Agricultural Sci. J. 50 : 3 (Suppl.) : 179-182 (2019) ว. วิทย. กษ. 50 : 3 (พิเศษ) : 179-182 (2562)

ผลของอบเชยและสารออกฤทธิ์ต่อการควบคุมเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* สาเหตุโรคขั้วผลเน่าของมะม่วง

Effect of Cinnamon and their Active Compounds to Control *Lasiodiplodia theobromae* Caused Stem End Rot of Mango

ณัฐฐินันท์ กล่ำเสน[1] และ เนตรนภิส เขียวขำ[1]

Nattinan Klamsen[1] and Netnapis Khewkhom[1]

Abstract

This research was to study on the effects of cinnamon powder and three active compounds such as cinnamaldehyde, cinnamon oil and eugenol on growth of *Lasiodiplodia theobromae* caused stem end rot of harvested mango. Four isolates of fungal pathogen a cause of stem end rot were isolated from mango fruit that collected from different cultivation areas. The experiments were composed of 1) study on mycelium growth using poison food test on potato dextrose agar containing cinnamon powder and the active compounds and 2) The spore inhibition was determined of the samples dissolved in acetone p.a. in 1.7% malt broth, based on their minimum inhibitory concentration (MIC) values using microdilution assay compared with acetone (control) prochloraz and carbendazim. The cinnamon powder (10,000 mg/L), cinnamaldehyde (1,000 mg/L) and cinnamon oil (1,000 mg/L) inhibited 100% of the mycelium growth of 4 isolates. Eugenol (50 mg/L) showed mycelium inhibition for 3 isolates. It was insignificantly different when compared with prochloraz and carbendazim (500 and 750 mg/L, respectively). Cinnamon powder (MIC value 625-1,250 µg/mL) and the active compounds: cinnamaldehyde, cinnamon oil and eugenol (MIC value 78-625 µg/mL) had spore inhibition activity against four isolates of *L. theobromae* after incubation for 24 h whereas prochloraz, carbendazim and acetone (2,500 µg/mL) had no spore inhibition.

Keywords: stem end rot, mango, antifungal activity of cinnamon

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอบเชยและสารออกฤทธิ์สามชนิด ได้แก่ cinnamaldehyde cinnamon oil และ eugenol ต่อการเจริญของเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* สาเหตุโรคขั้วผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วง โดยแยกเชื้อสาเหตุจากผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่แสดงอาการโรคขั้วผลเน่าจากแหล่งปลูกต่างๆ จำนวน 4 ไอโซเลท 1) ศึกษาการเจริญของเส้นใยด้วยวิธี poison food บนอาหาร potato dextrose agar ที่ผสมสารทดสอบอบเชยผงและสารออกฤทธิ์ 2) ศึกษาการงอกของสปอร์ด้วยวิธี micro dilution โดยผสมสปอร์แขวนลอย malt broth และสารทดสอบอบเชยผงและสารออกฤทธิ์ในตัวทำละลาย acetone บันทึกค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการงอกของสปอร์ (minimum inhibitory concentration, MIC) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (acetone) และชุดทดสอบสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา prochloraz และ carbendazim ผลการทดลองพบว่าอบเชยผง (10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร) cinnamaldehyde และ cinnamon oil (1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร) สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 4 ไอโซเลท ส่วน eugenol (50 มิลลิกรัมต่อลิตร) สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราจำนวน 3 ไอโซเลท โดยไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดสอบ prochloraz และ carbendazim (500 และ 750 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ) เมื่อทดสอบการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *L. theobromae* ทั้ง 4 ไอโซเลท พบว่าอบเชยผง มีค่า MIC เท่ากับ 625-1,250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วน cinnamaldehyde cinnamon oil และ eugenol มีค่า MIC เท่ากับ 78-625 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่เวลา 24 ชั่วโมง ในขณะที่ชุดทดสอบ prochloraz carbendazim และชุดควบคุม acetone (2,500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ไม่สามารถการยับยั้งการงอกของสปอร์

คำสำคัญ: โรคขั้วผลเน่า มะม่วง กิจกรรมต้านเชื้อราของอบเชย

คำนำ

การเน่าเสียของผลมะม่วงภายหลังการเก็บเกี่ยวที่มีสาเหตุเชื้อรา ได้แก่ โรคแอนแทรคโนส เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gleosporioides* โรคขั้วผลเน่า เกิดจากเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae Phomopsis mangiferae* และ *Dothiorella* sp. เป็นต้น (Sangchote, 2530) โรคขั้วผลเน่ามะม่วง สาเหตุจากเชื้อรา *L. theobromae* มักพบการเข้าทำลาย

[1] ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กทม. 10900

[1] Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Jatujak, Bangkon 10900

โดยเริ่มที่บริเวณขั้วผลหรือรอยแผลบนผล เมื่อสปอร์เชื้อราตกบริเวณแผลและได้รับความชื้นเพียงพอ เชื้อจะเข้าทำลายบริเวณนั้นก่อให้เกิดจุดช้ำแล้วขยายออกโดยรอบ ไม่มีขอบเขตที่แน่นอน แผลสีน้ำตาลถึงสีดำ เนื้อเยื่อบริเวณใต้แผลนิ่ม บางครั้งมีน้ำเยิ้มออกมาจากแผล เนื่องจากเชื้อสามารถสร้างสารที่ย่อยเนื้อเยื่อที่มักเกิดขึ้นเมื่อผลเริ่มสุก ในระยะเวลาประมาณ 5 วันแผลจะลุกลามไปทั่วทั้งผล (สมศิริ, 2524) เชื้อรา *L. theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. (synonyms: *Botryodiplodia theobromae* Lat., *Diplodia natalensis* Pole Evans.) สามารถก่อให้เกิดโรคในพืชได้หลายชนิดกระจายทั่วไปในเขตร้อน โคโลนีบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) เจริญเร็ว เส้นผ่านศูนย์กลาง 8.5-9 เซนติเมตร เมื่ออายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เส้นใยฟู สีดำเข้ม ผนังหนา สร้างสปอร์เกิดใน pycnidium เมื่อรามีอายุ 7-14 วัน pycnidium สีน้ำตาลดำ ผนังหนา sporogenous cell รูปร่างทรงกระบอกสั้น ส่วนปลายแคบ ไม่มีสี เกิดภายใน pycnidium conidium ขนาด 22-24x11-13 ไมโครเมตร เมื่ออ่อนไม่มีสี ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน ถึงสีน้ำตาลเข้ม มีรอยขีด (striate) ตามความยาวของ conidium มีผนังกั้นสปอร์ตามขวางสีน้ำตาลดำ 1 septum (Sutton, 1980; Barnette and Hunter, 1987)

อบเชย (cinnamon) เป็นพืชวงศ์ Lauraceae อยู่ในสกุล *Cinnamomum* มีความหลากหลายกว่า 50 ชนิด พบในทวีปเอเชีย และออสเตรเลีย รวมทั้งในประเทศไทย อบเชยเป็นต้นไม้ขนาดกลาง ชนิดที่รู้จักกันดี ได้แก่อบเชยลังกา (*Cinnamomum zeylanicum* Blume, ชื่อพ้อง *C. verum* J. Presl) อบเชยอินโดนีเซีย หรืออบเชยชวา (*C. burmanii* Blume) อบเชยญวน (*C. loureirii* Nees) อบเชยจีน (*C. cassia* Nees ex. Blume) อบเชยไทย (*C. bejolghota*) เป็นพืชสมุนไพรที่เป็นทั้งอาหารและยา เปลือกของอบเชยเทศหรืออบเชยลังกามีน้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์ต้านจุลชีพที่หลากหลาย มีส่วนประกอบของสารสำคัญ ได้แก่ eugenol cinnamaldehyde beta caryophyllene linalool และ methyl chavicol (ปิลันธนา และคณะ, 2555; Anand *et al.,* 2016; Ghosh *et al.,* 2005; Wu *et al*. 2017) น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากใบอบเชยจะมี eugenol เป็นองค์ประกอบหลัก (80-90 เปอร์เซ็นต์) cinnamaldehyde (ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์) ในน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากเปลือกอบเชยมี cinnamaldehyde เป็นองค์ประกอบหลัก (40-50 เปอร์เซ็นต์) eugenol (4-10 เปอร์เซ็นต์) สาร cinnamaldehyde จัดเป็นสารประกอบแอลดีไฮด์ ซึ่งออกฤทธิ์โดยการ cross-linked ตรงตำแหน่งหมู่อะมิโน ($-NH_2$) ระหว่างโมเลกุลของโปรตีนในเซลล์จุลชีพ ส่งผลให้เกิดการยับยั้งกระบวนการเมทาบอลิซึมและการแบ่งเซลล์ของจุลชีพ (ปิลันธนา และคณะ, 2555) ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาผลของอบเชยผงและสารสำคัญในอบเชย ได้แก่ cinnamaldehyde cinnamon oil และ eugenol ต่อการเจริญของเส้นใยและการงอกของสปอร์เชื้อรา *L. theobromae* สาเหตุโรคขั้วผลเน่าในมะม่วง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. แยกเชื้อรา *L. theobromae* จากผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่แสดงอาการโรคขั้วผลเน่า จากแหล่งปลูก 4 แห่ง ด้วยวิธี tissue transplanting บนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) แยกเชื้อราสาเหตุโรคจำนวน 4 ไอโซเลท

2. ทดสอบการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *L. theobromae* ด้วยอบเชยผงและสารสำคัญ 3 ชนิด ด้วยวิธี poison food (Hamad, *et al.,* 2015) โดยผสมสารทดสอบลงในอาหาร potato dextrose agar 1) อบเชยผง (ความเข้มข้น 1,000 5,000 และ 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร) 2) cinnamaldehyde 3) cinnamon oil (ความเข้มข้น 100 1,000 และ 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร; Sigma-Aldrich Co.) 4) eugenol (ความเข้มข้น 30 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร; Sigma-Aldrich Co.) (Wang, *et al*., 2010) โดยใช้ acetone เป็นตัวทำละลาย สารเคมีที่ใช้ในการควบคุมโรคขั้วผลเน่าได้แก่ 5) prochloraz (500 มิลลิกรัมต่อลิตร) 6) carbendazim (750 มิลลิกรัมต่อลิตร) และ 7) ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) จากนั้นวาง mycelial plugs (เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร) ของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA ที่บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 วัน ทำการทดลองจำนวน 5 ซ้ำ วัดขนาดการเจริญของเส้นใยที่เจริญออกมาจาก mycelial plugs

3. ทดสอบประสิทธิภาพของอบเชยผงและสารสำคัญ 3 ชนิด ต่อการงอกของสปอร์เชื้อรา *L. Theobromae* ด้วยวิธี microdilution

การเตรียมสารแขวนลอยสปอร์เพื่อใช้ในการทดลองใช้ใบทุเรียนใบเพสลาดเพื่อล่อให้สปอร์ขึ้นโดยตัดใบเป็นสี่เหลี่ยม 1.5X1.5 เซนติเมตร นึ่งฆ่าเชื้อแล้ววางลงบนอาหาร PDA วางคู่กับ mycelial plug ของเชื้อรา *L. theobromae* (อายุ 4 วัน) บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 14 วัน ย้ายชิ้นพืชวางบนกระดาษเพาะเมล็ดชื้นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ ใช้เข็มเขี่ยเชื้อเขี่ยเปิด pycnidia นำชิ้นพืชแช่ในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อแล้วใช้เข็มเขี่ยๆ สปอร์ออกจาก pycnidia ดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ เตรียมสารแขวนลอยสปอร์ที่ความเข้มข้น $1x10^5$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ แล้วหยด tween80 เพื่อลดแรงตึงผิว

การเตรียมสารทดสอบ ได้แก่ อบเชยผง cinnamaldehyde cinnamon oil eugenol carbendazim และ prochloraz ละลายใน acetone ใส่ในแถวแรกของ micro plate ขนาด 96 หลุม ใส่ malt extract broth ทุกหลุม (ชุดควบคุมไม่ใส่สาร) ทำ serial dilution อบเชยผง มีความเข้มข้นเริ่มต้น 2,500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สารสำคัญและสารเคมี มีความเข้มข้นเริ่มต้น 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ใส่สารแขวนลอยสปอร์ทุกหลุมๆ ละ 50 ไมโครลิตร ปิดด้วยพาราฟิล์มป้องกันการปนเปื้อน บ่มที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลการงอกของสปอร์ 24 48 และ 72 ชั่วโมง โดยสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ compound บันทึกค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดที่ยับยั้งการเจริญ (minimum inhibitory concentration, MIC)

ผล

จากการทดสอบผลของอบเชยผง และสาระสำคัญ ได้แก่ cinnamonldehye cinnamon oil และ eugenol ต่อต้านการเจริญของเชื้อรา *L. theobromae* พบว่าอบเชยผง (10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร) สาร cinnamaldehyde และ cinnamon oil (1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร) สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ทุกไอโซเลท ดีกว่าการใช้สารเคมี prochloraz and carbendazim และชุดควบคุม เชื้อราในแต่ละไอโซเลทที่แยกได้จากผลมะม่วงมีความทนทานต่อสารทดสอบในแต่ละชนิดแตกต่างกัน (Table 1) เมื่อทดสอบผลต่อการงอกของสปอร์เชื้อราทั้ง 4 ไอโซเลท พบว่าอบเชยผง มีค่า MIC เท่ากับ 625-1,250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วน cinnamaldehyde cinnamon oil และ eugenol มีค่า MIC เพียง 78-625 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่เวลา 24 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดสอบ สารเคมี prochloraz carbendazim และชุดควบคุม acetone (2,500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ไม่สามารถการยับยั้งการงอกของสปอร์ (Figure 1)

Table 1 Mycelium growth of *Lasiodiplodia theobromae* (4 isolates) using poison food test on potato dextrose agar containing cinnamon powder, cinnamaldehyde, cinnamon oil and eugenol compared with prochloraz and carbendazim acetone and control in 2 days

Sample	Concentration (mg/L)	Distance of mycelial growth (mm)			
		Isolate 1	2	3	4
cinnamon powder	1,000	2.1ab	3.6ab	31.2h	19.5c
cinnamon powder	5,000	0.20a	2.7ab	10.85c	0a
cinnamon powder	10,000	0a	0a	0a	0a
cinnamaldehyde	100	0a	2.9ab	4.8b	12.2b
cinnamaldehyde	1,000	0a	0a	0a	0a
cinnamaldehyde	10,000	0a	0a	0a	0a
cinnamon oil	100	0a	3.5ab	17.3d	0a
cinnamon oil	1,000	0a	0a	0a	0a
cinnamon oil	10,000	0a	0a	0a	0a
eugenol	30	1.0a	4.2ab	28.6gh	0a
eugenol	40	1.2a	7.2b	25.1efg	0a
eugenol	50	1.3a	3.6ab	24.5ef	0a
prochloraz	500	4.0b	3.0ab	3.7ab	1.6a
carbendazim	750	7.0c	0a	0a	15.2bc
acetone		2.4ab	4.5ab	22.1e	12.1b
control		4.8b	27.6c	27.1fg	25.0d

Values in the column followed by the same letter did not differ significantly according to Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

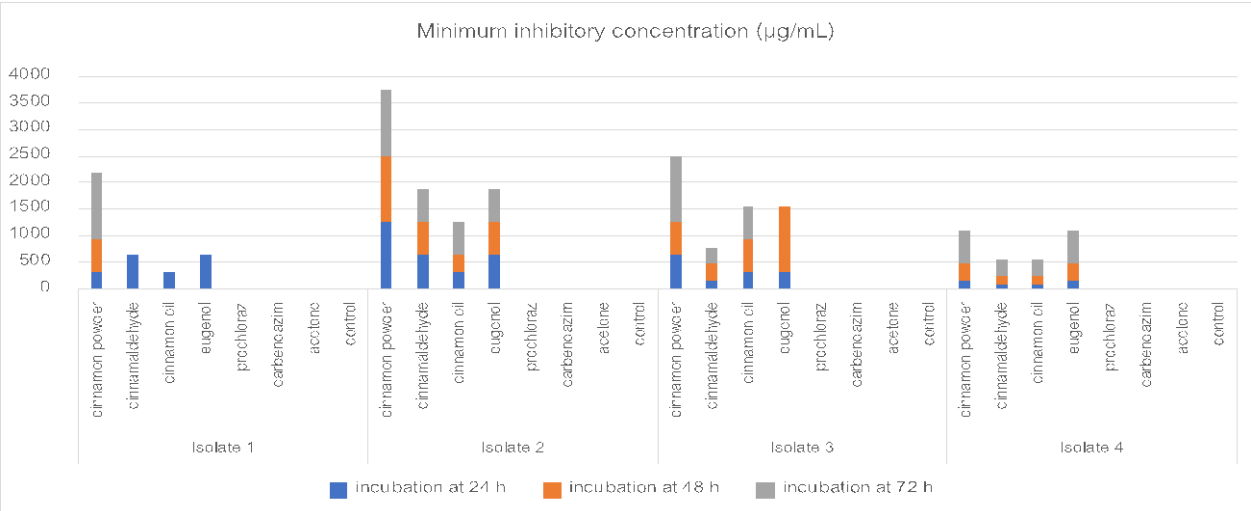

Figure 2 Minimum inhibitory concentration (MIC) values of cinnamon powder, cinnamaldehyde, cinnamon oil and eugenol using microdilution assay on spore germination of *Lasiodiplodia theobromae* compared with prochloraz, carbendazim, acetone and control.

วิจารณ์ผล

จากการทดลองอบเชยผง และสารสำคัญต่างๆ ได้แก่ cinnamonldehye cinnamon oil และ eugenol มีคุณสมบัติต้านการเจริญของเชื้อรา *L. theobromae* ได้ โดยมีงานวิจัยที่สนับสนุนการทดลองนี้ ได้แก่การทดสอบ cinnamaldehyde (30 มิลลิกรัมต่อลิตร) ยับยั้งเชื้อรา *L. theobromae C. gloeosporioides* และ *Gliocephalotrichum microchlamydosporum* ในผลเงาะในระหว่างการเก็บรักษา ช่วยลดการเกิดโรคและความรุนแรงโรคหลังการเก็บเกี่ยวโดยยังรักษาสีกลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสของเงาะไว้ (Sivakumara *et al*., 2002) ใน cinnamon oil ประกอบด้วยสาร benzofuran, 3-methyl (18.0%) caryophyllene (13.3%) curcumene (12.9%) cinnamyl acetate (12.3%) และ linalool (11.0%) เป็นสารออกฤทธิ์ควบคุมเชื้อรา (Anand *et al*., 2016) eugenol (4-allyl-2methoxyphenol) เป็นสาร phenolic compound ที่ได้จากธรรมชาติใช้ในการปรุงแต่งรสชาติอาหารและเป็นส่วนประกอบในการทำน้ำหอม โดยส่วนใหญ่จะพบในน้ำมันกานพลู และน้ำมันหอมระเหยหรือการสกัดพืชหลายชนิด เช่น อบเชย โหระพา และจันทน์เทศ (Ghosh *et al*., 2005) มีรายงานการใช้ cinnamaldehyde (0.5 มิลลิลิตรต่อลิตร) ในการควบคุมโรคผลเน่าของส้มที่เกิดจากเชื้อรา *Geotrichum citri-aurantii* สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ดีและเมื่อนำมาใช้เคลือบผลช่วยลดการเกิดโรคและยังกระตุ้นให้เกิดกิจกรรม superoxide dismutase (SOD) polyphenol oxidase (PPO) และ phenylalanine ammonia lyase (PAL) เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีผลต่อกิจกรรม catalase (CAT) ปริมาณสารฟีนอล และ peroxidase (POD) (Wu *et al*., 2017) eugenol ทำให้เส้นใยของเชื้อรา *Botrytis cinerea* มีลักษณะผิดปกติ vesicles มีขนาดใหญ่จนเห็นได้ชัดเมื่อสังเกตภายใต้ scanning electron microscopy (Wang *et al*., 2010) รายงานว่า cinnamon oil (500-1,000 ไมโครลิตรต่อลิตร) มีสารบริสุทธิ์ eugenol ถึง 81.2 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพสามารถยับยั้งเชื้อราในผลมะม่วงและอะโวกาโดได้ดี (Combrinck *et al*., 2010)

สรุป

อบเชยผง (10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร) และสารสำคัญของอบเชย ได้แก่ cinnamaldehyde cinnamon oil (1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร) สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *L. theobromae* ทั้ง 4 ไอโซเลท ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1-2 วัน ยับยั้งการเจริญของเส้นใยดีกว่าสารเคมี prochloraz และ carbendazim สาร eugenol และสารเคมี prochloraz ลดเจริญของเส้นใยเชื้อราเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม อบเชยผงมีประสิทธิภาพดีในการยับยั้งการงอกของสปอร์ทุกไอโซเลท มีค่า MIC เท่ากับ 625-1,250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วน cinnamaldehyde cinnamon oil และ eugenol ยับยั้งการงอกของสปอร์ จำนวน 3 ไอโซเลท มีค่า MIC เท่ากับ 312-625 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร หลังจากบ่ม 72 ชั่วโมง เมื่อเทียบกับสารเคมี prochloraz carbendazim acetone และน้ำ (ชุดควบคุม) ไม่สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์

เอกสารอ้างอิง

ปิลันธนา เลิศสถิตธนกร, กรองกาญน์ มนตรี, จารุวรรณ บรรจง, เบญจวรรณ สำรวล และ ศิรินภา โคตรจันทร์. 2555. ฤทธิ์ต้านจุลชีพของน้ำมันจากเปลือกอบเชยเทศ. วารสารไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ 7(1):39-43.

สมศิริ แสงโชติ. 2524. โรคหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้บางชนิด. ในการสัมมนาเรื่องวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวของข้าว พืชไร่ และพืชสวน สถาบันประมงน้ำจืด และศูนย์อารักขาข้าว. เกษตรกลางบางเขน กรุงเทพมหานคร. น.275-279.

Anand, B.P., P.S. Sellamuthu, R.B. Nambiar and E.R. Sadiku. 2016. Antifungal activity of five different essential oils in vapour phase for the control of *Colletotrichum gloeosporioides* and *Lasiodiplodia theobromae* in vitro and on mango. International Journal of Food Science and Technology 51: 411–418.

Barnette, H. L. and B. B. Hunter. 1987. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. New York. Macmillan Publishing Company. 217 p.

Combrinck, S., T. Regnier and G.P.P. Kamatou. 2010. In vitro activity of eighteen essential oils and some major components against common postharvest fungal pathogens of fruit. Industrial Crops and Products 33: 344–349.

Ghosh, R., L. Nadiminty, J.E. Fitzpatrick, W.L. Alworth, T.J. Slaga and A.P. Kumar. 2005. Eugenol causes melanoma growth suppression through inhibition of E2F1 transcriptional activity. The Journal of Biological Chemistry 280 :5812-5819.

Hamad, Y.K., M.M. Fahmi, M.Z. Zaitoun and S.M. Ziyada. 2015. Role of essential oils in controlling fungi that cause decline disease of guava. International Journal of Pure and Applied Bioscience 3(5): 143-151.

Sangchote, S. 2530. Postharvest diseases of mango fruits and their losses. Kasetsart Journal Natural Science 21: 81-85.

Sivakumara, D., S.W. Wijeratnama, R.L.C. Wijesunderab and M. Abeyesekerea. 2002. Control of postharvest diseases of rambutan using cinnamaldehyde. Crop Protection 21:847–852.

Sutton, B. C. 1980. The Coelomycetetes. Kew. CABI Publishing. 696 p.

Wang, C., J. Zhang, H. Chen, Y. Fan and Z. Shi. 2010. Antifungal activity of eugenol against *Botrytis cinereal*. Tropical Plant Pathology 35(3): 137-143.

Wu, Y., X. Duan, G. Jing, O.Q. Yang and N. Tao. 2017. Cinnamaldehyde inhibits the mycelial growth of *Geotrichum citri-aurantii* and induces defense responses against sour rot in citrus fruit. Postharvest Biology and Technology 129: 23-28.