ฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราของน้ำมันหอมระเหยอบเชยต่อเชื้อรา *Penicillium citrinum* และ *Aspergillus flavus* ที่แยกได้จากยางแผ่นในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี

Antifungal Activity of Cinnamon Essential Oils on *Penicillium citrinum* and *Aspergillus flavus* Isolated from Rubber Sheets in Ubon Ratchathani

ธัญญ์วาริน ชูวัฒน์วรกูล[1] พิชญาภรณ์ สุวรรณกูฏ[2] สมจินตนา ทวีพานิชย์[3] สายสมร ลำลอง[4*]

Thanwarin Chuwatworakoon[1] Pitchayaporn Suwanakood[2] Somjintana Taveepanich[3]

Saisamorn Lumlong[4*]

Received: 15 August 2016 ; Accepted: 23 December 2016

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาถึงชนิดของเชื้อราที่มีการปนเปื้อนบนยางแผ่นในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอเขื่องใน อำเภอตระการพืชผล และอำเภอน้ำยืน และศึกษาถึงประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยอบเชยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่แยกได้จากยางแผ่นเปรียบเทียบกับสารเคมีแคปแทนที่ใช้เป็นสารยับยั้งเชื้อรา พบว่า เชื้อราส่วนใหญ่ที่พบได้บนยางแผ่นมี 5 ลักษณะ โดยพบเชื้อรา *Aspergillus flavus* มากที่สุด รองลงมาได้แก่ *Penicillium citrinum* และ *A. tamarii* เมื่อนำน้ำมันหอมระเหยอบเชยมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. citrinum* และ *A. flavus* ที่แยกได้จากยางแผ่น ด้วยวิธี paper disc diffusion พบว่า น้ำมันหอมระเหยอบเชยสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. citrinum* และ *A. flavus* ได้ที่ระดับความเข้มข้นที่ต่ำที่สุด คือ 25,000 พีพีเอ็ม โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 14.47 และ 9.62 มิลลิเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้น้ำมันหอมระเหยอบเชยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 2 ชนิดได้ดีกว่าสารเคมีแคปแทน โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คำสำคัญ : ยางแผ่น เชื้อรา น้ำมันหอมระเหย อบเชย

Abstract

The aim of this research was to identify the fungal species contaminated on rubber sheets in Ubon Ratchathani including Mueang, Khueang Nai, Trakan Phuet Phon and Nam Yuen Districts. The efficiency of cinnamon essential oil used for inhibiting the growth of fungi isolated from the rubber sheets was also investigated and compared with captan. The results showed that 5 species were the most fungi found on the rubber sheets. *Aspergillus flavus* was the most, followed by *Penicillium citrinum* and *A. tamari*, respectively. Paper disc diffusion was used to determine the effect of cinnamon oil to inhibit the growth of *P. citrinum* and *A. flavus*. The results showed that cinnamon oil could inhibit the growth of *P. citrinum* and *A. flavus* at the minimum concentration of 25,000 ppm with the inhibition zone of 14.47 and 9.62 mm, respectively. Moreover, it was found that cinnamon oil was an effective compound in inhibiting the growth of two fungal species better than captan. The difference was statistically significant at the 95% confidence level.

Keywords : rubber sheet, fungi, essential oils, cinnamon

---

[1] *นิสิตปริญญาเอก, ภาควิชาเคมี, [2]อาจารย์, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ, [3,4]อาจารย์, ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190*

[1] *Ph.D. student, Department of Chemistry, [2]Lecturer, Department of Biological Science, [3,4]Lecturer, Department of Chemistry, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand.*

** Corresponding Author; Saisamorn Lumlong, Department of Chemistry, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand. g3936619@hotmail.com*

บทนำ

ยางพาราจัดเป็นสินค้าทางการเกษตรที่สำคัญอย่างหนึ่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยในปี พ.ศ. 2557 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีเนื้อที่ปลูกยางพารา 4,742,643 ไร่ โดยเฉพาะจังหวัดอุบลราชธานีมีพื้นที่ในการปลูกยางพารา 442,367 ไร่ เนื้อที่กรีดยางได้ 292,919 ไร่ ได้ผลผลิต 62,925 ตัน และมีผลผลิต 215 กิโลกรัมต่อไร่[1] ซึ่งเกษตรกรชาวสวนยางส่วนใหญ่จะกรีดยางและขายผลผลิตยางพาราในลักษณะของยางก้อนถ้วยและยางแผ่นดิบ[2] โดยในขั้นตอนการผลิตยางและการจัดเก็บยางอาจจะมีการปนเปื้อนของเชื้อราขึ้น ส่งผลทำให้ได้ยางแผ่นที่มีคุณภาพและราคาลดต่ำลง[3,4] นอกจากนี้ยางแผ่นที่มีการปนเปื้อนของเชื้อรายังอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรและคนงานในโรงงานยางแผ่นรมควัน[5] โดยมีรายงานการวิจัยถึงชนิดของเชื้อราที่มีการปนเปื้อนบนยางแผ่นในพื้นที่ภาคใต้และภาคตะวันออกของประเทศไทย ซึ่งพบว่าเชื้อราส่วนใหญ่ที่พบคือ เชื้อรา *Aspergillus* spp. และ *Penicillium* spp.[6,7] ในขณะที่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชนิดของเชื้อราที่มีการปนเปื้อนบนยางแผ่นในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังไม่ค่อยมีผู้สนใจทำการศึกษามากนัก โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานีที่มีการปลูกยางเป็นจำนวนมาก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาถึงชนิดของเชื้อราที่มีการปนเปื้อนบนยางแผ่นโดยการสุ่มเก็บตัวอย่างจากแหล่งรับซื้อยางแผ่นจำนวน 4 แหล่ง ในจังหวัดอุบลราชธานี ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอเขื่องใน อำเภอตระการพืชผล และอำเภอน้ำยืน จากนั้นจึงได้มีการนำเอาน้ำมันหอมระเหยอบเชยที่มีรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ว่ามีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้หลายชนิด เช่น *A. flavus*, *A. niger*, *Alternaria alternate*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium* sp., *Rhizopus stolonifer*, *A. fumigatus*, *A. terreus*, *A. oryzae*, *Fusarium moniliforme*, *F. solani*, *Rhizomucor* sp. เป็นต้น[8-13] มาใช้ในการศึกษาถึงประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่แยกได้จากยางแผ่นเปรียบเทียบกับสารเคมีแคปแทนที่ใช้เป็นสารยับยั้งเชื้อรา เพื่อเป็นแนวทางในการนำพืชสมุนไพรมาใช้ป้องกันเชื้อราบนยางแผ่น

วิธีการศึกษา

1. การแยกเชื้อราจากยางแผ่น

เก็บตัวอย่างยางแผ่นที่มีเชื้อราจากแหล่งรับซื้อยางแผ่นจำนวน 4 แหล่งในจังหวัดอุบลราชธานี ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอเขื่องใน อำเภอตระการพืชผล และอำเภอน้ำยืน นำมาตัดและชั่งให้ได้น้ำหนักประมาณ 10 กรัม ใส่ลงในน้ำกลั่นปลอดเชื้อปริมาตร 90 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที นำสารแขวนลอยของสปอร์เชื้อรามาทำการเจือจางแบบสิบเท่า (ten-fold serial dilution) ปิเปตสารแขวนลอยของสปอร์เชื้อราที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) ที่ผสมคลอแรมเฟนิคอลความเข้มข้น 50 มิลลิกรัม/ลิตร ทำการกระจายเชื้อด้วยเทคนิค spread plate บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ดัดแปลงจากงานวิจัยของ สุพรรษา[14] จากนั้นทำการแยกเชื้อราให้บริสุทธิ์ นำเชื้อราบริสุทธิ์ที่แยกได้ไปทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา และคัดเลือกเชื้อราที่พบมากที่สุด 3 อันดับแรกบนยางแผ่นส่งไปจำแนกชนิด ณ ห้องปฏิบัติการราวิทยา ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ด้วยวิธี Molecular technique โดยการเพิ่มปริมาณ DNA ด้วยเทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR) ในตำแหน่งบางส่วนของยีน beta-tubulin ทำการตรวจหา DNA ผลผลิตด้วยเทคนิค Agarose gel electrophoresis โดยใช้ 1% agarose gel ย้อมด้วย ethidium bromide จากนั้นตรวจหา DNA ภายใต้แสง ultraviolet ทำการตรวจหาลำดับเบสนิวคลีโอไทด์ด้วยเครื่องหาลำดับเบสอัตโนมัติ และวิเคราะห์เปรียบเทียบลำดับเบสนิวคลีโอไทด์ที่ได้กับลำดับเบสของเชื้อราที่ใกล้เคียงกันในฐานข้อมูล

2. การเตรียมน้ำมันหอมระเหย

นำผงอบเชยมาทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการกลั่น ในอัตราส่วนสมุนไพรต่อน้ำกลั่น 1 : 10 เป็นเวลา 12 ชั่วโมง สกัดน้ำมันหอมระเหยออกจากชั้นน้ำโดยใช้ตัวทำละลายไดคลอโรมีเทน จากนั้นนำไปกำจัดน้ำที่เหลืออยู่ด้วยการเติมโซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัส นำไปกรองและระเหยเอาตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน จากนั้นนำไปชั่งหาน้ำหนักและคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ได้ (%yield) ดัดแปลงจากงานวิจัยของ Li และคณะ[15] และ Kasim และคณะ[16]

3. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่แยกได้จากยางแผ่นโดยวิธี paper disc diffusion

3.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD (Competely Randomized Design)

ชุดการทดลอง

ชุดที่ 1 ชุดควบคุมแบบบวก (positive control) คือ สารเคมีแคปแทนที่ระดับความเข้มข้น 3,125 พีพีเอ็ม

ชุดที่ 2 ชุดควบคุมแบบลบ (negative control) คือ ตัวทำละลายไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (dimethyl sulfoxide)

และน้ำกลั่น

ชุดที่ 3 ชุดทดลอง คือ น้ำมันหอมระเหยอบเชย ที่ความเข้มข้น 50,000 25,000 12,500 6,250 และ 3,125 พีพีเอ็ม

ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ บันทึกผลโดยสังเกตลักษณะของบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่เกิดขึ้น และวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญเติบโต (inhibition zone) ของเชื้อรา ที่เวลา 48 ชั่วโมง หลังการบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

3.2 นำน้ำมันหอมระเหยอบเชยมาทำการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา โดยเลือกเชื้อราที่นำมาทดสอบ คือ *P. citrinum* และ *A. flavus* ที่แยกได้จากยางแผ่น โดยการนำเชื้อราทดสอบมาเลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน จากนั้นเตรียมสารแขวนลอยของสปอร์เชื้อราแต่ละชนิด ให้มีความเข้มข้นของสปอร์ที่ 10^6 สปอร์/มิลลิลิตร ปิเปตสารแขวนลอยของสปอร์เชื้อรา ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดอาหาร Sabouraud's Dextrose Agar (SDA; 1% peptone, 4% dextrose, 1.3% agar) ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เขย่าให้ผสมกัน เททับลงบนอาหาร SDA (1% peptone, 4% dextrose, 1.5% agar) ที่แข็งตัวแล้วในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ทิ้งไว้ให้อาหารแข็ง นำ paper disc ที่หยดน้ำมันหอมระเหยอบเชยที่เจือจางด้วยตัวทำละลายไดเมทิลซัลฟอกไซด์ปริมาตร 10 ไมโครลิตร มาวางบนผิวหน้าอาหาร บ่มเชื้อและวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา ดัดแปลงจากงานวิจัยของแสงระวี[17], ปิยะวดี[18] และ Pompimon และคณะ[19]

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)

ผลการศึกษา

1. การแยกเชื้อราจากยางแผ่น

จากการแยกชนิดของเชื้อราจากตัวอย่างยางแผ่นจากแหล่งรับซื้อยางแผ่นจำนวน 4 แหล่งในจังหวัดอุบลราชธานี พบว่า เชื้อราส่วนใหญ่ที่สามารถพบได้บนยางแผ่นมี 5 ลักษณะ จำนวน 169 ไอโซเลต โดยพบเชื้อรา Aspergillus ลักษณะที่ 1 มากที่สุด จำนวน 54 ไอโซเลต รองลงมาได้แก่ Penicillium ลักษณะที่ 1 จำนวน 41 ไอโซเลต Aspergillus ลักษณะที่ 2 จำนวน 39 ไอโซเลต Aspergillus ลักษณะที่ 3 จำนวน 27 ไอโซเลต และ Unidentified genus จำนวน 8 ไอโซเลต ตามลำดับ จากนั้นคัดเลือกเชื้อราที่พบมากที่สุด 3 อันดับแรกบนยางแผ่น คือ เชื้อรา Aspergillus ลักษณะที่ 1 ได้แก่ ไอโซเลต T2 รหัส23 Penicillium ลักษณะที่ 1 ได้แก่ ไอโซเลต NY1 รหัส 40 และ Aspergillus ลักษณะที่ 2 ได้แก่ ไอโซเลต K2 รหัส 27 ส่งไปจำแนกชนิด ณ ห้องปฏิบัติการราวิทยา ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ โดยจากข้อมูลการเปรียบเทียบความเหมือนของลำดับเบสนิวคลีโอไทด์ beta-tubulin ของไอโซเลต T2 รหัส23 พบว่า มีเปอร์เซ็นต์ความเหมือนกับเชื้อรา Aspergillus flavus เท่ากับ 100% ส่วน ไอโซเลต NY1 รหัส 40 พบว่ามี เปอร์เซ็นต์ความเหมือนกับเชื้อรา Penicillium citrinum เท่ากับ 99% และ ไอโซเลต K2 รหัส 27 พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความเหมือนกับเชื้อรา Aspergillus tamarii เท่ากับ 99% (Table 1 และ Figure 1)

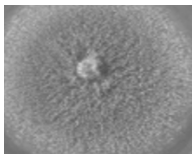
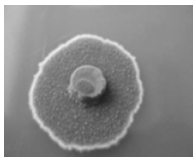
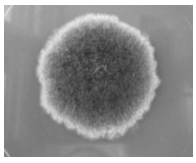
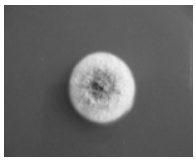
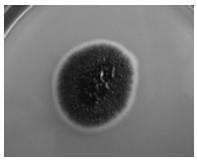
2. การสกัดน้ำมันหอมระเหยอบเชยด้วยวิธีการกลั่น

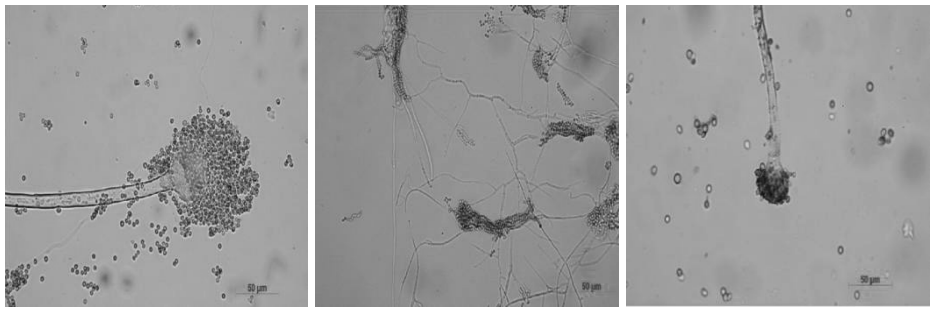
จากการนำผงอบเชยมาทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการกลั่น พบว่า น้ำมันหอมระเหยอบเชยมีสีเหลือง มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิต เท่ากับ 0.88%

3. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่แยกได้จากยางแผ่นโดยวิธี paper disc diffusion

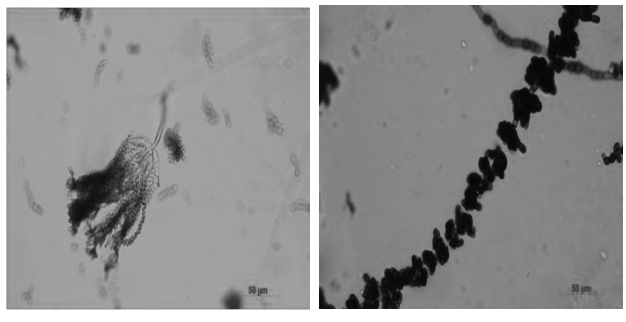
จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยอบเชยที่ระดับความเข้มข้น 50,000 25,000 12,500 6,250 และ 3,125 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา P. citrinum และ A. flavus ที่แยกได้จากยางแผ่น พบว่า น้ำมันหอมระเหยอบเชยสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา P. citrinum และ A. flavus ได้ที่ค่าความเข้มข้นที่ต่ำที่สุด คือ 25,000 พีพีเอ็ม โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการ เจริญที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 14.47 ± 0.64 และ 9.62 ± 0.85 มิลลิเมตร ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบน้ำมันหอมระเหยอบเชยกับสารเคมีแคปแทนที่ระดับความเข้มข้น 3,125 พีพีเอ็ม ซึ่งใช้เป็นสารเคมีควบคุม พบว่า น้ำมันหอมระเหยอบเชยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 2 ชนิด ได้ดีกว่าสารเคมีแคปแทน โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนตัวทำละลายไดเมทิลซัลฟอกไซด์ และน้ำกลั่นที่ใช้เป็นสารควบคุมไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา (Table 2 และ Figure 2)

Table 1 Morphological characteristics of fungi isolated from rubber sheets

No.	Colony of fungi	Morphological characteristics				Identification	No. of isolates
		Surface	Reverse	Character of hyphae	Conidia		
1.		green	pale yellow	septate	globose	*Aspergillus flavus*	54
2.		dull green	pale yellow	septate	globose	*Penicillium citrinum*	41
3.		dark green	yellow	septate	globose	*Aspergillus tamarii*	39
4.		green	orange	septate	globose	*Aspergillus* sp.	27
5.		black	black	septate	oval	Unidentified genus	8



(a) (b) (c)



(d) (e)

Figure 1 Microscopic morphology of fungi under compound light microscope (40X) *Aspergillus flavus* (b) *Penicillium citrinum* (c) *Aspergillus tamarii* (d) *Aspergillus* sp. (e) Unidentified genus

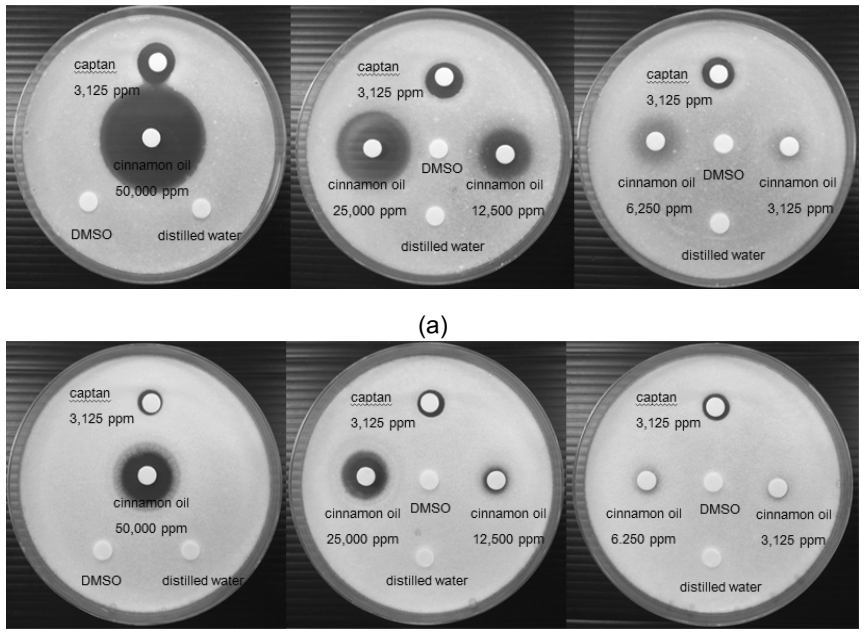


Figure 2 Inhibition zone of cinnamon oil in various concentrations (a) *P. citrinum* (b) *A. flavus*

Table 2 Efficiency of cinnamon oil for antifungal *P. citrinum* and *A. flavus* at 48 hr.

Concentration (ppm)	Inhibition zone of antifungal ±SD (mm)	
	P. citrinum [1/]	***A. flavus*** [1/]
50,000	28.97±	14.06±
25,000	14.47±	9.62±
12,500	16.58*±	7.26*±
6,250	0[a]	0 [a]
3,125	0 [a]	0 [a]
3,125 (captan)	10.81±	8.16±
Dimethyl sulfoxide (DMSO)	0 [a]	0[a]
Distilled water	0 [a]	0 [a]

[1/] Means (n=3) within a column followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$, * Inhibition zone has white thin mycelium.

วิจารณ์และสรุปผล

จากการแยกชนิดของเชื้อราจากตัวอย่างยางแผ่นจากแหล่งรับซื้อยางแผ่นจำนวน 4 แหล่งในจังหวัดอุบลราชธานี พบว่า เชื้อราส่วนใหญ่ที่พบได้บนยางแผ่นมี 5 ลักษณะ โดยพบเชื้อรา *A. flavus* มากที่สุด รองลงมาได้แก่ *P. citrinum* และ *A. tamarii* ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยที่มีรายงานเกี่ยวกับชนิดของเชื้อราที่พบได้บนยางแผ่น เช่น *P. citrinum, A. niger, A. ochraceus, A. flavus*, *A. fumigatus*, *Cladosporium cladosporioidis*, *Colletotrichum* sp. , *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Mucor* sp., *Trichoderma* sp. และ *Rhizopus* sp. เป็นต้น[14,20,21]

เมื่อนำอบเชยมาทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการกลั่น พบว่า น้ำมันหอมระเหยอบเชยมีสีเหลือง มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิต เท่ากับ 0.88% สอดคล้องกับงานวิจัยของ Li และ คณะ[15] ที่รายงานว่า เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยอบเชยที่สกัดด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.72-3.08% ซึ่งเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดและแหล่งของอบเชยที่นำมาใช้ในการสกัด และจากการทดสอบ

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยอบเชยที่ระดับความเข้มข้น 50,000 25,000 12,500 6,250 และ 3,125 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. citrinum* และ *A. flavus* ที่แยกได้จากยางแผ่น พบว่า น้ำมันหอมระเหยอบเชยสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. citrinum* ได้ที่ระดับความเข้มข้นที่ต่ำที่สุด คือ 12,500 พีพีเอ็ม โดยสามารถสังเกตเห็นบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้อย่างชัดเจนที่ 24 ชั่วโมง แต่เมื่อสังเกตผลการทดลองที่ 48 ชั่วโมงพบว่า มีเส้นใยบางๆจากบริเวณขอบของบริเวณยับยั้งการเจริญกลับเข้ามาในบริเวณที่ยับยั้งการเจริญ ในขณะที่ระดับความเข้มข้น 25,000 พีพีเอ็ม สามารถสังเกตเห็นบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้อย่างชัดเจนที่ 24 ชั่วโมง และเมื่อวัดผลการทดลองที่ 48 ชั่วโมง พบว่ายังสามารถมองเห็นบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้อย่างชัดเจนแต่มีขนาดของบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อราลดลง สำหรับเชื้อรา *A. flavus* พบว่า น้ำมันหอมระเหยอบเชยสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ที่ระดับความเข้มข้นที่ต่ำที่สุด คือ 25,000 พีพีเอ็ม โดยสามารถสังเกตเห็นบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้อย่างชัดเจนที่ 24 ชั่วโมง และเมื่อวัดผลการทดลองที่ 48 ชั่วโมง พบว่ายังสามารถมองเห็นบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้อย่างชัดเจนแต่มีขนาดของบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อราลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากน้ำมันหอมระเหยอบเชยมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยอบเชยที่ดีที่สุดคือ 25,000 พีพีเอ็ม สอดคล้องกับรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ที่ระบุว่า น้ำมันหอมระเหยอบเชยมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อรา *P. citrinum* และ *A. flavus* ได้ เนื่องจากในน้ำมันหอมระเหยอบเชย มีสาร cinnamaldehyde เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเป็นสารที่ออกฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อรา[22,8,23,24] โดย cinnamaldehyde ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบถาวรของลักษณะทางสัณฐานวิทยาและโครงสร้างขนาดเล็ก เช่น การสูญเสียความแข็งแรงและความสมบูรณ์ของผนังเซลล์ การสร้างพลาสมาเมมเบรนเกิดการหยุดชะงัก ไมโตคอนเดรียถูกทำลาย เกิดการพับกันของเซลล์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกิดจากการที่ cinnamaldehyde อาจจะไปรบกวนปฏิกิริยาของเอนไซม์ของการสังเคราะห์ผนังเซลล์จึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาและการเจริญเติบโตของเชื้อรา[25] นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bang และคณะ[26] ที่พบว่า cinnamaldehyde มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราโดยการควบคุมการสังเคราะห์ β-(1,3)-glucan และไคตินซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ของเชื้อรา

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ยางพารา. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2557. สืบค้นจาก URL:http://www.oae.go.th/download/download_journal/2558/yearbook57.pdf 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2559.
2. สำนักพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ผลของการศึกษายางพาราของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. สถานการณ์ยางพาราและการปรับตัวของเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. สืบค้นจาก URL: http://eris.nesdb.go.th/pdf/ รายงานยางพารา.pdf 22 กรกฎาคม พ.ศ.2559.
3. ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล. เกณฑ์ในการรับซื้อยางจากเกษตรกรจุดรวบรวมยางและเงื่อนไขการผลิตตามโครงการส่งเสริมการใช้ยางในหน่วยงานภาครัฐ. วารสารยางพารา ตุลาคม-ธันวาคม (23):2558 สืบค้นจาก URL: http://www.rubberthai.com/emag/files/Y_2566/ISSUE_4/FILE/f17022016-045339_23full.pdf 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2559.
4. Esuruoso OF. Fungi that cause mouldiness of processed sheet rubber in western Nigeria. Mycopathol Mycol Appl 1970;42 (1-2):187-89.
5. ประภัสสร อักษรพันธ์, วีระพร ศุทธากรณ์, วราภรณ์ เลิศพูนวิไลกุล. ปัจจัยคุกคามสุขภาพ จากการทำงานและภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงของคนงานโรงงานยางแผ่นรมควัน. วารสารพยาบาลสาร 2555;39(3):26-37.
6. อรัญ หันพงศ์กิตติกูล, เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร, จริยา สากยโรจน์, สุพรรษา ชาญด้วยกิจ, ไกรยศ แซ่ลิ้ม, ศิรินุช ด้วงสุข. การหาสาเหตุและการป้องกันการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่น.รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. สืบค้นจาก URL: http://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=RDG4850069 30 มิถุนายน พ.ศ. 2559.
7. กิตติกานต์ กุแก้ว. ความเป็นไปได้ในการใช้ สารเคมียับยั้งการเจริญของราบนยางแผ่นดิบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา). บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2554.
8. ชุติมณฑน์ พลอยประดับ, ดุษณี ธนะบริพัฒน์, จำรูญ เล้าสินวัฒนา. ฤทธิ์การยับยั้งเชื้อราของน้ำมันหอมระเหยต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *Aspergillus flavus* IMI 242684. ใน: เอกสารการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

ขอนแก่น. ขอนแก่น; 2557. หน้า 677-83.

9. อุดมลักษณ์ สุขอัตตะ, วิชัย หฤทัยธนาสันติ์, วลัยรัตน์ จันทรปานนท์, อุไรวรรณ ดิลกคุณานันท์, ภาณุวัฒน์ สรรพกุล. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันกานพลู น้ำมันอบเชย และการเสริมฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคหลังการเก็บเกี่ยวขององุ่น. ใน: เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ; 2551. หน้า 497-504.
10. ภัสจนันท์ หิรัญ, อรพิน เกิดชูชื่น, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์. อิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งเชื้อรา *Rhizopus stolonifer*, *Cladosporium herbarum* และ *Penicillium* sp. Agricultural Sci J 2009;40(3)(Suppl.):29-32.
11. ภัสจนันท์ หิรัญ, อรพิน เกิดชูชื่น, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์. การยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus* spp. โดยน้ำมันหอมระเหยกานพลูและอบเชย. Agricultural Sci J 2010;41(3/1)(Suppl.):):21-4.
12. Wahegaonkar NK, Shirurkar DD. Antifungal activity of selected plant derived oils and some fungicides against seed borne fungi of maize. Euro J Exp Bio 2012;2(5):1693-696.
13. Gupta C, Garg AP, Uniyal RC, Kumari A. Comparative analysis of the antimicrobial activity of cinnamon oil and cinnamon extract on some food-borne microbes. Afr J Microbiol Res 2008;2(9):247-51.
14. สุพรรษา ชาญด้วยกิจ. การควบคุมการเจริญของเชื้อราบนยางพาราแผ่นโดยใช้สารเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2551.
15. Li YQ, Kong DX, Wu H. Analysis and evaluation of essential oil components of cinnamon barks using GC-MS and FTIR spectroscopy. Ind Crops Prod 2013;41:269- 78.
16. Kasim NN, Ismail SNAS, Masdar ND, Hamid FA, Nawawi WI. Extraction and potential of cinnamon essential oil towards repellency and insecticidal activity. IJSRP 2014;4(7) :612-17.
17. แสงระวี แก้วเมืองฝาง. การตรวจหาสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราในพืชสมุนไพร 12 ชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่;2543.
18. ปิยะวดี เจริญวัฒนา. ประสิทธิภาพของสารสกัดพลูในการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus flavus*. Agricultural Sci J 2007;38(6)(Suppl.):50-3.
19. Pompimon W, Jomduang J, Prawat U, Mankhetkorn S. Anti-*Phytopthora capsici* activities and potential use as antifungal in agriculture of *Alpinia galanga* Swartz, *Curcuma longa* Linn, *Boesenbergia pandurata* Schut and *Chromolaena odorata*: bioactivities guided isolation of active ingredients. Am J Agri & Biol Sci 2009;4(1):83-91.
20. Dayaratne WC, Munasinghb HL. Mould contamination of rubber. Q Jl Rubb Res Inst Ceylon 1971;48:136-46.
21. Shamsi S, Chowdhury P. Mycoflora associated with rubber sheets and its management by common salt (sodium chloride). J Asiat Soc Bangladesh Sci 2014;40(1):79-87.
22. Singh G, Maurya S, deLampasona MP, Catalan CAN. A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituents. Food Chem Toxicol 2007;45:1650-661.
23. Simic A, Sokovic MD, Ristic M, Jovanovic SG, Vukojevic J, Marin PD. The chemical composition of some Lauraceae essential oils and their antifungal activities. Phytother Res 2004;18:713-17.
24. Vidyasagar GM, Tabassum N. Antifungal investigations on plant essential oils. a review. Int J Pharm Pharm Sci 2013;5(2):19-28.
25. Xing F, Hua H, Selvaraj JN, Zhao Y, Zhou L, Liu Y et al. Growth inhibition and morphological alterations of *Fusarium verticillioides* by cinnamon oil and cinnamaldehyde. Food Control 2014;46:343-50.
26. Bang KH, Lee DW, Park HM, Rhee YH. Inhibition of fungal cell wall synthesizing enzymes by *trans*-cinnamaldehyde. Biosci Biotechnol Biochem 2000;64(5): 1061-063.