การใช้น้ำส้มควันไม้ต่อการยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นธรรมชาติ

Application of Wood Vinegar for Antifungal Growth on Natural Rubber Sheet

จันทิมา ชั่งสิริพร[1*] พฤกระยา พงศ์ยี่หล้า[1] กาญจนา ขันทกะพันธ์[1] และนิรณา ชัยฤกษ์[1]
Juntima Chungsiriporn[1*], Prukraya Pongyeela[1], Kanjana Kuntakapun[1] and Nirana Chairerk[1]

บทคัดย่อ

น้ำส้มควันไม้เป็นของเหลวที่ได้จากการเผาถ่านในสภาวะอับอากาศจัดเป็นสารจากธรรมชาติที่สามารถใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตร อาหาร และยา เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นกรดและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์จึงเป็นที่สนใจในการนำมาใช้สำหรับการยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราของน้ำส้มควัน 3 ชนิด ได้แก่ น้ำส้มควันจากไม้ไผ่ น้ำส้มควันจากไม้ยางพารา และน้ำส้มควันจากไม้ยูคาลิปตัส วิเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ในน้ำส้มควันไม้โดยวิธี GC-MS ดำเนินการทดลองยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นดิบด้วยน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยปริมาตร ผลการศึกษาพบว่า สารสำคัญในน้ำส้มควันไม้ประกอบด้วยกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ได้แก่ กรดแอซีติก กรดโพรพาโนอิก และกรดบิวทาโนอิก และส่วนประกอบฟีนอลิก เช่น ฟีนอลและครีซอล ทั้งนี้องค์ประกอบและปริมาณของสารสำคัญในน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิดมีความคล้ายคลึงกัน นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิดมีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นได้มากกว่า 90%

คำสำคัญ: น้ำส้มควันไม้ไผ่ น้ำส้มควันไม้ยางพารา น้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัส ยับยั้งเชื้อรา ยางแผ่นดิบ องค์ประกอบทางเคมี

Abstract

Wood vinegar, a product of burning wood under airless conditions, is well known as an all- purpose natural chemical and can be used in the agricultural, food, and pharmaceutical industries. Because of its acidity and ability to inhibit the growth of microorganisms, there is considerable interest in its use as an anti-fungal agent for rubber sheet products. The objective of this research was to study the characteristics and effects of bamboo, rubber, and eucalyptus vinegars on natural rubber products. Volatile organic compounds in the vinegars were detected by GC-MS. The results showed that the main chemical components were organic acids such as acetic acid, propanoic acid and butanoic acid, and phenolic components such as phenol and cresol, the types and amounts of which varied depending on the wood species. There were many similarities between the components of bamboo vinegar and those of rubber and eucalyptus vinegar. The experiments to do with the anti-microbial properties of the vinegars were conducted by introducing various concentrations of wood vinegars at 10%, 20%, and 30% by volume. The results showed that the bamboo, rubber, and eucalypt vinegars had inhibitory effects on the growth of fungi. The efficiencies of the inhibitory effects on the growth of the fungi of all three wood vinegars were rated at over 90% and were based on the extent of inhibition zone at the same concentration of wood vinegar.

Keywords: bamboo vinegar, rubber vinegar, eucalyptus vinegar, anti-fungal, natural rubber sheet, volatile organic compounds

คำนำ

น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) เป็นของเหลวที่ได้จากการควบแน่นของควันระหว่างการเผาถ่านไม้ ภายใต้สภาพอับอากาศที่อุณหภูมิการเผาไหม้ประมาณ 300-400 องศาเซลเซียส (Bunsan, 2009) สารประกอบต่าง ๆ ในไม้จะถูกสลายตัวด้วยความร้อนเกิดเป็นสารประกอบใหม่มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลไหม้หรือสีน้ำตาลปนแดงที่มีฤทธิ์เป็นกรด น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบที่สำคัญ ได้แก่ น้ำประมาณ 85% กรดอินทรีย์ประมาณ 3% และสารอินทรีย์อื่น ๆ ประมาณ 12% โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 1.5-3.0 มีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.012-1.024 โดยจะแตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ (Prepram, 2012) น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ มากกว่า 200 ชนิด (Rattanaporn et al., 2008) ซึ่งเกิดจาก

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90110
[1] Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90110
*Corresponding author, E-mail: juntima.c@psu.ac.th

การสลายตัวของไม้ด้วยความร้อน เช่น กรดอินทรีย์และแอลกอฮอล์ชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากการสลายตัวของเฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลส หรือสารฟีนอลที่ได้จากการสลายตัวของลิกนิน สารประกอบที่สำคัญได้แก่ กรดแอซีติกเป็นสารกลุ่มออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อรา แบคทีเรีย และไวรัส สารประกอบฟีนอลเป็นสารในกลุ่มการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นสารในกลุ่มออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค และแมลงศัตรูพืช เอทิลเอ็นวาเลอเรตเป็นสารในกลุ่มเร่งการเจริญเติบโตของพืชและเมทานอลเป็นสารในกลุ่มออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อรา แบคทีเรีย และไวรัส (Puttinun, 2011)

ยางแผ่น (natural rubber) ผลิตโดยการเพิ่มสารตกตะกอนให้กับน้ำยางสด รีดเป็นแผ่นบางแล้วตากให้แห้งในแสงแดด เนื่องจากยางแผ่นมีความชื้นสูง การเจริญเติบโตของเชื้อราจึงสามารถเกิดขึ้นได้ในระหว่างกระบวนการเก็บยาง ซึ่งเป็นปัญหาในการผลิตยางธรรมชาติ ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของยางและราคาขาย ดังนั้นในกระบวนการผลิตยางแผ่นจึงต้องเพิ่มสารต้านเชื้อราเพื่อยับยั้งเชื้อรา ซึ่งสารต้านเชื้อราในตลาดส่วนใหญ่จะมีพิษสูงและไม่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จึงมีการวิจัยสารประกอบที่ไม่เป็นพิษซึ่งสามารถทำหน้าที่เป็นสารฆ่าเชื้อราที่เกษตรกรสามารถนำไปใช้ได้อย่างปลอดภัย น้ำส้มควันไม้เป็นสารเคมีธรรมชาติที่ถูกนำมาใช้ในการยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่น เนื่องจากมีส่วนประกอบสำคัญของกรดอินทรีย์และสารประกอบฟีนอลที่สามารถยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคได้ (Velmurugan et al., 2009) อีกทั้งน้ำส้มควันไม้ยังเป็นสารจับตัวและป้องกันเชื้อราสำหรับการผลิตแผ่นยางธรรมชาติและช่วยชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ทำให้เกิดโรค เช่น *Fusarium, Pythium* และ *Rhizoctonia* ได้เป็นอย่างดี (Yagi and Tsukamoto, 1991)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นดิบของน้ำส้มควัน 3 ชนิด ได้แก่ น้ำส้มควันจากไม้ไผ่ น้ำส้มควันจากไม้ยางพารา และน้ำส้มควันจากไม้ยูคาลิปตัส ดำเนินการทดลองยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นดิบโดยการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยปริมาตร และวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์ในน้ำส้มควันไม้ด้วยกระบวนการ gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของสารสำคัญที่มีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อราของน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิด

วิธีการศึกษา

การเตรียมน้ำส้มควันไม้

นำไม้ไผ่ ไม้ยางพารา และไม้ยูคาลิปตัส ปริมาณ 100 กิโลกรัม จัดวางและเผาในเตาเผาแนวนอนขนาด 200 ลิตร ในช่วงอุณหภูมิ 300-400 องศาเซลเซียส ควันที่ออกมาจากกระบวนการสลายตัวทางความร้อนของไม้ จะถูกควบแน่นด้วยเครื่องควบแน่นและผ่านคอลัมน์แยกน้ำมันดิน ให้สารประกอบอยู่ในรูปของน้ำส้มควันไม้ ทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำส้มควันไม้ที่ได้ และเก็บในภาชนะทึบแสงปริมาณ 100 มิลลิลิตร สำหรับการวิจัยและส่งวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่อง gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

การทดสอบ

ตัดตัวอย่างยางแผ่นขนาด 10x10 เซนติเมตร เตรียมน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ ไม้ยางพารา และไม้ยูคาลิปตัสเจือจางด้วยน้ำกลั่นที่ความเข้มข้นร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยปริมาตร นำแผ่นยางที่เตรียมไว้แช่ในน้ำส้มควันไม้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เป็นเวลา 5 นาที ทิ้งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง และนำตัวอย่างยางแผ่นที่แห้งวางซ้อน 3 ชั้น เก็บในกล่องที่มีความชื้น 87±1% เป็นเวลา 3 สัปดาห์ หลังจากนั้นวัดอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อราบนยางแผ่นที่ใช้น้ำส้มควันไม้ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยการนับจำนวนโคโลนีบนยางแผ่นเปรียบเทียบกับยางแผ่นชุดควบคุมที่ไม่ใช้น้ำส้มควันไม้

การวิเคราะห์เชื้อรา

วัดพื้นที่การเจริญเติบโตของเชื้อราบนพื้นผิวของแผ่นยาง ทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราด้วยการนับจำนวนโคโลนีโดยใช้วิธีนับจำนวนเพลตมาตรฐานและกำหนดคุณสมบัติทางเคมีกายภาพโดยใช้วิธี FDA, 2001 (Tournas et al., 2015) ตัดตัวอย่างยางแผ่นแต่ละชิ้นขนาด 2x2 เซนติเมตร เรียงซ้อนกัน 4 ชั้น เติมสารละลายเพปโทนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 30 นาที จะได้สารละลายอาหารตัวอย่าง ปิเปตสารละลายตัวอย่างลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เพลตละ 0.1 มิลลิลิตร จากนั้นเกลี่ยให้สารละลายตัวอย่างกระจายทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ จนกระทั่งสารละลายตัวอย่างซึมผ่านอาหารเลี้ยงเชื้อ (ประมาณ 10 นาที) ทำ 3 ซ้ำ และนำเพลตที่วางซ้อนกันไม่เกิน 3 เพลตไปเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน นับจำนวนโคโลนี โดยรายงานจากการลดลงของจำนวนเชื้อโคโลนีต่อ cm^2 (CFU/cm^2) นำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญโดยใช้สูตร

เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง = [(A – B) / A] x 100

เมื่อ A คือ ค่าเฉลี่ยของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อราชุดเปรียบเทียบ
B คือ เฉลี่ยของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อราของตัวอย่าง

วิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง (n=3) และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (±SD) และวิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของข้อมูล โดยใช้ One-way ANOVA (single factor) โดยใช้ Duncan's Multiple Comparison Tests ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ($P<0.05$)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้จากไม้ทั้ง 3 ชนิด

น้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ จากไม้ยางพารา และจากไม้ยูคาลิปตัสที่วิเคราะห์ มีค่า pH เท่ากับ 3.54, 3.49 และ 3.64 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้ที่สำคัญ 10 ชนิด ประกอบด้วย ไฮดรอกซีอะซิโตน (2-propanone, 1-hydroxy) กรดแอซีติก (acetic acid) กรดบิวทาโนอิก (butanoic acid) กรดโพรพาโนอิก (propanoic acid) ไซโคทีน (cyclotene) กัวไอเอคอน (guaiacol) ฟีนอล (phenol) เบนซินเมทานอล (benzenemathanol) ครีซอล (p-cresol) และไซริงคอล (Syringol) แสดงใน Table 1 โดยสารประกอบอินทรีย์ในน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิดส่วนใหญ่เป็นองค์ประกอบของกรดแอซีติกประมาณ 80% ของสารอินทรีย์ทั้งหมด องค์ประกอบทางเคมีดังกล่าวพบในน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่สูงกว่าน้ำส้มควันไม้จากไม้ยางพาราและน้ำส้มควันไม้จากไม้ยูคาลิปตัส ตามลำดับ สารประกอบเหล่านี้ให้ลักษณะของกลิ่นที่มีกลิ่นฉุน โดยกลิ่นที่พบมากที่สุด คือ กรดแอซีติก มีกลิ่นเปรี้ยว สารกัวไอเอคอน ครีซอล และไซริงคอล มีกลิ่นควัน (Akakabe et al., 2006) สารประกอบอินทรีย์ดังกล่าวทำให้เกิดกลิ่นเฉพาะตัวของน้ำส้มควันไม้ โดยน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด มีองค์ประกอบทางเคมีที่ใกล้เคียงกันจึงมีกลิ่นที่คล้ายกัน อีกทั้งองค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้จะสามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของน้ำส้มควันไม้ ซึ่งน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพจะประกอบด้วยกรดแอซีติกและสารฟีนอลสูง ซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคได้เป็นอย่างดี

Table 1 Volatile organic compounds in bamboo, eucalyptus, and rubber wood vinegar.

No.	Compound	% of Total area		
		Bamboo wood	Eucalyptus wood	Rubber wood
1	Acetic acid	37.09	29.14	34.09
2	2-Propanone, 1-hydroxy	4.14	2.97	4.23
3	Propanoic acid	3.10	1.48	1.91
4	Butanoic acid	1.00	0.56	1.04
5	Cyclotene	2.13	2.25	2.76
6	2-Methoxyphenol (Guaiacol)	3.77	2.11	2.64
7	Phenol	7.73	3.21	3.03
8	Benzenemathanol	2.80	0.91	0.53
9	p-Cresol	1.06	0.92	0.85
10	Phenol, 2,6-dimethoxy (Syringol)	5.26	9.15	6.15
	Total	68.08	52.70	57.23

ผลการวิจัยใน Table 1 พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด แสดงให้เห็นความแตกต่างของความเข้มข้นและประเภทของส่วนประกอบ ซึ่งอาจเกิดจากแหล่งที่มาของไม้ที่ใช้ในการผลิต ส่วนประกอบในน้ำส้มควันไม้ประกอบด้วยผลิตภัณฑ์จากคาร์บอไนเซชันของลิกนินซึ่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบหลักของลิกโนเซลลูโลส (Amen-Chen et al., 2001) ซึ่งประกอบด้วยหน่วยฟีนิลโพรเพน โดยในน้ำส้มควันไม้ไผ่มีส่วนประกอบของสารแอซีติกและสารประกอบฟีนอลสูงสุด (Akakabe et al., 2006) ที่เป็นสารสำคัญในน้ำส้มควันไม้ มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อรา รองลงมาคือ น้ำส้มควันไม้ยางพาราและน้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัส ตามลำดับ ดังนั้นส่วนประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเผาถ่านจากไม้จึงขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ที่ใช้ ซึ่งพบปริมาณสารสำคัญในน้ำส้มควันไม้ไผ่สูงสุด การผลิตน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่จึงให้คุณภาพของน้ำส้มควันไม้ที่ดีกว่าการใช้ไม้ยางพาราและไม้ยูคาลิปตัส

ผลของความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้ต่อการยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่น

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราของน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ ไม้ยางพารา และไม้ยูคาลิปตัส ที่เจือจางด้วยน้ำกลั่นที่ความเข้มข้น 10, 20 และ 30% ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราที่ความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ น้ำส้มควันไม้จากไม้ยางพารา และน้ำส้มควันไม้จากไม้ยูคาลิปตัสบนยางแผ่น หลังจากการเก็บยางแผ่นเป็นเวลา 3 สัปดาห์ รายงานผลในหน่วย CFU/cm^2 จำนวนโคโลนีของเชื้อราบนยางแผ่น (Table 2) โดยเชื้อราส่วนใหญ่ที่พบบนยางพาราแผ่นนั้น ได้แก่ *Aspergillus, Fusarium, Penicillium, Paecilomyces* และ *Trichoderma* พบว่า การเจริญเติบโตของเชื้อโคโลนีของยางแผ่นควบคุม (ที่ไม่ใช้น้ำส้มควันไม้) จะเกิดเชื้อราสูงสุด ในขณะที่ยางแผ่นที่ใช้น้ำส้มควันไม้จะเกิดเชื้อราน้อย แสดงให้เห็นว่าน้ำส้มควันไม้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบนพื้นผิวยางแผ่นได้ (Baimark and Niamsa, 2009)

Table 2 Colony forming unit of fungi on rubber sheets (mean ± SD) after treatment with different concentrations of bamboo, eucalyptus or rubber wood vinegar, storage for 3 weeks at room temperature.

Samples	Fungal count (CFU/cm^2)
Control	$4.1 \times 10^3 \pm 0.22^h$
10 % v/v bamboo vinegar	148 ± 0.12^f
20 % v/v bamboo vinegar	85 ± 1.52^e
30% v/v bamboo vinegar	35 ± 1.40^c
10 % v/v rubber vinegar	25 ± 1.89^c
20 % v/v rubber vinegar	13 ± 2.00^b
30% v/v rubber vinegar	60 ± 2.09^d
10 % v/v eucalyptus vinegar	318 ± 1.45^g
20 % v/v eucalyptus vinegar	20 ± 0.04^c
30% v/v eucalyptus vinegar	5 ± 2.58^a

Different small letters within one column indicate a significant difference ($P<0.05$).

จากผลการวิจัยพบว่า เชื้อราเริ่มเกิดบนยางแผ่นหลังจากเก็บตัวอย่างยางที่ความชื้นสัมพัทธ์ 87±1% เป็นเวลา 3 สัปดาห์ น้ำส้มควันไม้จากไม้ยางพารา น้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ และน้ำส้มควันไม้จากไม้ยูคาลิปตัสที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่นดิบได้ 99%, 96% และ 92% ตามลำดับ และที่ความเข้มข้นน้ำส้มควันไม้ร้อยละ 20 และ 30 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ค่อนข้างดี ($<10^3$ CFU/cm^2) เนื่องจากการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นสูงจะมีสภาพความเป็นกรดของกรดแอซีติกและสารประกอบฟีนอลที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวยางแผ่นที่สูงจึงสามารถยับยั้งเชื้อราได้ดี จากการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้ร้อยละ 30 มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบนยางแผ่นได้ดีกว่าความเข้มข้นร้อยละ 10 และ 20 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 แม้ว่าความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้ที่สูงขึ้นจะมีผลในการลดปริมาณเชื้อราบนพื้นผิวยางแผ่นสูง อย่างไรก็ตามน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถใช้ยับยั้งเชื้อราได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน การใช้น้ำส้มควันไม้ความเข้มข้นร้อยละ 10 จึงมีความคุ้มค่าในการใช้งานในด้านต้นทุนมากกว่าการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นสูง ๆ เหมาะแก่การใช้ยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นแก่อุตสาหกรรมยางที่ต้องการลดค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีได้เป็นอย่างดี

สรุปผลการศึกษา

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า น้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลและกรดแอซีติกสูงกว่าน้ำส้มควันไม้จากไม้ยางพารา และน้ำส้มควันไม้จากไม้ยูคาลิปตัส ทั้งนี้น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด สามารถใช้เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบนยางแผ่นได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่สามารถใช้แทนสารยับยั้งเชื้อราที่มีความเป็นพิษสูงได้ การใช้น้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร เป็นความเข้มข้นเพียงพอที่สามารถลดการเจริญเติบโตของเชื้อราในระหว่างการเก็บรักษาได้ โดยมีความคุ้มค่าในด้านต้นทุนมากกว่าการใช้ความเข้มข้นสูงและช่วยลดกลิ่นในระหว่างกระบวนการอบแห้ง อย่างไรก็ตาม การใช้น้ำส้มควันไม้จะต้องเจือจางด้วยน้ำอย่างเหมาะสมก่อนการใช้ เนื่องจากความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้เป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณาเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนสถานที่การทำวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Akakabe, Y., Tamaru, Y., Takabayashi, M., Iwamoto, S., and Nyugaku., T. 2006. Volatile organic compounds with characteristic odor in bamboo vinegar. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry* 70: 2797-2799.

Amen-Chen, C., Pakdel, H., and Roy, C. 2001. Production of monomeric phenols by thermochemical conversion of biomass: a review. *Bioresource Technology* 79: 277-299.

Baimark, Y., and Niamsa, N. 2009. Study on WVs for use as coagulating and anti-fungal agents on the production of natural rubber sheets. *Biomass and Bioenergy* 33: 994-998.

Bunsan, T. 2009. *Study on the effect of soil-based wood vinegar for growing Chinese kale*. Nakhon Sawan: Nakhon Sawan Rajabhat University.

Prepram, T. 2012. The disadvantage of using bio-fermented water and wood vinegar in the coagulation of rubber. *Journal of natural* 33: 2-18.

Puttinun, P. 2011. Wood vinegar. *Natural Agriculture* 9: 928-933. (in Thai).

Rattanaporn, K., Darunee, C., Sanun, J., Sadudee, W., and Sopon, V. 2008. Effect of wood vinegar on growth and yield of groundnut seeds, Khon Kaen 6 and Tainan 9 seed species. *Journal of Agriculture* 36: 125-132.

Tournas, V., Stack, M. E., Mislivec, P. B., Kock, H. A., and Bandler, R. 2015. Bacteriological analytical manual chapter 18, yeasts, molds, and mycotoxin. U.S. Food and Drug Administration; 2001. https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/Laboratory Methods/ucm071435.htm. (10 May 2015).

Velmurugan, N., Hanand, S. S., and Lee, Y. S. 2009. Anti-fungal activity of neutralized wood vinegar with water extracts of *Pinus densiflora* and *Quercus serrata* saw dusts. *International Journal of Environmental Research* 3: 167-176.

Yagi, T., and Tsukamoto, S. 1991. Development of phytopathogenic fungi on the media containing WV. In *Proceeding of the Association of Plant Protection*. pp. 93-98. Japan: Hokuriku.

Yaman, S. 2004. Pyrolysis of biomass to produce fuels and chemical feedstocks. *Energy Conversion and Management* 45: 651-671.

วันรับบทความ (Received date) : 5 ธ.ค. 62

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 24 ม.ค. 63

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 9 มี.ค. 63