บทที่ 3

การศึกษาสมบัติเบื้องต้นของน้ำส้มควันไม้

3.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ไม้เป็นทรัพยากรที่มีความทนทานตามธรรมชาติต่ำ ถูกทำลายด้วยแมลง มอดและราได้ง่าย (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2527) เฉพาะไม้ยางพาราเป็นไม้ที่มีปริมาณแป้งและน้ำตาลสูง จึงกลายเป็นอาหารของพวกแมลงและเชื้อรา จากการผุพังหรือเสื่อมจากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ ทำให้มีการใช้สารเคมีเพื่อยับยั้งการเสื่อมสภาพของไม้ซึ่งมีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่อง สารเคมีรักษาเนื้อไม้มีความเป็นพิษต่อศัตรูทำลายไม้ แต่สารเคมีมีผลกระทบต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม (ฐานความรู้เรื่องความปลอดภัยด้านเคมี, 2547) เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาเหล่านี้จำเป็นต้องมีการศึกษาประสิทธิภาพและผลข้างเคียงของสารเคมีนั้น ปัจจุบันมีการวิจัยเพื่อหาสิ่งทดแทนสารเคมีอีกทั้งช่วยลดมลภาวะในสิ่งแวดล้อม เช่น สถาบันวิจัยด้านป่าไม้ของประเทศนิวซีแลนด์ Anon (1988) ได้ใช้ Foam อัดเข้าไปในเนื้อไม้เพื่อป้องกันเชื้อราไม้ และมีการศึกษาถึงแนวโน้มของการใช้ขี้ผึ้งในการเคลือบผิวไม้เพื่อป้องกันเชื้อราทำลายไม้ ซึ่งได้ผลดีเท่าเทียมกับสารเคมีบางชนิด และเป็นที่คาดหวังว่าการใช้ขี้ผึ้งอาจเป็นสารตัวใหม่ที่สามารถใช้ทดแทนสารเคมีรักษาเนื้อไม้ได้ (สุธาทิพย์ แสงกุล, 2532) งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำสารที่ได้จากธรรมชาติ คือ น้ำส้มควันไม้ (Wood Vinegar) ซึ่งเป็นสารที่เกิดจากการควบแน่นของควันไฟที่เกิดจากการเผาถ่าน น้ำส้มควันไม้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น การเกษตร ปศุสัตว์ อุตสาหกรรม และครัวเรือน ปัจจุบันนำไปใช้เคลือบผิวงานไม้ เพื่อป้องกันเนื้อไม้จากมอด แมลง และรา ซึ่งเริ่มนำไปใช้ในหัตถกรรมงานไม้ (โสภณ ลีลาธนาพิพัฒน์, 2546) และมีศึกษาพบว่าน้ำส้มควันไม้เป็นส่วนประกอบของสารฆ่าแมลงซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้การเกิดมลพิษต่ำ (Guangyuan, 2003)

ดังนั้นงานวิจัยในบทนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาสมบัติเบื้องต้นและแนวโน้มของน้ำส้มควันไม้ในการรักษาสภาพเนื้อไม้ยางพาราที่มีต่อเชื้อรา

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไม้ยางพาราเป็นไม้ที่มีความทนทานต่อศัตรูทำลายไม้พวกเชื้อรา แมลง ตามสภาพธรรมชาติได้น้อยกว่า 2 ปี ซึ่งปกติถ้าไม้ที่มีความทนทานตามธรรมชาติ ต่ำกว่า 6 ปี ก่อนนำไปใช้งานหรือประโยชน์ ควรต้องผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้เสียก่อน (อำไพ เปี่ยมอรุณ, ธีระ วีณิน

และทรงกลด จารุสมบัติ, 2547) เนื่องจากสุธาทิพย์ แสงกุล (2525) ศึกษาเกี่ยวกับการเข้าทำลายของเชื้อราที่มีต่อไม้ชนิดต่าง ๆ ผลของการทำลายเชื้อราที่มีต่อไม้ โดยส่วนมากจะแสดงออกมาในรูปของการสูญเสียน้ำหนัก ซึ่งการเข้าทำลายไม้ของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างคือ ชนิดของไม้ ชนิดของเชื้อรา อุณหภูมิ อาหาร และความชื้นซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการผุพังโดยเชื้อราได้ดี จากผลการทดลองปรากฏว่า ไม้ยางพารา จัดเป็นไม้ที่ไม่มีความทนทานเลย เนื่องจากเนื้อไม้ยางพารามีส่วนประกอบเคมีเป็นพวกคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำคัญของพวกเชื้อเห็ดราทำลายไม้ ดังนั้นการทำลายไม้ของเชื้อเห็ดรานี้จึงอยู่ในระดับสูง

มีวิวัฒนาการของการใช้สารเคมีรักษาเนื้อไม้เพื่อสร้างความเป็นพิษต่อศัตรูทำลายไม้ ซึ่งสารเคมีเหล่านี้มีผลกระทบต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงมีการค้นคว้าสิ่งทดแทนสารเคมีรักษาเนื้อไม้เพื่อช่วยลดมลภาวะในสิ่งแวดล้อมและวัฏจักรของระบบนิเวศน์ ดังงานวิจัยต่อไปนี้

สุธาทิพย์ แสงกุล (2532) ศึกษาถึงแนวโน้มการใช้ขี้ผึ้งในการป้องกันรักษาเนื้อไม้เปรียบเทียบกับการใช้สารเคมี TBTO, CuN และการใช้สารเคมีร่วมกับขี้ผึ้ง ทดสอบกับเชื้อราทำลายไม้ เป็นเวลา 2 เดือน ภายหลังสิ้นสุดการทดลองพบว่า ไม้ที่เคลือบด้วยขี้ผึ้งสามารถป้องกันเชื้อราทำลายไม้ได้ และมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการใช้สารเคมี TBTO, CuN และการใช้สารเคมีทั้งสองชนิดร่วมกับขี้ผึ้ง นอกจากนั้นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งแสดงว่าไม้ที่ผ่านการอาบสารเคมีและการเคลือบผิวด้วยขี้ผึ้งช่วยให้ไม้มีความทนทานสูงขึ้นกว่าปกติ และเป็นที่คาดหวังว่าการใช้ขี้ผึ้งอาจเป็นสารตัวใหม่ที่สามารถใช้ทดแทนสารเคมีรักษาเนื้อไม้ได้

สุธาทิพย์ พรหมโชติกุล (2535) ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ไขพาราฟินในการรักษาเนื้อไม้ เปรียบเทียบกับสารเคมี 2 ชนิด คือ 2 % Copper-8-Quinolinolate และ 0.5 % Metatin 58-10/101 ทดสอบกับเชื้อราทำลายไม้ ผลปรากฏว่าไม้ยางพาราและไม้กระถินเทพาที่ผ่านการเคลือบไขพาราฟินสามารถป้องกันการเข้าทำลายจากเชื้อราทำลายไม้ได้ โดยมีค่าประสิทธิภาพของสารเคมีต่อการป้องกันเชื้อรา 80-90 % ไม้ยางพาราเคลือบไขพาราฟิน และ 70-80 % ในไม้กระถินเทพาเคลือบไขพาราฟิน การใช้ไขพาราฟินเคลือบผิวไม้สามารถใช้ประโยชน์ในการป้องกันเชื้อราทำลายไม้ได้เท่าเทียมและ/หรือดีกว่าสารเคมีรักษาเนื้อไม้บางชนิด

งานวิจัยบทนี้จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาค้นคว้าหาสารที่ได้จากธรรมชาติเพื่อทดแทนสารเคมีป้องกันรักษาเนื้อไม้ สารธรรมชาตินี้ คือ น้ำส้มควันไม้ หรือ Wood Vinegar มีการศึกษาค้นคว้าดังต่อไปนี้

น้ำส้มควันไม้ดิบ เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของเหลวใส สีน้ำตาลแดงหรือสีเหลืองอมน้ำตาล เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ไม่ตกตะกอน ไม่มีสิ่งแปลกปลอมหรือสารแขวนลอย น้ำส้มควันไม้

เกิดจากการควบแน่นของควันไฟที่เกิดจากการเผาถ่านในช่วงอุณหภูมิเผา 300 ถึง 400 องศาเซลเซียส และผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์โดยตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนอย่างน้อย 45 วัน แล้วนำมากรอง น้ำส้มควันไม้ต้องมีกลิ่นเหมือนควันไฟ ต้องไม่เปลี่ยนสีเป็นสีดำ มีความเป็นกรด-ด่างประมาณ 3 ความถ่วงจำเพาะต้องไม้น้อยกว่า 1.005 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งจะแตกต่างกันตามชนิดของไม้ น้ำส้มควันไม้ประกอบด้วยสารอินทรีย์และกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดอะซิติก มีปริมาณมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารอื่น เช่น กรดฟอร์มิก เมธานอล ฟีนอล และอะซิโตน (พุฒินันท์ พึ่งวงศ์ญาติ, 2543) และจากการศึกษาของ จุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ และคณะ (2549) เกี่ยวกับการหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำส้มควันไม้จากขี้เลื่อยไม้ยางพารา ผลการทดลองเบื้องต้นพบว่าสภาวะที่เหมาะสมต่อการเก็บน้ำส้มควันไม้จากขี้เลื่อยไม้ยางพาราควรมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 350-400 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณกรดอะซิติก 93.847-126.471 กรัมต่อลิตร เมทานอล 0.412-1.769 กรัมต่อลิตร อะซิโตน 0.013-0.024 กรัมต่อลิตร และฟีนอล 0.097-0.100 กรัมต่อลิตร

น้ำส้มควันไม้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น การเกษตร ปศุสัตว์ อุตสาหกรรม และครัวเรือน น้ำส้มควันไม้เป็นสารที่คณะกรรมการอาหารและยาสหรัฐ (FDA) อนุญาตให้ใช้สำหรับแต่งกลิ่นควันในอาหาร รวมทั้งสามารถใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง ทดแทนสารเคมีอันตรายบางชนิดและใช้เคลือบผิวงานไม้ เพื่อป้องกันเนื้อไม้จากมอด แมลง และรา ปัจจุบันเริ่มนำไปใช้ในหัตถกรรมงานไม้ (โสภณ ลีลาธนาพิพัฒน์, 2546)

การรักษาสภาพเนื้อไม้มีความสำคัญต่อการป้องกันศัตรูทำลายเนื้อไม้ ดังนั้นหากมีการค้นคว้าสารที่ได้จากธรรมชาติเพื่อมาทดแทนสารเคมีจะเป็นการช่วยลดอันตรายต่อมนุษย์และลดความเสี่ยงสารตกค้างและจากการค้นคว้างานวิจัยต่าง ๆ น้ำส้มควันไม้มีแนวโน้มในการรักษาสภาพเนื้อไม้ได้

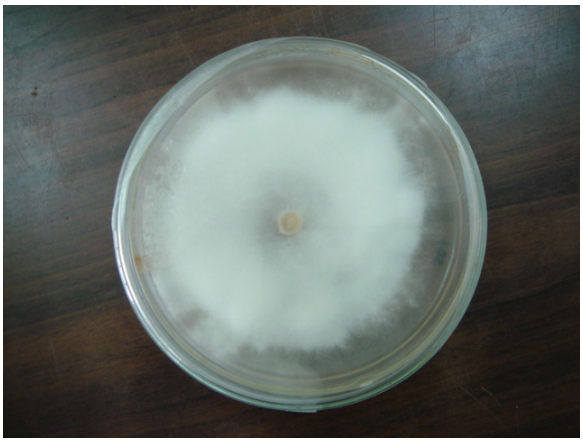
3.3 วัสดุ

3.3.1 น้ำส้มควันไม้สำหรับการทดลองนี้มี 3 ชนิด คือ น้ำส้มควันไม้ไผ่ ยูคาลิปตัส และกระถิน ซึ่งผลิตมาจากเตาอิวาเตะ น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด เป็นสารที่จะนำมาทดสอบหาสมบัติต่าง ๆ และศึกษาหาแนวโน้มในการรักษาสภาพไม้ยางพารา

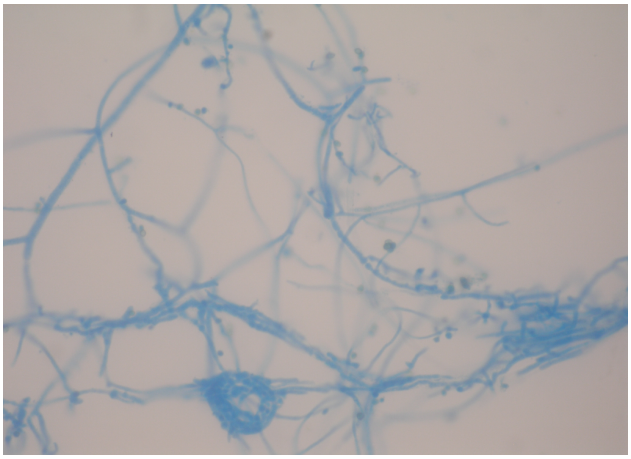
3.3.2 สารเคมีที่ใช้เป็นสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ ได้แก่ สารประกอบโบรอนชนิดทิมบอร์ เป็นน้ำยาสำหรับอาบน้ำยาไม้ซึ่งเป็นน้ำยาที่ใช้โดยทั่วไปในอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา สำหรับเป็นตัวเปรียบเทียบกับน้ำส้มควันไม้ในการทดลองการรักษาสภาพเนื้อไม้ยางพารา

3.3.3 ไม้ยางพารา (*Heavea brasilliensis* Muell. Arg) จากโรงงานแปรรูปไม้ทั่วไป เป็นไม้สด ซึ่งผ่านการเลื่อยแปรรูปและไม่ได้ผ่านกระบวนการอาบน้ำยาไม้ ไม้ยางพาราเป็นไม้ที่ใช้ทดสอบสำหรับการทดลองนี้

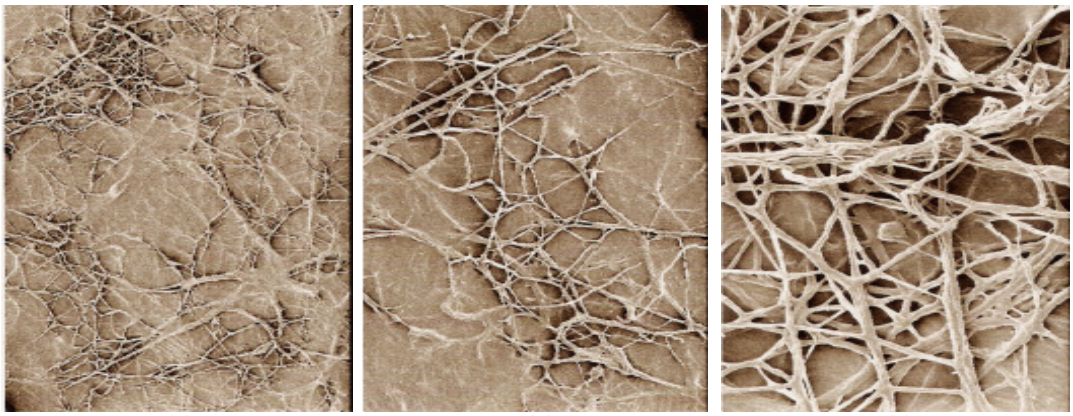
3.3.4 เชื้อราไม้สำหรับการทดลอง เชื้อราชนิดนี้มีลักษณะภายนอกเป็นเส้นใยสีขาว แสดงดังภาพประกอบที่ 3.1 และมีเส้นใยเป็นแบบมีผนังกั้น (Septate Hypha) เมื่อศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์ แสดงดังภาพประกอบที่ 3.2 และลักษณะโครงสร้างที่ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอน, SEM แสดงดังภาพประกอบที่ 3.3



ภาพประกอบที่ 3.1 เชื้อราไม้สำหรับการทดลอง



ภาพประกอบที่ 3.2 ลักษณะเส้นใยแบบมีผนังกั้นของเชื้อราไม้ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์



(a) (b) (c)

ภาพประกอบที่ 3.3 โครงสร้างของเชื้อราไม้สำหรับการทดลอง เป็นภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอน (SEM) กำลังขยาย (a) 100, (b) 200 และ (c) 500 เท่า

3.3.5 อาหารเลี้ยงเชื้อราชนิดแข็ง Sabouraud 4% Dextrose Agar (SDA) ของ Merk, Germany โดยละลายอาหารในอัตราส่วน 65 กรัม ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร แล้วนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส โดยใช้ความดัน 15 psi เป็นเวลา 15 นาที แล้วเทใส่จานเพาะเชื้อ (plate) จานละ 18 มิลลิลิตร สำหรับการทดลองนี้ใช้ SDA สำหรับเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อราในการทดสอบการรักษาสภาพไม้ภายหลังผ่านการอาบน้ำยาแล้ว

3.4 อุปกรณ์

3.4.1 ไฮโดรมิเตอร์ ของ Precision ช่วงความหนาแน่น 1.000 – 2.000 g/cm^3 เป็นอุปกรณ์วัดความหนาแน่นของของเหลว มีลักษณะเป็นกระเปาะกลวงยาว ปิดทุกด้าน ส่วนปลายด้านล่างมีน้ำหนักถ่วงไว้เพื่อให้ลอยตั้งตรง ด้านบนมีลักษณะเป็นหลอดยาวแคบ ๆ มีขีดบอกระดับที่จมสามารถอ่านค่าความหนาแน่นในระดับสายตา แสดงดังภาพประกอบที่ 3.4 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ภาพประกอบที่ 3.4 ไฮโดรมิเตอร์

3.4.2 พีเอชมิเตอร์ ของ Russell Model RL 150 เป็นเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของสาร ซึ่งมีสถานะเป็นของเหลว สามารถทราบค่าที่แน่นอน โดยการอ่านค่าที่แสดงเป็นตัวเลขจากหน้าจอหลังมีการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง แสดงดังภาพประกอบที่ 3.5 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ภาพประกอบที่ 3.5 พีเอชมิเตอร์

3.4.3 เครื่องเลื่อยสายพาน ของ Petzing & Hartmann Kassel West-Gremany Model Pehaka ใช้สำหรับเลื่อยไม้ยางพาราให้มีขนาดตามกำหนด แสดงดังภาพประกอบที่ 3.6 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ภาพประกอบที่ 3.6 เครื่องเลื่อยสายพาน

3.4.4 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography, GC) รุ่น HP 6850 Gas Chromatography with Flame Ionization Detector แก๊สโครมาโทกราฟีเป็นเทคนิคของการแยกและวิเคราะห์สาร สำหรับการแยกสารผสมที่สามารถทำให้กลายเป็นไอได้ที่อุณหภูมิเหมาะสม แสดงดังภาพประกอบที่ 3.7 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ภาพประกอบที่ 3.7 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

3.4.5 กล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscopy, SEM) รุ่น JSM-5800LV, JEOL เป็นเครื่องมือในการศึกษาลักษณะโครงสร้างพื้นผิวของวัสดุ แสดงดังภาพประกอบที่ 3.8 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ภาพประกอบที่ 3.8 กล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอน

3.5 วิธีดำเนินการทดลอง

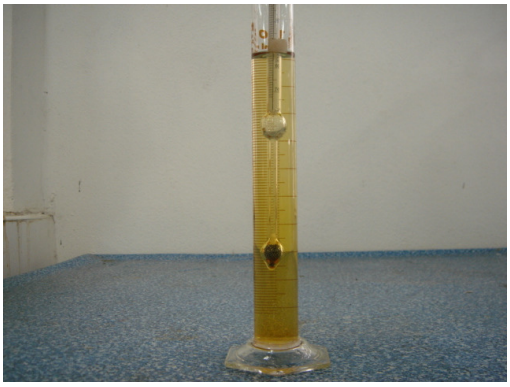
งานวิจัยบทนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการรักษาสภาพไม้ยางพาราด้วยน้ำส้มควันไม้ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ การศึกษาสมบัติทางกายภาพ การศึกษาสมบัติทางเคมีของน้ำส้มควันไม้และแนวโน้มของน้ำส้มควันไม้ในการรักษาสภาพไม้ยางพาราที่มีต่อเชื้อราไม้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.5.1 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของน้ำส้มควันไม้

เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของสมบัติเบื้องต้นของน้ำส้มควันไม้ไผ่ ยูคาลิปตัส และกระถิน ซึ่งสมบัติทางกายภาพที่ศึกษาได้แก่

3.5.1.1 สี ทำการสังเกตด้วยสายตา

3.5.1.2 ค่าความถ่วงจำเพาะ นำน้ำส้มควันไม้ใส่ในกระบอกตวงแล้วใช้ไฮโดรมิเตอร์หย่อนลงในน้ำส้มควันไม้ แล้วอ่านค่าจากสเกลตรงบริเวณผิวบนของน้ำส้มควันไม้ ในระดับสายตาแสดงดังภาพประกอบที่ 3.9



ภาพประกอบที่ 3.9 การหาค่าความถ่วงจำเพาะโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์

3.5.1.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ใช้พีเอชมิเตอร์เป็นเครื่องมือในการวัด โดยจุ่มหัววัดลงในน้ำส้มควันไม้ และอ่านค่าที่หน้าจอเครื่อง

3.5.2 ศึกษาสมบัติทางเคมีของน้ำส้มควันไม้

เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณของสารได้แก่ กรดอะซิติก ฟีนอล และอะซิโตน ที่อยู่ในน้ำส้มควันไม้ไผ่ ยูคาลิปตัส และกระถิน โดยนำตัวอย่างน้ำส้มควันไม้ส่งวิเคราะห์ ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยใช้เทคนิค GC ด้วยวิธีการทดสอบที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ อ้างอิงคือ WI-RES-GC-001

3.5.3 ศึกษาความเป็นไปได้ในการรักษาสภาพไม้ยางพาราด้วยน้ำส้มควันไม้

เพื่อศึกษาสมบัติเบื้องต้นของน้ำส้มควันไม้ในการรักษาสภาพไม้ยางพารา ขั้นตอนในการทดลองตามมาตรฐาน ASTM1413-99 (Standard Test Method for Wood Preservatives by Laboratory Soil-block Cultures) และงานวิจัยจากการประชุมวิชาการป่าไม้เรื่องแนวโน้มของการใช้ขี้ผึ้งในการป้องกันรักษาเนื้อไม้ (สุธาทิพย์ แสงกุล, 2532) และเรื่องประสิทธิภาพของไขพาราฟินในการรักษาเนื้อไม้ (สุธาทิพย์ พรหมโชติกุล, 2535) มีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

3.5.3.1 การเตรียมตัวอย่างไม้ทดลอง

เลื่อยไม้ยางพาราให้เป็นชิ้นขนาด 2.54×2.54×1.0 เซนติเมตร ดังภาพประกอบที่ 3.10 แล้วนำไม้ไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ชั่งหาน้ำหนักคงที่ จากนั้นนำไม้ทดลองแช่ลงในสารที่เตรียมไว้ นาน 3 ชั่วโมง ผึ่งให้หมาด ก่อนนำเข้าทดสอบกับเชื้อรา

ภาพประกอบที่ 3.10 ไม้ยางพาราสำหรับการทดลอง

3.5.3.2 การเตรียมเชื้อราที่ใช้ทดสอบ

นำเชื้อราไม้ที่ทดสอบมาเพาะเลี้ยงบนอาหารชนิด SDA ให้ได้โคโลนีเดี่ยว ๆ เลือกเขี่ยเชื้อมาเพาะเลี้ยงบนอาหารอีกครั้ง บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2-3 วัน

3.5.3.3 การเตรียมสารตัวอย่าง

- น้ำส้มควันไม้ไผ่ ยูคาลิปตัส กระถิน ความเข้มข้น 100% โดยปริมาตร ซึ่งเป็นสารที่จะนำมาทดสอบเพื่อหาแนวโน้มในการรักษาสภาพเนื้อไม้ยางพารา

- กรดอะซิติก อะซิโตน ฟีนอล ฟอร์มัลดีไฮด์ ที่ความเข้มข้น 99.7% โดยปริมาตร ซึ่งจากการตรวจเอกสารเบื้องต้นพบสารเคมีเหล่านี้มีอยู่ในน้ำส้มควันไม้ ดังนั้นจึงนำมาทดสอบเพื่อศึกษาว่าสารดังกล่าวมีแนวโน้มในการรักษาสภาพเนื้อไม้ยางพาราได้หรือไม่

- กรดอะซิติก 87,000 มิลลิกรัมต่อลิตร อะซิโตน 250 มิลลิกรัมต่อลิตร และฟีนอล 2,700 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสารเหล่านี้มีความเข้มข้นใกล้เคียงกับที่วิเคราะห์ได้ในน้ำส้มควันไม้ไผ่ ด้วยเครื่อง GC ดังนั้นจึงนำมาทดสอบเพื่อศึกษาว่าสารที่มีอยู่ในน้ำส้มควันไม้จะทำให้น้ำส้มควันไม้มีแนวโน้มในการรักษาสภาพเนื้อไม้ยางพาราได้หรือไม่

- สารประกอบโบรอน เป็นสารรักษาสภาพเนื้อไม้ที่ใช้กันโดยทั่วไป อัตราส่วนสารประกอบโบรอน 25 กก. ต่อน้ำ 2,500 ลิตร หรือความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร นำมาทดลองเพื่อเปรียบเทียบการรักษาสภาพเนื้อไม้กับสารอื่น ๆ

- สารต้านเชื้อราแอมโฟเทอริซินบี ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นสารต้านเชื้อราที่ใช้กับมนุษย์ นำมาทดลองเพื่อเปรียบเทียบการรักษาสภาพเนื้อไม้กับสารอื่น ๆ

3.5.3.4 การทดลอง

นำไม้ทดลองไปทดสอบกับเชื้อราไม้ที่เตรียมไว้ เก็บไว้ภายใต้สภาวะของอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 8 สัปดาห์

3.5.3.5 การวัดผลการทดลอง

เมื่อครบกำหนดเวลา นำไม้ทดลองมาทำความสะอาด โดยเขี่ยเส้นใยของเชื้อราออกจากไม้ทดสอบ แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เพื่อหาน้ำหนักคงที่แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากสมการที่ 1

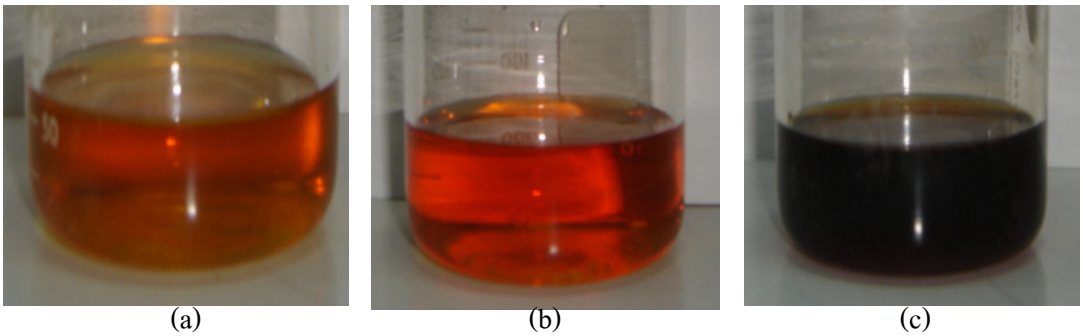
$$\text{การสูญเสียน้ำหนักของไม้ (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักไม้อบแห้งก่อนทดลอง} - \text{น้ำหนักไม้อบแห้งหลังทดลอง}) \times 100}{\text{น้ำหนักไม้อบแห้งก่อนทดลอง}} \quad \text{..... 1}$$

3.6 ผลและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

การศึกษาสมบัติเบื้องต้นของน้ำส้มควันไม้ แบ่งผลการทดลองออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

3.6.1 สมบัติทางกายภาพของน้ำส้มควันไม้ไผ่ ยูคาลิปตัส และกระถิน

สมบัติทางกายภาพของน้ำส้มควันไม้ที่ศึกษา ได้แก่ สี ค่าความถ่วงจำเพาะ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำส้มควันไม้ไผ่ ยูคาลิปตัส และกระถิน แสดงดังภาพประกอบที่ 3.11 และตารางที่ 3.1



(a) (b) (c)

ภาพประกอบที่ 3.11 สีของน้ำส้มควันไม้ (a) กระถิน (b) ยูคาลิปตัส และ (c) ไผ่

ตารางที่ 3.1 สมบัติทางกายภาพของน้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้	สี	ความถ่วงจำเพาะ	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
กระถิน	เหลืองเข้ม	1.01	3.69
ยูคาลิปตัส	ส้ม	1.02	3.63
ไผ่	น้ำตาลเข้ม	1.03	3.81

จากผลการทดลอง สีของน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดมีสีที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากวัตถุดิบในการผลิตน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดไม่เหมือนกัน ซึ่งน้ำส้มควันไม้กระถินเป็นผลพลอยได้จากการผลิตถ่านจากไม้กระถิน น้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัสเป็นผลพลอยได้จากการผลิตถ่านจากยูคาลิปตัส และน้ำส้มควันไม้ไผ่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตถ่านจากไม้ไผ่ โดยที่น้ำส้มควันไม้ไผ่มีสีเข้มมากกว่าน้ำส้มควันไม้กระถินและน้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัส พบว่าสีของน้ำส้มควันไม้ที่นำมาทดสอบมีความสอดคล้องกับสีโดยทั่วไปของน้ำส้มควันไม้ น้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพควรมีสีอยู่ในช่วงสีเหลืองน้ำตาลถึงสีแดงน้ำตาล สีจะคล้ายกับสีของชาดำ เบียร์หรือไวน์ (DOI & CO., LTD, 2005)

น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด มีค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ในช่วง 1.01-1.03 พบว่ามีความสอดคล้องกับค่าความถ่วงจำเพาะโดยทั่วไปของน้ำส้มควันไม้ ซึ่งจะมีค่าประมาณ 1.015 (DOI & CO., LTD, 2005)

น้ำส้มควันไม้ไผ่ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงกว่าน้ำส้มควันไม้อีก 2 ชนิด และน้ำส้มควันไม้กระถินกับน้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัส มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน พบว่าสอดคล้องกับค่าความเป็นกรด-ด่างโดยทั่วไปของน้ำส้มควันไม้ ซึ่งจะมีค่าประมาณ 3 (DOI & CO., LTD, 2005)

3.6.2 สมบัติทางเคมีของน้ำส้มควันไม้ไผ่ ยูคาลิปตัส และกระถิน

จากการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณกรดอะซิติก ฟีนอล และอะซิโตน ของน้ำส้มควันไม้ไผ่ ยูคาลิปตัส และกระถิน ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3.2 เนื่องจากสารประกอบแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน ทำให้ทราบถึงแนวโน้มการนำไปใช้ของน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดได้ด้วย สารประกอบที่วิเคราะห์แต่ละชนิดมีสมบัติดังนี้

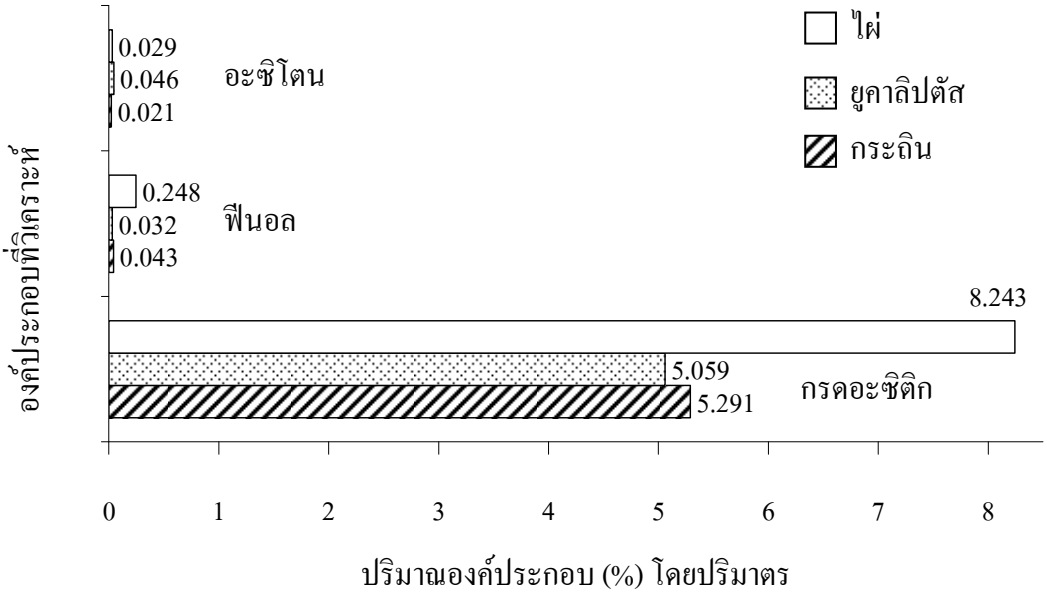
- กรดอะซิติก เป็นสารกลุ่มออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค เชื้อรา เชื้อแบคทีเรียและเชื้อไวรัส
- ฟีนอล เป็นสารกลุ่มควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อ
- อะซิโตน เป็นสารกลุ่มตัวทำละลาย ใช้ในการชะล้าง เป็นสารไล่น้ำ

ตารางที่ 3.2 ปริมาณองค์ประกอบหลักของน้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้	องค์ประกอบที่วิเคราะห์ (%) โดยปริมาตร			
	กรดอะซิติก	ฟีนอล	อะซิโตน	อื่น ๆ
กระถิน	5.291	0.043	0.021	94.645
ยูคาลิปตัส	5.059	0.032	0.046	94.863
ไผ่	8.243	0.248	0.029	91.480

จากผลการทดลองสามารถวิเคราะห์ปริมาณของกรดอะซิติก ฟีนอลและอะซิโตนของน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด พบว่ากรดอะซิติกจะมีปริมาณสูงที่สุดเมื่อเทียบกับฟีนอลและอะซิโตน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พุฒินันท์ พึ่งวงศ์ญาติ (2543) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด น้ำส้มควันไม้ไผ่มีปริมาณของกรดอะซิติกและฟีนอลสูงกว่าน้ำส้มควันไม้อีก 2 ชนิด ส่วนปริมาณของอะซิโตนของน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด พบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกัน แสดงดังภาพประกอบที่ 3.12

เนื่องจากพบว่ามีปริมาณกรดอะซิติกอยู่น้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดมากที่สุด ซึ่งกรดอะซิติกเป็นสารกลุ่มออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค เชื้อรา (C.P. Group, 2005) ดังนั้นน้ำส้มควันไม้จึงมีแนวโน้มในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและสามารถนำไปรักษาสภาพเนื้อไม้



ภาพประกอบที่ 3.12 องค์ประกอบที่วิเคราะห์ในน้ำส้มควันไม้

3.6.3 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการรักษาสภาพไม้ยางพาราด้วยน้ำส้มควันไม้

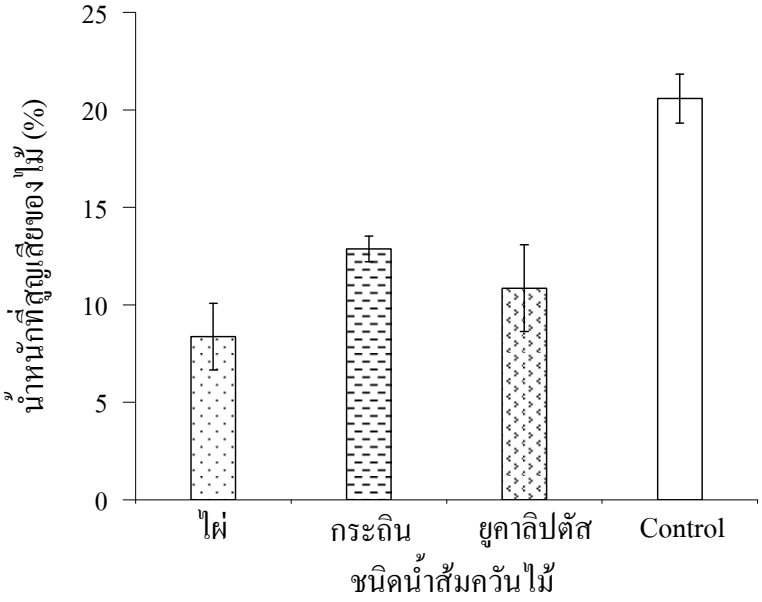
การทดลองนี้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการรักษาสภาพไม้ยางพาราด้วยน้ำส้มควันไม้และสารอื่น ซึ่งผลการทดลองจะแสดงค่าของน้ำหนักที่สูญเสียของไม้ยางพารา (Weight Loss) หลังจากผ่านการอาบน้ำยาแล้วนำไปทดสอบกับเชื้อราไม้เป็นเวลา 8 สัปดาห์และจำนวนวันที่ไม้ยางพาราทนต่อเชื้อราไม้ได้ ผลการทดลองจะแบ่งออกเป็น 4 ตอน ตามกลุ่มของน้ำยาที่นำมาทดสอบ มีผลดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ไม้ยางพาราอาบด้วยน้ำส้มควันไม้ ดังตารางที่ 3.3 และภาพประกอบที่ 3.13 พบว่าค่าของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของไม้ยางพาราหลังอาบด้วยน้ำส้มควันไม้ไผ่ กระถิน ยูคาลิปตัส มีค่าต่ำกว่าไม้ยางพาราที่ไม่อาบน้ำยา ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าไม้ยางพาราที่อาบด้วยน้ำส้มควันไม้สามารถทนทานต่อเชื้อราไม้ได้ดีกว่าไม้ยางพาราที่ไม่ผ่านการอาบน้ำยาเลย โดยไม้ยางพาราที่อาบด้วยน้ำส้มควันไม้ไผ่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของไม้ต่ำที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบผลของจำนวนวันที่ไม้ยางพาราสามารถทนต่อเชื้อราไม้ได้ แสดงดังภาพประกอบที่ 3.14 พบว่า

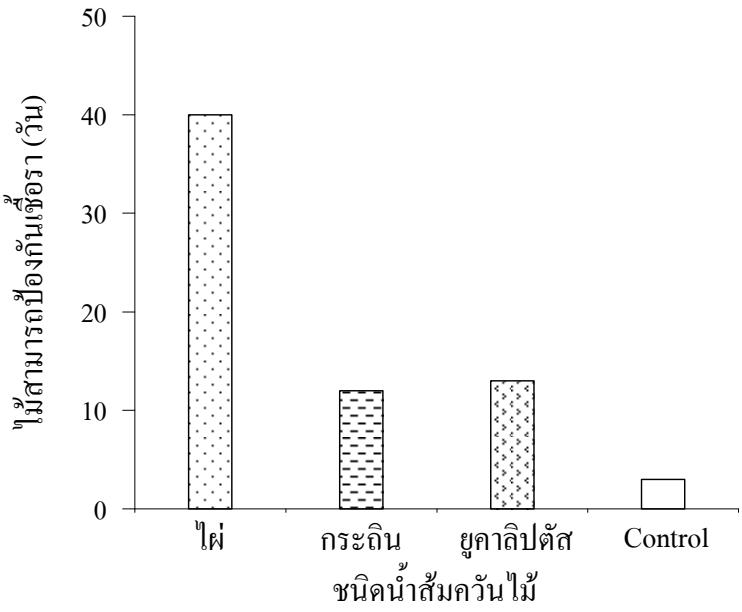
ไม้ยางพาราที่อาบด้วยน้ำส้มควันไม้ไผ่สามารถทนต่อการเกิดเชื้อราไม้ได้นานที่สุดคือ 40 วันและเมื่อครบ 8 สัปดาห์ เชื้อราไม้ที่ขึ้นบนไม้มีปริมาณน้อยมาก แสดงดังภาพประกอบที่ 3.15 และ 3.16 ดังนั้นไม้ยางพาราที่อาบด้วยน้ำส้มควันไม้ไผ่ทนทานต่อเชื้อราไม้ได้สูงกว่าไม้ยางพารา ที่อาบด้วยน้ำส้มควันไม้กระถินและยูคาลิปตัส

ตารางที่ 3.3 น้ำหนักที่สูญเสีย (%) และจำนวนวันที่ไม้ป้องกันเชื้อรา เมื่ออาบด้วยน้ำส้มควันไม้

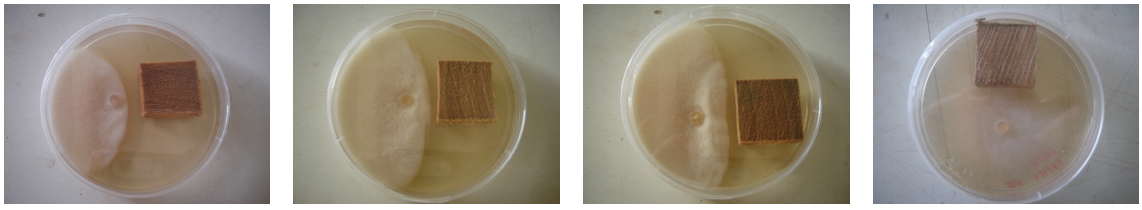
สารที่อาบไม้ยางพารา	ความเข้มข้น (% โดยปริมาตร)	ไม้ทนการขึ้นรา (วัน)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)
น้ำส้มควันไม้ไผ่	100	40	8.37±1.71
น้ำส้มควันไม้กระถิน	100	12	12.66±0.66
น้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัส	100	13	10.86±2.22
ไม่ใช้น้ำยา	-	3	20.58±1.26



ภาพประกอบที่ 3.13 น้ำหนักที่สูญเสียของไม้ (%) เมื่ออาบด้วยน้ำส้มควันไม้



ภาพประกอบที่ 3.14 จำนวนวันที่ไม้สามารถป้องกันเชื้อรา เมื่ออาบด้วยน้ำส้มควันไม้



(a) (b) (c) (d)

ภาพประกอบที่ 3.15 ไม้ยางพาราเมื่ออาบด้วยน้ำส้มควันไม้ (a) ไผ่ (b) กระถิน (c) ยูคาลิปตัส และ (d) ไม่อาบน้ำยา หลังทดสอบกับเชื้อราไม้ 1 สัปดาห์

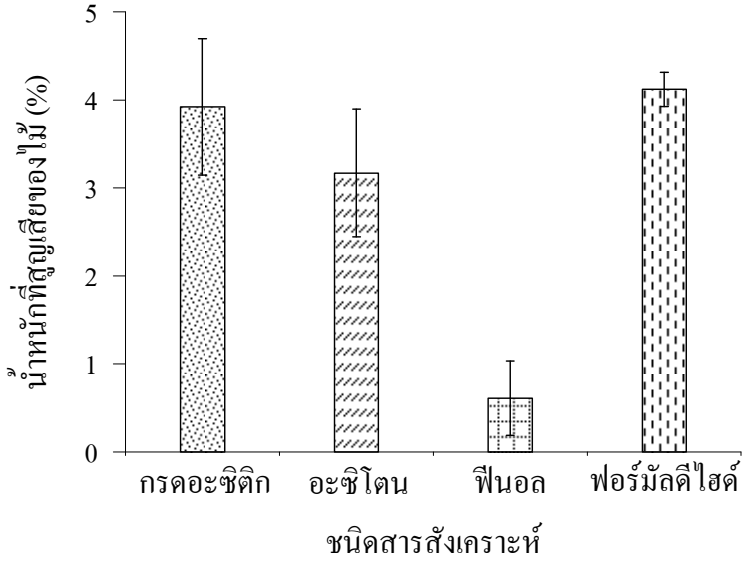
(a) (b) (c) (d)

ภาพประกอบที่ 3.16 ไม้ยางพาราเมื่ออาบด้วยน้ำส้มควันไม้ (a) ไผ่ (b) กระถิน (c) ยูคาลิปตัส และ (d) ไม่อาบน้ำยา หลังทดสอบกับเชื้อราไม้ 8 สัปดาห์

ตอนที่ 2 ไม้ยางพาราอาบด้วย กรดอะซิติก อะซิโตน ฟีนอล และฟอร์มัลดีไฮด์ ความเข้มข้น 99.7% โดยปริมาตร ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3.4 และภาพประกอบที่ 3.17 พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของไม้ยางพาราหลังอาบด้วยสารดังกล่าวมีค่าต่ำมากและต่ำกว่าไม้ยางพาราที่อาบด้วยน้ำส้มควันไม้ ดังนั้นสารที่พบในน้ำส้มควันไม้มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อราไม้ได้และสามารถทนต่อเชื้อราไม้ได้เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ดังนั้นการทดลองตอนที่ 3 จึงอาบไม้ยางพาราด้วยสารที่เป็นองค์ประกอบในน้ำส้มควันไม้ที่มีความเข้มข้นใกล้เคียงกับที่วิเคราะห์พบในน้ำส้มควันไม้ไผ่ เนื่องจากการทดลองตอนที่ 1 น้ำส้มควันไม้ไผ่มีแนวโน้มในการรักษาสภาพเนื้อไม้ยางพาราได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัสและกระถิน

ตารางที่ 3.4 น้ำหนักที่สูญเสีย(%)และจำนวนวันที่ไม้ป้องกันเชื้อรา เมื่ออาบด้วยสารสังเคราะห์

สารที่อาบไม้ยางพารา	ความเข้มข้น (% โดยปริมาตร)	ไม้ทนการขึ้นรา (วัน)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)
กรดอะซิติก	99.7	60	3.92±0.77
อะซิโตน	99.7	60	3.09±0.73
ฟีนอล	99.7	60	0.61±0.42
ฟอร์มัลดีไฮด์	99.7	60	4.10±0.20

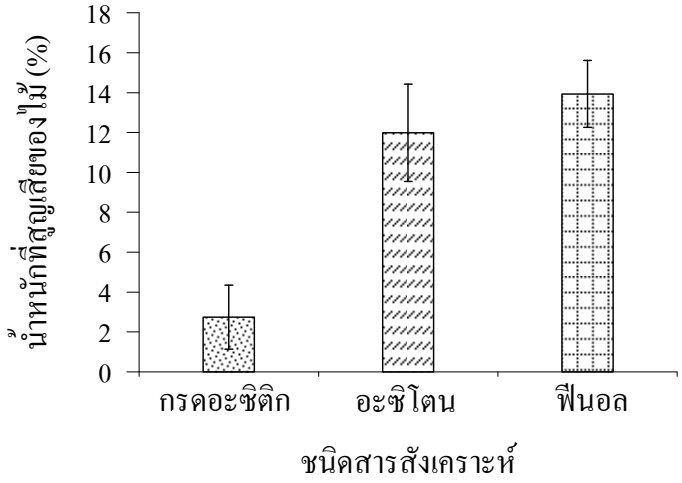


ภาพประกอบที่ 3.17 น้ำหนักที่สูญเสียของไม้ (%) เมื่ออาบด้วยสารสังเคราะห์

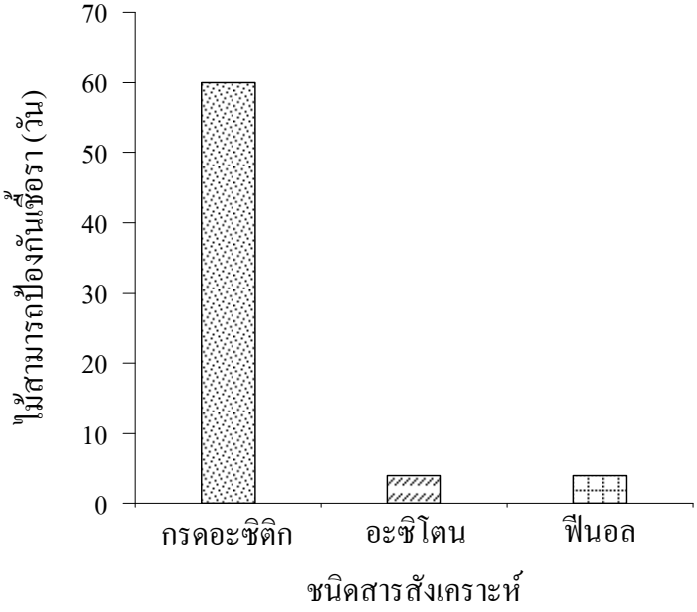
ตอนที่ 3 ไม้ยางพาราอาบด้วย กรดอะซิติก อะซิโตน และฟีนอล ที่มีความเข้มข้นใกล้เคียงกับที่วิเคราะห์พบในน้ำส้มควันไม้ไผ่ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3.5 และภาพประกอบที่ 3.18 พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของไม้ยางพาราเมื่ออาบด้วยสารดังกล่าวมีค่าต่ำกว่าไม้ยางพาราที่ไม่ได้อาบน้ำยา ดังนั้นสารที่พบในน้ำส้มควันไม้มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อราไม้ และไม้ยางพาราที่อาบด้วยกรดอะซิติกที่มีความเข้มข้นใกล้เคียงกับที่วิเคราะห์พบในน้ำส้มควันไม้ไผ่มีค่าต่ำที่สุด ดังนั้นกรดอะซิติกที่พบในน้ำส้มควันไม้มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อราไม้ได้ดีกว่าอะซิโตนและฟีนอล และเมื่อเปรียบเทียบความสามารถของไม้ในการทนต่อเชื้อรา แสดงดังภาพประกอบที่ 3.19 พบว่าไม้ยางพาราที่อาบด้วยกรดอะซิติกที่มีความเข้มข้นกับที่วิเคราะห์พบในน้ำส้มควันไม้ไผ่สามารถทนราได้นานถึง 60 วัน ซึ่งมากกว่าไม้ยางพาราที่อาบด้วยอะซิโตนและฟีนอล ที่ทนเชื้อราได้เพียง 4 วัน แสดงดังภาพประกอบที่ 3.20 และ 3.21

ตารางที่ 3.5 น้ำหนักที่สูญเสีย(%)และจำนวนวันที่ไม้ป้องกันเชื้อรา เมื่ออาบด้วยสารสังเคราะห์ซึ่งมีความเข้มข้นใกล้เคียงกับที่วิเคราะห์พบในน้ำส้มควันไม้ไผ่

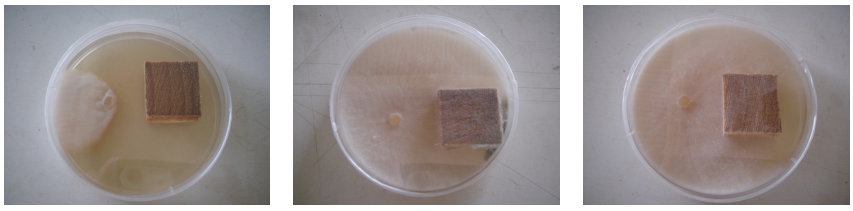
สารที่อาบไม้ยางพารา	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ไม้ทนการขึ้นรา (วัน)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)
กรดอะซิติก	87,000	60	2.75±1.61
อะซิโตน	250	4	11.99±2.44
ฟีนอล	2,700	4	14.25±1.68



ภาพประกอบที่ 3.18 น้ำหนักที่สูญเสียของไม้ (%) เมื่ออาบด้วยสารสังเคราะห์ความเข้มข้นต่าง ๆ

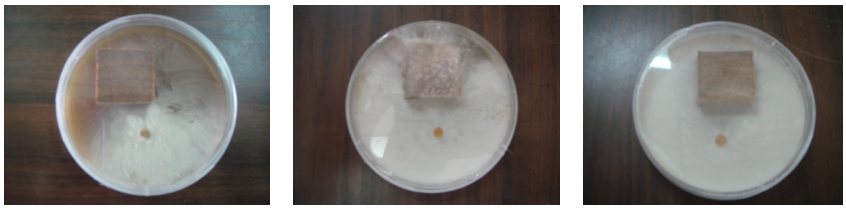


ภาพประกอบที่ 3.19 จำนวนวันที่ไม้ป้องกันเชื้อรา เมื่ออาบด้วยสารสังเคราะห์ความเข้มข้นต่าง ๆ



(a) (b) (c)

ภาพประกอบที่ 3.20 ไม้ยางพาราหลังอาบด้วย (a) กรดอะซิติก (b) อะซิโตนและ(c) ฟีนอล ความเข้มข้นใกล้เคียงกับในน้ำส้มควันไม้ไผ่ หลังทดสอบกับเชื้อรา 1 สัปดาห์



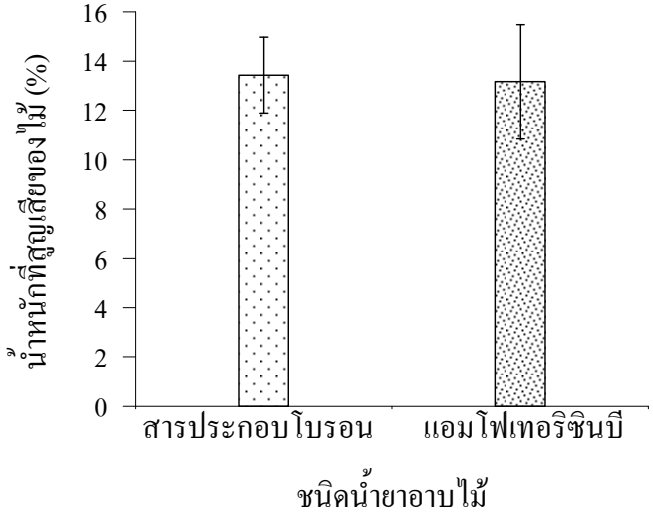
(a) (b) (c)

ภาพประกอบที่ 3.21 ไม้ยางพาราหลังอาบด้วย (a) กรดอะซิติก (b) อะซิโตนและ(c) ฟีนอล ความเข้มข้นใกล้เคียงกับในน้ำส้มควันไม้ไผ่ หลังทดสอบกับเชื้อรา 8 สัปดาห์

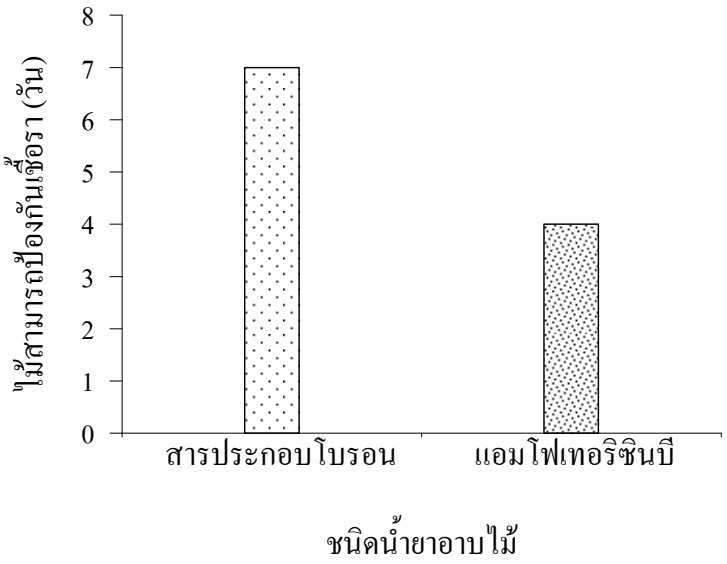
ตอนที่ 4 ไม้ยางพาราอาบด้วยสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ (สารประกอบโบรอน) ซึ่งเป็นสารที่ใช้กันในปัจจุบันและสารต้านเชื้อราแอมโฟเทอริซินบี ซึ่งเป็นตัวยาที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราที่ใช้กับมนุษย์ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3.6 และภาพประกอบที่ 3.22 พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของไม้ที่อาบด้วยสารประกอบโบรอนและแอมโฟเทอริซินบี มีค่าสูงกว่าที่อาบด้วยน้ำส้มควันไม้ และเมื่อวัดผลจากจำนวนวันที่ไม้สามารถป้องกันเชื้อรา แสดงดังภาพประกอบที่ 3.23 พบว่าไม้ทนการขึ้นราได้น้อยมาก ดังนั้นน้ำส้มควันไม้มีแนวโน้มในการทนทานต่อเชื้อราไม้ได้ดีกว่า และเมื่อครบเวลา 8 สัปดาห์ไม้ยางพารามีราไม้ขึ้นเป็นจำนวนมาก แสดงดังภาพประกอบที่ 3.24 และ 3.25

ตารางที่ 3.6 น้ำหนักที่สูญเสีย (%) และจำนวนวันที่ไม้ป้องกันเชื้อรา เมื่ออาบด้วยสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา

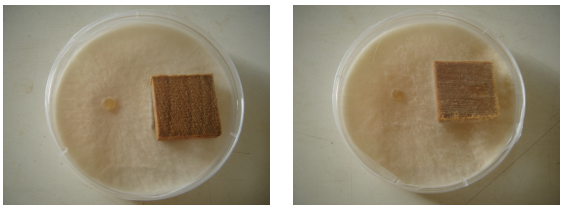
สารที่อาบไม้ยางพารา	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ไม้ทนการขึ้นรา (วัน)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)
สารประกอบโบรอน	10,000	7	13.43±1.55
สารต้านเชื้อราแอมโฟเทอริซินบี	1,000	4	13.17±2.32



ภาพประกอบที่ 3.22 น้ำหนักที่สูญเสียของไม้ (%) เมื่ออาบด้วยสารประกอบโบรอนและสารต้านเชื้อราแอมโฟเทอริซินบี



ภาพประกอบที่ 3.23 จำนวนวันที่ไม้ป้องกันเชื้อรา เมื่ออาบด้วยสารประกอบโบรอนและสารต้านเชื้อราแอมโฟเทอริซินบี



(a) (b)

ภาพประกอบที่ 3.24 ไม้ยางพาราหลังอาบด้วย (a) สารประกอบโบรอน (b) สารต้านเชื้อราแอมโฟเทอริซินบี หลังทดสอบกับเชื้อรา 1 สัปดาห์

(a) (b)

ภาพประกอบที่ 3.25 ไม้ยางพาราหลังอาบด้วย (a) สารประกอบโบรอน (b) สารต้านเชื้อราแอมโฟเทอริซินบี หลังทดสอบกับเชื้อรา 8 สัปดาห์

3.7 สรุปผลการทดลอง

น้ำส้มควันไม้ไผ่ น้ำส้มควันไม้กระถินและน้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัส มีสีอยู่ในช่วงสีเหลืองถึงสีแดงน้ำตาล ค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง 1.01-1.03 และค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 3 ซึ่งเป็นสมบัติของน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพดี และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณกรดอะซิติก ฟีนอลและอะซิโตน พบว่าในน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณกรดอะซิติกมากที่สุด และพบมากที่สุดในน้ำส้มควันไม้ไผ่

ไม้ยางพาราที่อาบน้ำยาด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 87,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่ใกล้เคียงกับที่วิเคราะห์พบในน้ำส้มควันไม้ไผ่ หลังทดสอบกับเชื้อรา ไม้ยางพารามีการสูญเสียของน้ำหนักต่ำที่สุด เท่ากับ 2.75 % และไม้ยางพาราสามารถทนต่อการขึ้นราได้ 60 วัน เมื่อเทียบกับไม้ยางพาราที่อาบด้วยฟีนอลและอะซิโตนที่มีความเข้มข้นใกล้เคียงกับที่วิเคราะห์พบในน้ำส้มควันไม้ไผ่ ดังนั้นกรดอะซิติกซึ่งเป็นองค์ประกอบในน้ำส้มควันไม้ทำให้น้ำส้มควันไม้เป็นสารรักษาสภาพเนื้อไม้ได้

ไม้ยางพาราที่อาบด้วยน้ำส้มควันไม้ไผ่ กระถินและยูคาลิปตัส หลังทดสอบกับเชื้อรา ไม้มีการสูญเสียของน้ำหนัก เท่ากับ 8.37 % 12.66 % และ10.86 % ตามลำดับ โดยมีค่าน้อยกว่าไม้ยางพาราที่ไม่อาบน้ำยาและอาบด้วยสารรักษาสภาพเนื้อไม้ ซึ่งมีการสูญเสียของน้ำหนัก เท่ากับ 20.58 % และ 13.43 % ตามลำดับ และเมื่อวัดผลจากความสามารถของไม้ยางพาราในการป้องกันเชื้อรา พบว่าไม้ยางพาราที่อาบด้วยน้ำส้มควันไม้ไผ่สามารถทนต่อการขึ้นของเชื้อราในสภาวะการทดลองที่สมบูรณ์ได้นานที่สุดถึง 40 วัน ส่วนไม้ยางพาราที่อาบด้วยน้ำส้มควันไม้กระถิน ยูคาลิปตัสและสารรักษาสภาพเนื้อไม้สามารถทนต่อการขึ้นของเชื้อราได้เพียง 12 วัน 13 วัน และ 7 วัน ตามลำดับ ดังนั้นน้ำส้มควันไม้ไผ่เป็นสารรักษาสภาพเนื้อไม้ได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำส้มควันไม้กระถินและยูคาลิปตัส