



การยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่นด้วยสารสกัดจากสมุนไพร Inhibition of Fungal Growth on Rubber Sheet by Herbal Extracts

สายสมร ล้าลอง^{1*} และนิศยา คำพันธ์¹

Received: July, 2016; Accepted: April, 2017

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่น สมุนไพรที่ศึกษามี 11 ชนิด ได้แก่ ใบพลู ข่า กานพลู อบเชย กระเทียม ตะไคร้หอม กระชาย โหระพา ขี้เหล็ก สะเดา และพืชมะกรูด สมุนไพรถูกสกัดด้วยเมทานอลเป็นเวลา 7 วัน จากการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของใบพลู ข่า กานพลู อบเชย กระเทียม ตะไคร้หอม กระชาย โหระพา ขี้เหล็ก สะเดา และพืชมะกรูด เท่ากับ 6.14 2.81 11.91 9.46 5.74 2.94 6.14 5.65 3.75 6.45 และ 13.20 ตามลำดับ ประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรถูกทดสอบโดยการสเปรย์สารสกัดสมุนไพรบนยางแผ่น และสังเกตการเกิดเชื้อราบนยางแผ่นเป็นเวลา 30 วัน พบว่า สารสกัดจากใบพลู และข่า สามารถยับยั้งการเกิดเชื้อราบนยางแผ่นได้ เป็นเวลา 30 วัน ที่ความเข้มข้นต่ำสุด 5 % นอกจากนี้ยังศึกษาผลของสารสกัดสมุนไพรต่อสมบัติยางคอมปาวด์ และสมบัติของยางวัลคาไนซ์พบว่า สารสกัดจากใบพลู และข่า ไม่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์ ในเทอมของความแข็ง การเสียรูปหลังการกด โมดูลัส ความทนทานต่อแรงดึงจนขาด การยืดจนขาด และความทนทานต่อการฉีกขาด

คำสำคัญ : สมุนไพร; เชื้อรา; ยางแผ่น; ข่า; ใบพลู

¹ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

* Corresponding Author E - mail Address: g3936619@hotmail.com

Abstract

This work studied the efficiency of herbal extracts on the inhibition of fungal growth on rubber sheet. There were 11 types of herbs: betel, galangal, clove, cinnamon, garlic, citronella, galingale, sweet basil, cassia, neem and kaffir lime peel. Herbs were extracted by methanol for 7 days. The results showed that the % yield of betel, galangal, clove, cinnamon, garlic, citronella, galingale, sweet basil, cassia, neem and kaffir lime peel were 6.14, 2.81, 11.91, 9.46, 5.74, 2.94, 6.14, 5.65, 3.75, 6.45 and 13.20, respectively. Efficiency of plant extracts was tested by spraying plant extracts on rubber sheets and then observing the fungal growth on the rubber sheets for 30 days. It was found that plant extracts from betel and galangal inhibited fungal growth on rubber sheets for 30 days at minimum concentration 5 %. Moreover, the effect of plant extract on the rubber compound and vulcanized rubber properties showed that betel and galangal does not affect mechanical properties of vulcanized rubber in terms of hardness, compression set, modulus, tensile strength, elongation at break and tear resistance.

Keywords: Herbs; Fungi; Rubber Sheet; Galangal; Betel

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] ขั้นตอนการนำน้ำยางธรรมชาติมาทำเป็นยางแผ่นโดยวิธีการง่าย ๆ ของเกษตรกรชาวสวนยาง ในบางครั้งพบว่ากระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอนอาจไม่ได้มีความพิถีพิถันเท่าที่ควร บางครั้งอาจพบปัญหา เช่น การนำยางแผ่นที่ขึ้นมาซ้อนกัน การล้างยางแผ่นดิบไม่สะอาดก่อนนำไปอบหรือผึ่งแห้ง อาจพบปัญหายางแผ่นมีสีสนิมหรือเกิดมีเชื้อราเจริญบนยางแผ่นเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะสภาวะที่บรรยากาศโดยรอบมีความชื้นสูง [2] การมีเชื้อราเจริญบนยางแผ่น นอกจากจะทำให้ยางแผ่นมีคุณภาพลดลง ส่งผลให้เกษตรกรขายยางแผ่นในราคาที่ต่ำลง ยังอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพของเกษตรกรหรือคนงานในโรงงานยางแผ่นรมควัน [2] - [3] เชื้อราที่พบบนยางแผ่นส่วนใหญ่ ได้แก่ *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Paecilomyces*, *Trichoderma* [4] การกำจัดเชื้อราบนยางแผ่นทำได้โดยการใช้สารเคมี ได้แก่ พาราโนไตรฟีนอล กรดอะซิติก โพแตสเซียมซอร์เบต โพแตสเซียมเบนโซเอต น้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ [5] การใช้สารเคมีสามารถยับยั้งเชื้อราได้อย่างรวดเร็ว แต่การใช้สารเคมีอาจก่อปัญหาสิ่งแวดล้อม หากใช้สารเคมีติดต่อกันนานเกินไปอาจทำให้เกิดการต้านทานสารเคมี [6] หรือการใช้สารเคมีในการยับยั้งเชื้อราอาจมีสารตกค้างในผลิตภัณฑ์ยาง การใช้สมุนไพรเป็นสารยับยั้งเชื้อราเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ

เพราะสมุนไพรเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ จึงมีกลุ่มนักวิจัยหลายกลุ่มศึกษาประสิทธิภาพของพืชสมุนไพร เช่น ใบขี้เหล็ก [6] ข่า ขมิ้น [7] ใบพลู [8] สะระแหน่ [9] กระเทียม กานพลู [10] สะเดา ยูคาลิปตัส [11] อบเชย ตะไคร้ มะกรูด [12] โพลี มะละกอ มะรุม เจตมูลเพลิงแดง [13] ใบชะพลู กะเพรา หอมแดง [14] ในการยับยั้งการเจริญเชื้อราที่พบบนยางแผ่น เชื้อรากลุ่ม *Fusarium* sp. [6] *Lasiodiplodia theobromae* [6] *Penicillium expansum* [9] *Collectotrichum gloeosporioides* [10], [15] *Collectotrichum* sp. [13] *Aspergillus flavus*. [16] - [18] *Aspergillus niger* [17] *Rhizopus* sp. [17] และ *Staphylococcus aureus* [19] เป็นต้น อัจฉรา และคณะ [6] ศึกษาประสิทธิภาพสารสกัดหยาบจากใบขี้เหล็กในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Lasiodiplodia theobromae* พบว่าสารสกัดหยาบจากใบขี้เหล็กที่ความเข้มข้น 10,000 mg/L สามารถควบคุมการงอกของสปอร์เชื้อราทั้งสองชนิดได้ Supreetha, S. และคณะ [20] พบว่าสารสกัดจากข่าด้วยเอทานอลสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Candida albicans* กลุ่มวิจัยของ Thongson, C. และคณะ [21] พบว่ากระชายมีฤทธิ์ต้านจุลชีพ *Listeria monocytogenes* และ *Salmonella typhimurium* DT 104 สายสมร และคณะ [14] พบว่าสารสกัดหยาบจากกานพลูและใบพลูสามารถนำมาใช้ในการควบคุมเชื้อรา *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp. และ *Rhizopus* sp. ได้

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบนยางแผ่น ได้แก่ ใบพลู ข่า กานพลู อบเชย กระเทียม ตะไคร้หอม กระชาย โหระพา ขี้เหล็ก สะเดา และผิวมะกรูด ตอนแรกได้ศึกษาหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตของสมุนไพรแต่ละชนิด หลังจากนั้นนำสารสกัดไปสเปรย์ลงบนยางแผ่นเพื่อสังเกตการยับยั้งเชื้อรา นอกจากนี้ยังศึกษาผลของสารสกัดสมุนไพรต่อสมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์ เนื่องจากงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับสารสกัดสมุนไพรต่อสมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์มีการรายงานน้อย แต่เป็นส่วนที่มีความสำคัญมาก ซึ่งข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ทำให้ทราบชนิดของพืชสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา นอกจากนี้สมุนไพรดังกล่าวต้องไม่ส่งผลกระทบต่อสมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์ เพื่อว่าเกษตรกรจะสามารถเลือกนำพืชสมุนไพรไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้

วัสดุและวิธีการ

พืชวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยสมุนไพร 11 ชนิด ได้แก่ ใบพลู (*Piper betle* Linn.) ข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) กานพลู (*Syzygium aromaticum* Merr. et Perry) อบเชย (*Cinnamomum* spp.) กระเทียม (*Allium sativum* L.) ตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus* Rendle.) กระชาย (*Boesenbergia pandurata* Holtt.) โหระพา (*Ocimum basilicum* Linn.) ขี้เหล็ก (*Cassia siamea* Lamk.) สะเดา (*Azadirachta indica* A. Juss) และผิวมะกรูด (*Citrus hystrix* DC.) พืชสมุนไพรที่นำมาทดลองเป็นพืชที่มีสารสำคัญที่ยับยั้งเชื้อราเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ซึ่งรวบรวมจากตลาดท้องถิ่นจังหวัดอุบลราชธานีในเดือนสิงหาคม - ตุลาคม พ.ศ. 2557

1. การเตรียมสารสกัดสมุนไพร

นำสมุนไพรมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 40 - 45 องศาเซลเซียส บดให้ละเอียด ชั่งน้ำหนักสมุนไพรแห้ง 100 กรัม ใส่ในตัวทำละลายเมทานอล 400 มิลลิลิตร เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นกรองสารสกัดนำไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่อง Rotary Evaporator จะได้ของแข็งเหนียว และชั่งน้ำหนักสารสกัดหยาบหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิต

2. การยับยั้งการเกิดเชื้อราบนยางแผ่น

สเปรย์สารสกัดสมุนไพรที่ความเข้มข้น 2.5 5 และ 10 % โดยใช้ตัวทำละลายคือ เมทานอลลงบนยางแผ่นขนาด 5 x 5 เซนติเมตร ด้านละ 0.5 มิลลิลิตร (ปริมาณสารสกัดสมุนไพร 1 มิลลิลิตร ต่อ 1 แผ่น) จำนวน 3 แผ่น ต่อ 1 สารสกัด แล้ววางบนแท่งแก้วในกล่องพลาสติกที่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ 90 % ดังรูปที่ 1 สังเกตและบันทึกผลการเกิดเชื้อราบนยางแผ่นเป็นระยะเวลา 30 วัน



รูปที่ 1 การวางแผ่นยางที่สเปรย์ด้วยสารสกัดสมุนไพร

3. การเตรียมยางคอมพาวด์

เตรียมยางแผ่นที่ไม่สเปรย์สารสกัด (กลุ่มควบคุม) สเปรย์ตัวทำละลายเมทานอล และสเปรย์สารสกัดจากใบพลู และชำ เก็บไว้ 30 วัน หลังจากนั้นนำไปเตรียมยางคอมพาวด์ โดยใช้เครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้ง ซึ่งมีส่วนผสมดังตารางที่ 1 หลังจากนั้นทดสอบเวลาในการขึ้นรูปด้วยเครื่องมูนีวิสโคมิเตอร์ (Mooney Viscometer)

ตารางที่ 1 สูตรยางคอมพาวด์

ยางและสารเคมี	parts per hundred of rubber (phr)
ยางธรรมชาติ	100.00
Zinc Oxide	6.00
Stearic acid	0.50
กำมะถัน	3.50
2-mercaptobenzothiazole (MBT)	0.50
สมุนไพร	0.70

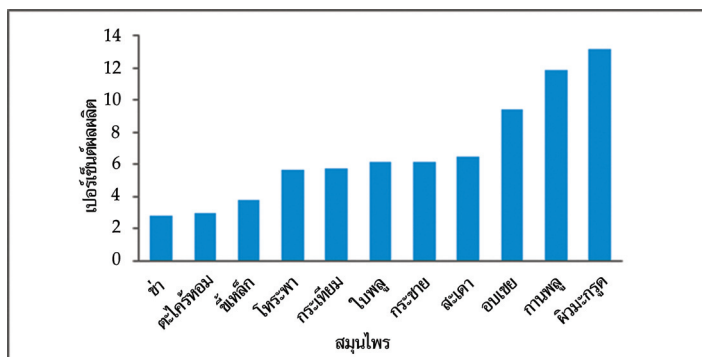
4. ศึกษาสมบัติเชิงกล

นำยางคอมพาวด์รีดผ่านลูกกลิ้งเพื่อให้ได้ความหนา 5 - 10 มิลลิเมตร อัดด้วยเครื่องอัดที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ตามระยะเวลาของยางแต่ละสูตร หลังจากนั้นนำยางที่ผ่านการวัลคาไนซ์ไปตัดชิ้นทดสอบ นำชิ้นทดสอบไปศึกษาสมบัติเชิงกลด้วยเครื่อง Tensometer ดึงด้วยความเร็ว 500 มิลลิเมตรต่อนาที วัดค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 300 % ค่าความทนทานต่อแรงดึง ค่าการยืดจนขาด (ตามมาตรฐาน ASTM D412) ค่าความทนทานต่อการฉีกขาด (ตามมาตรฐาน ASTM D624)

ผลการศึกษา

1. สารสกัดหยาบจากสมุนไพร

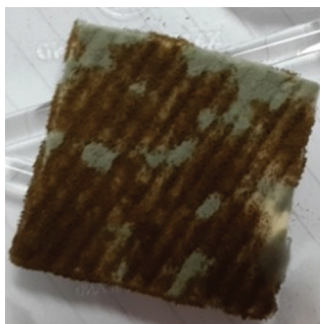
สารสกัดหยาบจากสมุนไพร เตรียมจากการนำสมุนไพร แช่ในตัวทำละลายเมทานอล เป็นระยะเวลา 7 วัน จากนั้นกรองสารสกัดนำไประเหยตัวทำละลายจะได้ของแข็งเหนียวพบว่า สารสกัดจากสมุนไพร ได้แก่ ข่า ตะไคร้หอม ขี้เหล็ก โหระพา กระเทียม ใบพลู กระชาย สะเดา อบเชย กานพลู และพืชมะกรูด มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตเท่ากับ 2.81 2.94 3.75 5.65 5.74 6.14 6.14 6.45 9.46 11.91 และ 13.20 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า สารสกัดสมุนไพรที่มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตมากที่สุด คือ พืชมะกรูด และรองลงมา คือ กานพลู ดังรูปที่ 2 สมุนไพรแต่ละชนิดมีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตของสารสกัดหยาบที่แตกต่างกัน เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีสารที่ละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน แสดงว่าพืชมะกรูดและกานพลูมีสารที่ละลายในตัวทำละลายที่มีขั้วในปริมาณสูงทำให้ได้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของสารสกัดหยาบสูงกว่าพืชสมุนไพรชนิดอื่น



รูปที่ 2 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของสารสกัดสมุนไพร

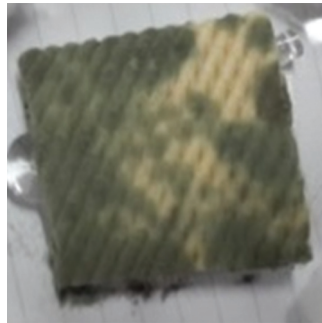
การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรเพื่อยับยั้งการเกิดเชื้อราบนยางแผ่นของสมุนไพร 11 ชนิด พบว่า ตัวควบคุม คือ แผ่นยางที่ไม่ได้สเปรย์ด้วยสารสกัดสมุนไพรจะมีเชื้อราเกิดขึ้นในวันที่ 3 (ยับยั้งเชื้อราได้ 2 วัน) แผ่นยางที่สเปรย์ด้วยตัวทำละลายจะมีเชื้อราเกิดขึ้นในวันที่ 4 (ยับยั้งเชื้อราได้ 3 วัน) ดังรูปที่ 3 และตารางที่ 2 แผ่นยางที่สเปรย์ด้วยสารสกัดจากสมุนไพรแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราแตกต่างกัน สารสกัดจากอบเชย โหระพา กานพลู กระเทียมไม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราเนื่องจากเกิดเชื้อราเกิดขึ้นในวันที่ 3 (ยับยั้งเชื้อราได้ 2 วัน) สารสกัดจากขี้เหล็ก ตะไคร้หอม สะเดา

มีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราเพียงเล็กน้อย ส่วนสารสกัดจากผิวมะกรูด กระชาย มีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราปานกลาง สารสกัดจากใบพลู และข่ามีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราสูงที่สุด ที่ความเข้มข้นต่ำสุด 5 % สามารถยับยั้งการเกิดเชื้อราบนยางแผ่นได้ในระยะเวลา 30 วัน สอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะวดี [16] ซึ่งพบว่าสารสกัดหยาบจากใบพลูด้วยตัวทำละลาย 4 ชนิด คือ อะซิโตน ไดคลอโรมีเทน เอทิลอะซิเตตและเมทานอลสามารถยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus niger* A748 สายสมร และคณะ [14] ก็รายงานว่ใบพลูที่สกัดด้วยเอทิลอะซิเตตสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Penicillium* sp. และ *Rhizopus* sp. ได้ดีที่สุด ประภัสสร และคณะ [22] พบว่าสารสกัดจากพลูมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราหลายชนิด ได้แก่ *Curvularia lunata*, *Penicillium* sp., *Cladosporium cladosporioides*, *Chaetomium globosum*, *Rhizopus oligosporus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* เป็นต้น Nazmul M.H.M. และคณะ [23] ศึกษาพืชในประเทศมาเลเซียที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราแล้วพบว่าใบพลูสามารถยับยั้ง *Aspergillus flavus*, *Candida albicans*, *Microsporum canis*, *Trichophyton mentagrophytes* และ *Trichophyton rubrum* ได้อย่างดี สำหรับข่ามีการรายงานว่ามีสารสำคัญคือ Gingerol ที่แสดงผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียและเชื้อราหลายชนิดในการทดลองในหลอดทดลอง (*in vitro*) [24] ในงานวิจัยนี้พบว่าประสิทธิภาพสารสกัดจากสมุนไพรเพื่อยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่น มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น (ตัวบ่งชี้ว่าประสิทธิภาพสารสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่น คือ จำนวนวันก่อนที่จะมีเชื้อราเกิดขึ้นบนยางแผ่น ยิ่งมีจำนวนวันมาก แสดงว่าสารสกัดสมุนไพรมีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งเชื้อรา) ดังตารางที่ 2 และรูปที่ 4 การที่สารสกัดจากใบพลู และข่าสามารถยับยั้งการเกิดเชื้อราบนยางแผ่นได้ในระยะเวลา 30 วัน ซึ่งระยะเวลาที่เกษตรกรส่วนใหญ่เก็บยางแผ่นไว้เพื่อรอเวลาให้ราคายางแผ่นสูงขึ้นหรือรอเพื่อให้มีจำนวนมากพอในการนำไปขายอยู่ในช่วงเวลาไม่เกิน 30 วัน สารสกัดจากใบพลูและข่าจึงมีความเป็นไปได้ในการที่จะนำมาสเปรย์เพื่อยับยั้งเชื้อรา ก่อนที่เกษตรกรจะนำไปขาย ดังนั้นจึงเลือกสารสกัดจากใบพลู และข่า มาทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป เพื่อศึกษาผลของสารสกัดจากใบพลู และข่าต่อสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์ เนื่องจากหากสารสกัดจากใบพลู และข่าส่งผลต่อกระบวนการขึ้นรูป คือ เวลาที่ใช้ในการวัลคาไนซ์ หรือทำให้สมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์น้อยกว่ายางแผ่นที่ไม่ได้สเปรย์ด้วยสารสกัด เกษตรกรก็ไม่สามารถนำเอาสารสกัดจากใบพลู และข่ามาใช้ในการยับยั้งเชื้อราได้ เพราะจะส่งผลต่อกระบวนการขึ้นรูปในโรงงานอุตสาหกรรมยาง นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อสมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์ยางด้วย



(ก) ยางแผ่นที่ไม่ได้สเปรย์ด้วยสารสกัด (control)

รูปที่ 3 ลักษณะการเกิดเชื้อราบนยางแผ่น

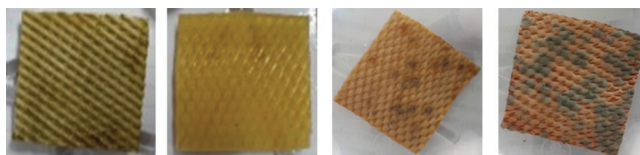


(ข) ยางแผ่นที่สเปรย์ด้วยเมทานอล เป็นเวลา 10 วัน

รูปที่ 3 ลักษณะการเกิดเชื้อราบนยางแผ่น (ต่อ)

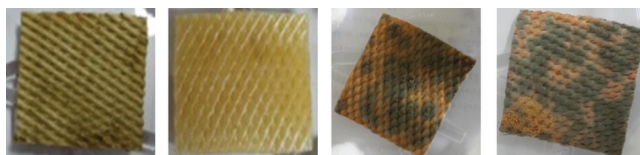
ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นของสารสกัดสมุนไพรที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

สมุนไพร	การยับยั้ง (วัน)		
	2.5 %	5 %	10 %
ตัวควบคุม	2	2	2
เมทานอล	3	3	3
ใบพลู	15	30	30
ข่า	4	30	30
กานพลู	4	2	3
อบเชย	3	3	2
กระเทียม	2	4	4
ตะไคร้หอม	4	6	7
กระชาย	6	14	16
โหระพา	2	2	2
ขี้เหล็ก	4	4	6
สะเดา	4	4	9
ผิวมะกรูด	7	7	15

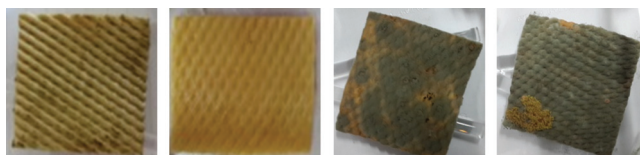


(ก) 5 วัน

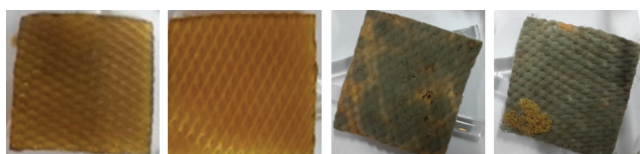
รูปที่ 4 ลักษณะการเกิดเชื้อราบนยางแผ่นที่สเปรย์ด้วยสารสกัดสมุนไพรที่ความเข้มข้น 10 % (ใบพลู ข่า กานพลู อบเชย)



(ข) 10 วัน



(ค) 20 วัน



(ง) 30 วัน

รูปที่ 4 ลักษณะการเกิดเชื้อราบนยางแผ่นที่สเปรย์ด้วยสารสกัดสมุนไพรที่ความเข้มข้น 10 % (ใบพลู ข่า กานพลู อบเชย) (ต่อ)

2. วัลคาไนเซชัน (Vulcanization)

เพื่อศึกษาเวลาที่ใช้ในการวัลคาไนซ์โดยการนำยางคอมปาวด์มาหาเวลาสุกของยางโดยใช้เครื่องมือนี้ วิเคราะห์ทดสอบหาสถานะของการวัลคาไนซ์ของยาง พบว่ายางคอมปาวด์ที่เตรียมจากยางแผ่นที่ไม่มีการสเปรย์ด้วยสารสกัดหยาบสมุนไพร (ตัวควบคุม) ยางแผ่นที่สเปรย์ด้วยเมทานอล (ตัวทำละลายของสารสกัด) ยางแผ่นที่สเปรย์ด้วยสารสกัดหยาบจากใบพลู มีค่า Scorch Time เท่ากับ 5.03 4.93 4.66 และ 5.36 นาที ตามลำดับ และมีค่า Cure Time เท่ากับ 19.15 18.33 18.16 และ 18.08 นาที ตามลำดับ ดังตารางที่ 3 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ยางแผ่นที่สเปรย์และไม่สเปรย์ด้วยสารสกัดจากใบพลู และข่า ทั้งค่า Scorch Time และ Cure Time มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือ ตัวทำละลายเมทานอล และสารสกัดจากใบพลู และข่า ไม่มีผลต่อเวลาในการขึ้นรูปของยางคอมปาวด์ แสดงว่าสามารถใช้สารสกัดจากใบพลูและข่าเพื่อยับยั้งการเกิดเชื้อราบนยางแผ่นโดยไม่ส่งผลกระทบต่อเวลาในการขึ้นรูปของยางคอมปาวด์

ตารางที่ 3 เวลาการขึ้นรูปของยางคอมปาวด์

สารที่ใช้ในการสเปรย์	Scorch Time (นาท) $\pm$ S.D.	Cure Time (นาท) $\pm$ S.D.
ตัวควบคุม	5.03 $\pm$ 0.46	19.15 $\pm$ 0.46
เมทานอล	4.93 $\pm$ 0.26	18.33 $\pm$ 0.21
สารสกัดจากใบพลู	4.66 $\pm$ 0.24	18.16 $\pm$ 0.20
สารสกัดจากข่า	5.36 $\pm$ 0.06	18.08 $\pm$ 0.07

S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. สมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์

จากตารางที่ 4 ยางวัลคาไนซ์ที่เตรียมจากยางแผ่นที่ไม่ได้สเปรย์ด้วยสารสกัด (ตัวควบคุม) ยางแผ่นที่สเปรย์ด้วยตัวทำละลายเมทานอล ยางแผ่นที่สเปรย์ด้วยสารสกัดใบพลู และข่า มีค่าความแข็งแรงหลังการกด โมดูลัสที่ระยะยืด 300 % ความทนทานต่อแรงดึง การยืดจนขาด ความทนทานต่อการฉีกขาดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าตัวทำละลายเมทานอลและสารสกัดจากใบพลูและข่า ไม่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์ในแง่ความแข็งแรง ค่าโมดูลัส ค่าความทนทานต่อแรงดึง การยืดจนขาด หรือความทนทานต่อแรงดึง เพราะการนำแผ่นยางมาสเปรย์ด้วยสารสกัดใบพลู และข่าไม่ได้ทำให้สมบัติเชิงกลเหล่านี้มีค่าลดลง นั่นคือการนำสารสกัดใบพลู และข่า มาสเปรย์บนยางแผ่นเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่นสามารถทำได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์

ตารางที่ 4 สมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์

สมบัติ	สมุนไพร			
	ตัวควบคุม	เมทานอล	ใบพลู	ข่า
ความแข็งแรง (ชอร์ เอ)	33.0 $\pm$ 0.0	33.4 $\pm$ 0.6	34.6 $\pm$ 0.6	33.4 $\pm$ 0.6
การเสียรูปหลังการกด (%)	37.2 $\pm$ 0.4	36.7 $\pm$ 0.3	35.4 $\pm$ 0.2	35.54 $\pm$ 0.2
โมดูลัสที่ระยะยืด 300 % (MPa)	1.23 $\pm$ 0.04	1.24 $\pm$ 0.02	1.32 $\pm$ 0.06	1.30 $\pm$ 0.03
ความทนทานต่อแรงดึง (MPa)	5.96 $\pm$ 0.08	5.97 $\pm$ 0.10	6.62 $\pm$ 0.07	6.31 $\pm$ 0.23
การยืดจนขาด (%)	633 $\pm$ 12	633 $\pm$ 11	683 $\pm$ 14	660 $\pm$ 14
ความทนทานต่อการฉีกขาด (N/mm)	30.8 $\pm$ 0.3	30.8 $\pm$ 0.3	31.4 $\pm$ 0.3	31.2 $\pm$ 0.3

สรุปผลการดำเนินการ

จากการศึกษาสารสกัดหยาบจากสมุนไพร 11 ชนิด ได้แก่ ใบพลู ข่า กานพลู อบเชย ตะไคร้หอม กระเทียม กระชาย โหระพา ขี้เหล็ก สะเดา และพืชมะกรูด พบว่า สารสกัดจากใบพลู และข่า มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเกิดเชื้อราบนยางแผ่นได้สูงที่สุดที่ปริมาณความเข้มข้นต่ำสุด 5 % ซึ่งสามารถยับยั้งได้เป็นระยะเวลา 30 วัน ตัวทำละลาย และสารสกัดสมุนไพรจากใบพลู และข่า ไม่มีผลต่อเวลาในการขึ้นรูปของ

ยางคอมปาวด์ และสมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์ ได้แก่ ความแข็ง การเสีรูปหลังการกด โมดูลัส ความทนทานต่อแรงดึงจนขาด การยืดจนขาด และความทนทานต่อการฉีกขาดของยางวัลคาไนซ์ ดังนั้นสารสกัดสมุนไพรจากใบพลูและข่าด้วยตัวทำละลายเมทานอลมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปเป็นสารยับยั้งเชื้อราโดยไม่ส่งผลต่อสมบัติของยางคอมปาวด์และสมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สำหรับการสนับสนุนในด้านเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี (PERCH-CIC)

References

- [1] Office of Agricultural Economics. (2014). Agricultural Statistics of Thailand 2014. Accessed (25 July 2016). Available (http://www.oae.go.th/download/download_journal/2558/yearbook57.pdf) (in Thai)
- [2] Dayaratne, W.C. and Munasinghe, H.L. (1971). Mould Contamination of Rubber. Quarterly Journal - Rubber Research Institute of Ceylon. Vol. 48. pp. 136-146
- [3] Aksornpan, P., Suthakorn, W. and Lertpoonwilikul, W. (2012). Occupational Health Hazards and Health Status Related to Risk Among Qorkers in a Smoked Rubber Sheet Plant. Nursing journal. Vol. 39. No. 3. pp. 26-37 (in Thai)
- [4] Premphet, P., Leksakul, K., Sririn, T. and Choomkaew, P. (2012). Analysis of Fungi Occurred and Assessment of Carbon Footprint in Smoked Rubber Process. IE Network Conference 2012, 17-19 October, 2012, Cha-am, Phetchaburi. pp. 1043-1050 (in Thai)
- [5] Hanpongkittikun, A., Pongpaijit, S., Sakayaroj, J., Chanduakit, S., Saelim, K. and Duangthong, S. (2009). Causes and Prevention of Fungal Growth on Rubber Sheets. Report Project. (in Thai)
- [6] Chatkaew, A., Uthairatanakij, A., Wongsheree, T. and Jitareerat, P. (2009). Efficacy of Crude Extract from *Cassia siamea* (Lamk.) Leaves to Inhibit *Fusarium* sp. and *Lasiodiplodia theobromae*, a Causal Agents of Banana Crown Rot. Agricultural Science Journal. Vol. 40. No. 3. pp. 33-36 (in Thai)
- [7] Sunopuk, S., Dungkokkrud, N. and Pechsom, J. (2014). Inhibition of *Vibrio parahaemolyticus* by Herbal Extracts in Household (Galangal, Ginger, Turmeric and Kaempferia). Research and Development Health System Journal. Vol. 7. No. 2. pp. 59-67

- [8] Nouri, L., Nafchi, A.M. and Karim, A.A. (2014). Phytochemical, Antioxidant, Antibacterial, and α -amylase Inhibitory Properties of Different Extracts from Betel Leaves. *Industrial Crops and Products*. Vol. 62. pp. 47-52
- [9] Bagamboula, C.F., Uyttendaele, M. and Debevere, J. (2004). Inhibitory Effect of Thyme and Basil Essential Oils, Carvacrol, Thymol, Estragol, Linolool and *p*-cymene towards *Shigella sonnei* and *S.flexneri*. *Food microbiology*. Vol. 21. Issue 1. pp. 33-42
- [10] Chanel K.D., Cheryl L.L. and Filicity A.V. (2015). *In vivo* Application of Garlic Extracts in combination with clove oil to prevent postharvest decay caused by *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum* and *Neofabraea alba* on apples. *Postharvest Biology and Technology*. Vol. 99. pp. 88-92
- [11] Sangnak, V. and Nalumpang, S. (2010). Efficiency of Wood Vinegar Extracts from Eucalyptus and Neem Trees for Controlling *Collectotrichum gloeosporioides*. *Journal of Agriculture*. Vol. 26. No. 3. pp. 213-222 (in Thai)
- [12] Lumlong, S. and Yodsing, P. (2016). Utilization of Essential Oils from Thai Herbs on the Inhibition of Growth of Fungi on Para Rubber Sheets. *Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University*. Vol. 18. No. 1. pp. 30-38 (in Thai)
- [13] Chaichompoo, W. and Phichai K. (2010). Effect of Plant Extract on Growth Inhibition of *Colletotrichum* sp. *Research Journal*. Vol. 3. No. 2. pp. 18-25 (in Thai)
- [14] Lumlong, S., Wonhtala, A. Taveepanich, S. and Suwanakood, P. (2013). Efficacy of Some Thai Medical Plant Crude Extracts on Growth Inhibition on Fungi on Rubber Sheets. *Science Journal Ubon Ratchathani University*. Vol. 3. (suppl). pp. 28-40 (in Thai)
- [15] Khewkhom, N., Sopon, B. and Kaewsuksang, S. (2010). Antifungal Activity of *Alpinia galanga* Crude Extract Against *Colletotrichum gloeosporioides* of Four Fruits. *Agricultural Science Journal*. Vol. 41. No. 3/1. (Suppl.). pp. 437-440 (in Thai)
- [16] Charoenwattana, P. (2007). Antifungal Efficiency of *Piper betle* L. on *Aspergillus flavus*. *Agricultural Science Journal*. Vol. 38. No. 6 (Suppl.). pp. 50-53 (in Thai)
- [17] Kantapa, R., Kunasakdakul, K., Vearsilp, S. and Thanapornpoonpong, S. (2011). Inhibitory Effect of Clove, Basil and Peppermint Essential Oils on Growth of *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* and *Rhizopus* sp. *in vitro*. *Agricultural Science Journal*. Vol. 42. No. 1. (Suppl.). pp. 421-424 (in Thai)
- [18] Tian, J., Huang, B., Luo, X., Zeng, H., Ban, X., He, J. and Wang, Y. (2012). The Control of *Aspergillus flavus* with *Cinnamomum jensenianum* Hand.-Mazz Essential Oil and its Potential use as a Food Preservative. *Food Chemistry*. Vol. 130. pp. 520-527
- [19] Oonmetta-aree, J., Suzuki, T., Gasaluck, P. and Eumkeb, G. (2006). Antimicrobial Properties and Action of Galangal (*Alpinia galanga* Linn.) on *Staphylococcus aureus*. *LWT-Food Science and Technology*. Vol. 39. No. 10. pp. 1214-1220

- [20] Supreetha, S., Sharadadevi M., Suqueira, P.S., Jithesh, J., Shreyas, T. and Amit, M. (2011). Antifungal Activity of Ginger Extract on *candida albicans*: an *in-vitro* Study. *Journal of Dental Sciences and Research*. Vol. 2. No. 2. pp. 18-21
- [21] Thongson, C., Davison, P.M, Mahakarnchanakul, W. and Vibulsresth, P. (2005). Antimicrobial Effect of Thai Spices Against *Listeria Monocytogenes* and *Salmonella Typhimurium* DT 104. *Journal of Food Protection*. Vol. 68. No. 10. pp. 2054-2058
- [22] Rugthaworn, P., Dilokkunanant, U. and Sukatta, U. (2010). Antibacterial and Antifungal Activities of the Essential Oil and Crude Extract of *Piper betle* L. Against Microorganism Contaminated in Public Toilets. *Journal of Bureau of Alternative Medicine*. Vol. 3. No. 2. pp. 22-32 (in Thai)
- [23] Nuzmul, M.H.M, Salmah, I., Syahid, A. and Mahmood, A.A. (2011). *In-vitro* Screening of Antifungal Activity of Plants in Malaysia. *Biomedical Research*. Vol. 22. No. 1. pp. 28-30
- [24] Ficker, C., Smith, M.L., Akpagana, K., Gbeassor, M., Zhang, J., Durst, T., Assabgui, R. and Arnason, J.T. (2003). Bioassay-Guided Isolation and Identification of Antifungal Compounds from Ginger. *Phytotherapy Research*. Vol. 17. No. 8. pp. 897-902