenia* spp., *Lasiodiplodia* spp., *Pestalotiopsis* spp., *Phoma* spp., และ *Phomopsis* spp. โดยราที่พบมากที่สุด คือ *Gliocephalotrichum* spp., *Pestalotiopsis* spp. และ *Lasmenia* spp. ตามลำดับ (รูปที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานในประเทศไทยปี พ.ศ. 2526 ที่พบว่าผลเงาะที่เก็บจากแหล่งปลูกทางภาคตะวันออกและภาคใต้ มักพบว่ามีราเข้าทำลายของราสกุล *Pestalotiopsis* และเมื่อผลเงาะมีอายุมากขึ้น มักพบราสกุลอื่น ๆ เข้าทำลายร่วมด้วยเสมอ เช่น *Gliocephalotrichum* spp., *Phomopsis* spp., *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae* และ *Phytophthora botryosa* [3,4] ในทำนองเดียวกันกับรายงานจากฮาวายที่พบว่าโรคผล

เน่าของเงาะเกิดจากราหลายสกุล ได้แก่ *Lasmenia* sp., *Colletotrichum* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Gliocephalotrichum simplex* และ *Phomopsis* sp. [14] โดยราเหล่านี้ก่อให้เกิดอาการผลเน่า ซึ่งจะเริ่ม

ปรากฏอาการจุดน้ำสีน้ำตาลถึงดำที่บริเวณขั้วหรือผิวของผล แล้วแผลจะขยายลุกลามและเน่าเป็นสีดำ ทำให้เกิดความเสียหายในระยะหลังการเก็บเกี่ยวเป็นจำนวนมาก

Pathogen detection (%)

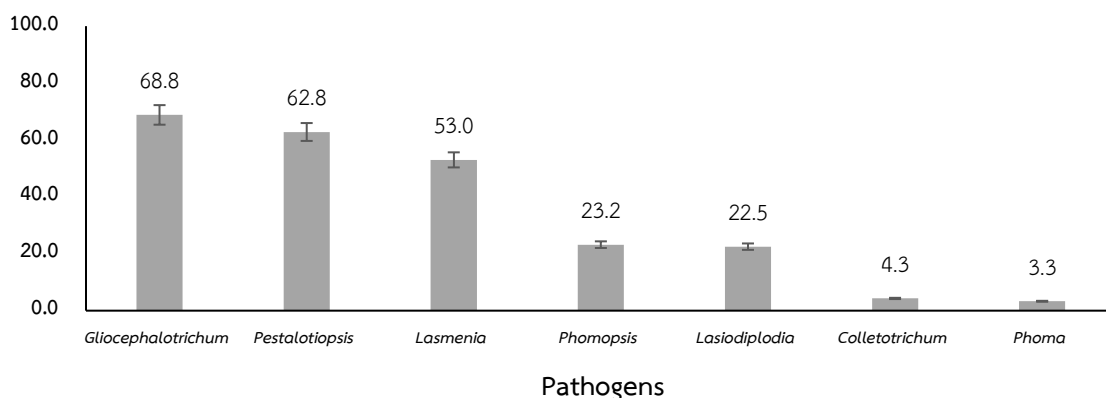


Figure 1 Percentages of fungal pathogen detection isolated from 'Rongrein' rambutan fruit rot. The fruits obtained from growing areas in eastern Thailand.

Table 1 The severity of 'Rongrein' rambutan fruit rot after inoculation with various isolates of fungi. Inoculated fruits were incubated at room temperature (25-30 °C) for 4 days.

Genera of fungi	Isolated names	Lesion diameter (cm)*
<i>Gliocephalotrichum</i> sp.	LKS-GB3	4.55 ^a
<i>Gliocephalotrichum</i> sp.	MK-GB1	1.04 ^b
<i>Gliocephalotrichum</i> sp.	LKS-GB2	0.94 ^c
<i>Lasmenia</i> sp.	TKP-2	1.22 ^b
<i>Lasmenia</i> sp.	TB-1	1.13 ^b
<i>Lasmenia</i> sp.	CMK-1	1.09 ^b
<i>Lasmenia</i> sp.	TKS-1	1.08 ^b
<i>Lasmenia</i> sp.	CK-1	1.05 ^b
<i>Lasmenia</i> sp.	RM-3	0.78 ^c
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	LKS-T1	0.29 ^c

* The mean values followed by the same character is not statistically different at the confidence level $p < 0.05$ by DMRT method.

3.2 การทดสอบการก่อโรคของรา

คัดเลือกตัวแทนราที่พบมากที่สุด 3 ลำดับแรก คือ *Gliocephalotrichum* spp. 3 ไอโซเลท (LKS-GB3, MK-GB1 และ LKS-GB2) *Pestalotiopsis* sp. 1 ไอโซเลท (LKS-T1) และ *Lasmenia* spp. 6 ไอโซเลท (TKP-2, TB-1, CMK-1, TKS-1, CK-1 และ RM-3) มาทดสอบการก่อโรคบนผลเงาะ พบว่ารากทั้ง 10 ไอโซเลท สามารถก่อให้เกิดโรคกับผลเงาะต่างกัน โดย *Gliocephalotrichum* LKS-GB3 มีความสามารถในการก่อโรครุนแรงที่สุด มีเส้นผ่านศูนย์กลางแผล 4.55 เซนติเมตร ที่ 3 วันหลังการปลูกเชื้อ (ตารางที่ 1 และรูปที่ 2) โดยสอดคล้องกับการศึกษาของ Thuwachote ที่พบว่าการปลูก *G. bulbilium* ด้วยชิ้น

วุ้นบนผลเงาะสามารถทำให้เกิดโรคผลเน่าหลังจากปลูกเชื้อ 5 วัน และจะแสดงอาการรุนแรงในวันที่ 8 ของการปลูกเชื้อ [15] ในทำนองเดียวกันกับการศึกษาของ Viwitjinda ที่พบว่าการปลูกเชื้อ *G. bulbilium* โดยการหยดสปอร์แขวนลอยลงบนผลเงาะพันธุ์สีชมพูและโรงเรียนทั้งทำแผลและไม่ทำแผล ทำให้แสดงอาการผลเน่าได้เช่นเดียวกัน ซึ่งผลเงาะพันธุ์สีชมพูที่ผ่านการทำแผลแสดงอาการรุนแรงมากที่สุด [16] ขณะที่การปลูกเชื้อ *Lasmenia* sp. โดยใช้สปอร์แขวนลอยและชิ้นวุ้นของราบนผลเงาะทั้งที่ทำแผลและไม่ทำแผลก็สามารถทำให้เกิดโรคผลเน่าภายใน 5 วันหลังการปลูกเชื้อ โดยแสดงอาการฉ่ำน้ำและแผลขยายลึกลงไปจนถึงเยื่อหุ้มเมล็ดของผลเงาะ [17]

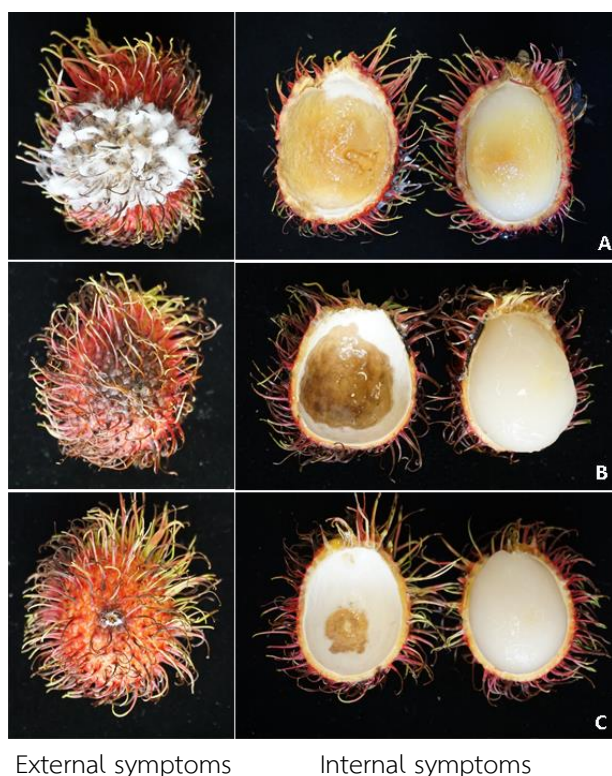


Figure 2 Symptom characteristics of ‘Rongrein’ rambutan fruit rot after inoculation with various genera of fungi; (A) *Gliocephalotrichum* LKS-GB3, (B) *Lasmenia* sp. TKP-2 and (C) *Pestalotiopsis* LKS-T1. Inoculated fruits were incubated at room temperature (25-30 °C) for 4 days.

3.3 การคัดเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมของกรดซาลิไซลิกเพื่อใช้ในการควบคุมโรคผลเน่าของเงาะ

การจุ่มผลเงาะในสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 5 นาที และเก็บผลเงาะที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน พบว่าเงาะเริ่มแสดงอาการผลเน่าในวันที่ 3 หลังจากจุ่มสารละลายที่ความเข้มข้น 2 และ 3 มิลลิโมลาร์ โดยพบผลเงาะเน่า 3.3 % และเพิ่มขึ้นเป็น 6.7 % ในวันที่ 4 ส่วนผลเงาะที่จุ่มในสารละลายที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1 มิลลิโมลาร์ สามารถชะลอการเกิดอาการผลเน่าให้ช้าลง โดยเริ่มแสดงอาการที่ 5-6 วันหลังการจุ่มสาร ส่วนของสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น (4 และ 5 มิลลิโมลาร์) กลับทำให้เงาะแสดงอาการผลเน่ามากขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษายาวนานขึ้น (ตารางที่ 2) กรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้นสูงเกินไปจะทำให้พืชเกิดสภาพเครียดและเนื้อเยื่ออ่อนแอ โดยพบว่ากรดซาลิไซลิกนั้นมีกลไกที่ทำให้เกิดการตายของเซลล์พืช [18] ทำให้

ให้ง่ายต่อการเข้าทำลายของรา สอดคล้องกับรายงานที่ผ่านมาที่พบว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมของกรดซาลิไซลิกต่อการนำไปใช้กับสตรอเบอรี่ คือ 1-2 มิลลิโมลาร์ ส่วนที่ความเข้มข้น 4 มิลลิโมลาร์ เป็นความเข้มข้นที่สูงเกินไปจนทำลายเนื้อเยื่อของผลสตรอเบอรี่ โดยทำให้เซลล์พืชมีการหายใจและสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มมากขึ้น [19] ดังนั้นผลการทดลองข้างต้นจึงได้คัดเลือกสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ระดับความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ ซึ่งเป็นความเข้มข้นสูงสุดที่ทำให้เงาะเกิดอาการผลเน่าช้ากว่าที่จุ่มในความเข้มข้นอื่น ๆ มาใช้ในการทดลองต่อไป

3.4 ผลของกรดซาลิไซลิกต่อการควบคุมโรคผลเน่าของเงาะ

การจุ่มผลเงาะในสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ระดับความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ และปลูกเชื้อที่ใช้เป็นตัวแทนในการศึกษา คือ *Gliocephalotrichum* LKS-GB3 ซึ่งเป็นไอโซเลทที่ก่อโรครุนแรงที่สุด และ *Lasmenia* TKS-1 โดยวิธีหยดสปอร์แขวนลอยลงบนผลเงาะที่ผ่านการทำแผลแล้วบ่มผลเงาะที่อุณหภูมิห้อง

Table 2 Percentages of disease incidence after dipping rambutan fruit in various concentrations of salicylic acid. Treated fruits were stored at room temperature (25-30 °C) for 7 days.

Treatments	Disease incidence (%)*						
	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7
Distilled water	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	13.3 ^b	30.0 ^b	65.0 ^c
0.5 mM salicylic acid	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	6.7 ^a	40.0 ^a
1.0 mM salicylic acid	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	13.3 ^b	26.7 ^b	73.3 ^e
2.0 mM salicylic acid	0.0 ^a	0.0 ^a	3.3 ^b	6.7 ^b	26.7 ^c	40.0 ^c	53.3 ^b
3.0 mM salicylic acid	0.0 ^a	0.0 ^a	3.3 ^b	6.7 ^b	26.7 ^c	43.3 ^d	70.0 ^d
4.0 mM salicylic acid	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	20.0 ^c	50.0 ^e	83.3 ^f
5.0 mM salicylic acid	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	50.0 ^d	86.7 ^f	98.0 ^g

* The mean values followed by the same character in a column is not statistically different at the confidence level $p < 0.05$ by DMRT method.

(25-30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 4 วัน พบว่ากรดซาลิไซลิกสามารถยับยั้งการเกิดโรคผลเน่าที่เกิดจาก *Gliocephalotrichum* LKS-GB3 ตีกว่าผลเน่าที่เกิดจาก *Lasmenia* TKS-1 โดยยับยั้งได้ 30.3 และ 13.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่สารเคมีป้องกันกำจัดรา Luna[®] Sensation สามารถยับยั้งการเกิดโรคมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประสิทธิภาพในการยับยั้งความรุนแรงของโรคพบว่าสารละลายกรดซาลิไซลิกสามารถยับยั้งความรุนแรงของโรคที่เกิดจากราทั้ง 2 สกุลอย่างไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ (20-27.1 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่สารเคมีป้องกันกำจัดรา Luna[®] Sensation สามารถยับยั้งการเกิดโรคมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) กรดซาลิไซลิกเป็นสารกระตุ้นที่ช่วยชักนำให้พืชเกิดความต้านทานต่อโรค และช่วยลดการเกิดโรคของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวหลายชนิด เช่น โรคผลเน่าราสีเทาของสตรอเบอร์รี่ที่เกิดจาก *Botrytis cinerea* และช่วยคงคุณภาพของผลสตรอเบอร์รี่ด้วยการปลดการสังเคราะห์เอทิลีน ซึ่งทำให้ผลผลิตมีอายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น [19] โดยสารดังกล่าวมีกลไกในการกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ที่มีความเกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคของพืชให้สูงขึ้น เช่น β -1,3- glucanase, phenylalanine ammonia lyase (PAL), polyphenol oxidases (PPO) และ peroxidase (POD) ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกับการผลิตสาร phenolic ในเนื้อเยื่อพืชที่มีสมบัติไปยับยั้งการเจริญของราสาเหตุโรคและช่วยลดความรุนแรงของโรคได้ [20,21] นอกจากนี้กรดซาลิไซลิกยังช่วยยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ catalase ที่ทำหน้าที่สลาย H_2O_2 จึงทำให้พืชมีการสะสม H_2O_2 ที่จะไปกระตุ้นกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การหายใจ การสังเคราะห์ด้วยแสง และการเกิดการตายของเซลล์อย่างเฉียบพลัน (hypersensitive cell death) เพื่อป้องกันการรุกรานของเชื้อสาเหตุโรค รวมทั้ง H_2O_2 ยังทำหน้าที่เป็น

โมเลกุลส่งสัญญาณตัวที่ 2 (secondary messenger) ที่จะไปกระตุ้นการแสดงออกของ PR gene ทำให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีนที่มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดโรค (pathogenesis related protein) ในพืช ซึ่งทำให้พืชเกิดความต้านทานต่อเชื้อก่อโรคได้ดียิ่งขึ้น [18] กรดซาลิไซลิกยังมีสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคโดยตรงเช่นเดียวกับสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช แต่ยับยั้งได้ในประสิทธิภาพที่ต่ำกว่า [21] นอกจากนี้กรดซาลิไซลิกสามารถนำไปใช้ควบคุมโรคพืชร่วมกับวิธีการอื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมโรคให้ดียิ่งขึ้น ได้แก่ ใช้ร่วมกับการจุ่มน้ำร้อน สารละลายโซเดียมโบคาร์บอเนต สารละลายแคลเซียม หรือเซลล์แขวนลอยของยีสต์ปฏิปักษ์ [22,23] เป็นต้น

4. สรุป

ราที่เป็นสาเหตุโรคผลเน่าของเงาะมีหลายสกุล โดยราที่พบในปริมาณมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ *Gliocephalotrichum* spp. (68.8 %) *Pestalotiopsis* spp. (62.8 %) และ *Lasmenia* spp. (53.0 %) เมื่อทดสอบความสามารถในการก่อให้โรคของรา พบว่า *Gliocephalotrichum* LKS-GB3 เป็นเชื้อสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดโรครุนแรงที่สุด โดยลักษณะอาการของโรคปรากฏเป็นแผลฉ่ำน้ำสีน้ำตาล ภายใน 3-4 วันหลังการปลูกเชื้อ ส่วนของความเข้มข้นที่เหมาะสมของกรดซาลิไซลิกที่ใช้ในการควบคุมโรคผลเน่าของเงาะ ได้เลือกใช้ที่ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ เนื่องจากสามารถช่วยชะลอและลดการเกิดโรคผลเน่า โดยพบว่าความเข้มข้นนี้สามารถยับยั้งการเกิดโรคผลเน่าที่เกิดจาก *Gliocephalotrichum* LKS-GB3 ได้ดีกว่าผลเน่าที่เกิดจาก *Lasmenia* TKS-1 แต่ยับยั้งความรุนแรงของโรคได้ไม่ต่างกัน

Table 3 Disease incidence and disease severity of ‘Rongrein’ rambutan fruit rot inoculated with *Gliocephalotrichum* sp. and *Lasmenia* sp. after dipping with salicylic acid compared with the controls (distilled water and fungicide). Treated fruits were incubated at room temperature (25-30 °C) for 4 days.

Fungal isolates	Treatments	Disease incidence (%) [*]	Disease reduction (%) [*]	Lesion diameter (cm) [*]	Disease severity reduction (%) [*]
<i>Gliocephalotrichum</i> sp. isolate LKS-GB3	Distilled water	66.7 ^d	-	2.25 ^d	-
	1 mM salicylic acid	46.5 ^c	30.3 ^c	1.8 ^c	20 ^b
	Fungicide Luna [®] Sensation	7.4 ^a	88.9 ^a	0.15 ^a	93.3 ^a
<i>Lasmenia</i> sp. isolate TKS-1	Distilled water	83.4 ^e	-	0.85 ^b	-
	1 mM salicylic acid	72.3 ^e	13.3 ^d	0.62 ^b	27.1 ^b
	Fungicide Luna [®] Sensation	23.3 ^b	72.1 ^b	0.24 ^a	71.8 ^a

* The mean values followed by the same character in a column is not statistically different at the confidence level $p < 0.05$ by DMRT method.

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของสวนเงาะในพื้นที่ภาคตะวันออกที่อนุเคราะห์ให้ใช้พื้นที่ในการวิจัย

6. References

- [1] O'Hare, T.J., 1995, Postharvest physiology and storage of rambutan, Postharvest Biol. Technol. 6: 189-199.
- [2] Yingsanga, P., Srilaong, V., Kanlayarat, S., Noichinda, S. and Mc-Glasson, W.B., 2008, Relationship between browning and related enzymes (PAL, PPO and POD) in rambutan fruit (*Nephelium lappaceum* Linn.) cvs. Rongrien and See-Chompoo, Postharvest Biol. Technol. 50: 164-168.
- [3] Visarathanonth, N., 1983, Powdery Mildew and Fruit Rot Diseases of Rambutan and Chemical Treatments, Proceedings of the 21st Annual Conference: Plant Sciences, Kasetsart University, Bangkok, 701 p. (in Thai)
- [4] Sangchote, S. , Farungsang, U. and Farungsang, N., 1997, Pre-and Post-harvest Infection of Fruit Rot Pathogens of Rambutan Fruits and Post- harvest Treatments to Control Fruit Rot Diseases, Proceedings of the 35th Kasetsart University Annual Conference: Plant, Agricultural Extension and Communication and Agro- Industry, Kasetsart University, Bangkok, 717 p. (in Thai)

- [5] Anonymous, Generally Recognized as Safe (GRAS) FDA. Gov. Available Source: <http://www.fda.gov/Food/FoodKngredientsPackaging/GenerallyRecognizeasSafeGRAS/default.htm>, September 6, 2018.
- [6] Klessig, D.F. and Malamy, J., 1994, The salicylic acid signal in plants, *Plant Mol. Biol.* 26: 1439-1458.
- [7] Srivastava, M.K. and Dwivedi, U.N., 2000, Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid, *Plant Sci.* 158: 87-96.
- [8] Zhang, Y., Chen, K., Zhang, S. and Ferguson, I., 2003, The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit, *Postharvest Biol. Technol.* 28: 67-74.
- [9] Cao, J.K., Zeng, K.F. and Jiang, W.B., 2006, Enhancement of postharvest disease resistance in Ya Li pear (*Pyrus bretschneideri*) fruit by salicylic acid sprays on the trees during fruit growth, *Eur. J. Plant Pathol.* 114: 363-370.
- [10] Hung, R.H., Liu, J.H., Lu, Y.M. and Xia, R.X., 2007, Effect of salicylic acid on the antioxidant system in the pulp of caravel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) at different storage temperatures, *Postharvest Biol. Technol.* 47: 168-175.
- [11] Mo, Y., Gong, D., Liang, G., Han, R., Xie, J. and Li, W., 2008, Enhanced preservation effects of sugar apple fruits by salicylic acid treatment during postharvest storage, *J. Sci. Food Agric.* 88: 2693-2699.
- [12] Mandal, S., Mallick, N. and Mitra, A., 2009, Salicylic acid-induced resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* in tomato, *Plant Physiol. Biochem.* 47: 642-649.
- [13] Panahirad, S., Nahandi, F.Z., Safaralizadeh, R. and Alizadeh-Salteh, S., 2012, Postharvest control of *Rhizopus stolonifer* in peach (*Prunus persica* L. Batsch) fruits using salicylic acid, *J. Food Saf.* 32: 502-507.
- [14] Serrato-Diaz, L. M., Rivera-Vargas, L. I., Goenaga, R.J. and French-Monar, R. D., 2013, Identification of the fungal pathogen complex causing fruit rot of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) in Puerto Rico, *Phytopathology* 103: S2.130.
- [15] Thuwachote, S., 1983, Pathogenicity Test of 4 Plant Pathogenic Fungi Causing Fruits Rot Disease of Rambutan, Special Problem, Kasetsart University, Bangkok. 117 p. (in Thai)
- [16] Vivitjinda, S., 1980, Studies on Fruit Rot of Rambutan, Special Problem, Kasetsart University, Bangkok. 115 p. (in Thai)
- [17] Serrato-Diaz, L. M., Rivera-Vargas, L. I., Goenaga, R., Verkley, G.J.M. and French-Monar, R.D., 2011, First report of *Lasmonia* sp. causing rachis necrosis, flower absorption, fruit rot, and leaf spots on rambutan in Puerto Rico, *Phytopathology* 95: 1313-1314.
- [18] Derner, J., Shah, J. and Klessing, D.F., 1997, Salicylic acid and disease resistance in plant, *Trends Plant Sci.* 2: 266-274.

- [19] Babalar, M. , Asghari, M. , Talaei, A. and Khosroshahi, A. , 2007, Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of selva strawberry fruit, Food Chem. 105: 449-453.
- [20] Yu, T., Chen, J., Chen, R., Huang, B., Liu, D. and Zheng, X., 2007, Biocontrol of blue and gray mold diseases of pear fruit by integration of antagonistic yeast with salicylic acid, Int. J. Food Microbiol. 116: 339-345.
- [21] Yao, H. and Tian, S. , 2005, Effects of pre- and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage, Postharvest Biol. Technol. 35: 253-262.
- [22] Shafiee, M., Taghavi, T.S. and Babalar, M., 2010, Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry, Hort. Sci. 124: 40-5.
- [23] Qin, X., Xiao, H. , Xue, C. , Yu, Z. , Yang, R. , Cai, Z., and Si, L., 2015, Biocontrol of gray mold in grapes with the yeast *hanseniaspora uvarum* alone and in combination with salicylic acid or sodium bicarbonate, Postharvest Biol. Technol. 100: 160-167.