



## การพัฒนา น้ำหมักชีวภาพเพื่อยับยั้งการเกิดเชื้อราบนแผ่นยางพารา Development of Bioextract for antifungal on Rubber sheet

ปฐมพงษ์ เทียงเพชร<sup>1</sup>  
Patompong Thiangphet<sup>1</sup>

<sup>1</sup>อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬงเพชร

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการเตรียมน้ำหมักชีวภาพจากสับปะรดผสมใบสะเดา และใบยูคาลิปตัส เป็นสารช่วยในการจับตัวน้ำยางสดสำหรับการผลิตยางแผ่น และยังศึกษาชนิดและปริมาณของกรดที่มีอยู่ในน้ำหมัก และศึกษาการต้านทานการเกิดเชื้อราบนแผ่นยางดิบที่จับตัวด้วยน้ำหมักชีวภาพเปรียบเทียบกับยางแผ่นดิบที่จับตัวด้วยกรดฟอร์มิก จากผลการทดลองพบว่าน้ำหมักชีวภาพทั้ง 2 ชนิด สามารถใช้จับตัวน้ำยางธรรมชาติเพื่อผลิตเป็นยางแผ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้ยางแผ่นดิบที่มีสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกับกรดฟอร์มิก โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำยางสดต่อน้ำหมักชีวภาพ คือ 3 L ต่อ 600 mL ในขณะที่อัตราส่วนสำหรับน้ำยางสดต่อกรดฟอร์มิก (เข้มข้น 3%) ที่เหมาะสม คือ 3 L ต่อ 270 mL ในการผลิตยางแผ่นดิบ 1 แผ่น (ประมาณ 1 กิโลกรัม) นอกจากนี้ น้ำหมักทั้ง 2 ชนิด มีชนิดและปริมาณกรดที่ใกล้เคียงกัน โดยน้ำหมักสับปะรดมีกรดหลัก คือกรดแลกติก ผสมกับใบยูคาลิปตัสซึ่งมีน้ำมันหอมระเหยในการออกฤทธิ์ต่อต้านเชื้อราที่เรียกว่า 1,8 Cineole และผสมกับใบสะเดาซึ่งมีสารออกฤทธิ์ที่เรียกว่า Nimbin และ Azadirachtin สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราชนิด *Aspergillus sp.* และ *Penicillium sp.* ได้ ในขณะที่ยางแผ่นดิบที่จับตัวด้วยกรดฟอร์มิก สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราชนิด *Penicillium sp.* ได้เพียงชนิดเดียว

**คำสำคัญ :** น้ำยางธรรมชาติ / น้ำหมักชีวภาพ / การจับตัว / การยับยั้งเชื้อรา

### Abstract

This research studied the preparation of bio-extracts from pineapple mixed with *Azadirachta indica* leaves and *eucalyptus camaldulensis* leaves as a substance that helps to capture fresh latex for the production of rubber sheets. And also study the type and amount of acid contained in the bio-extracts and to study the resistance to fungus formation on raw rubber sheets captured by the bio-extracts comparing with the raw rubber sheets captured by formic acid. Natural rubber latex for the production of rubber sheets effectively and obtained raw rubber sheets with physical properties as well as using formic acid. The optimum ratio of fresh latex to bio-fermented water is 3 L : 600 mL while the ratio for fresh latex to formic acid (3% by volum) is appropriate, 3 L : 270 mL in rubber production for a piece of raw sheet (~1 Kg). In addition, both types of the fermented have same type and amount of acid. The main acid-type in the fermented of pineapple juice is lactic acid, the mixed with *eucalyptus camaldulensis* leaves, which contain essential oils in an anti-fungal action called 1,8 Cineole and mixed with *eucalyptus camaldulensis* leaves which contain an active ingredient called Nimbin and Azadirachtin found that it was able to inhibit the fungi growth of *Aspergillus sp.* and *Penicillium sp.* While the raw rubber sheets caught with formic acid found that able to inhibit the fungi growth only one type of *Penicillium sp.*

**Keywords :** Natural Rubber Latex / Bio-organic / Coagulated / Antifungal



## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ยางพาราเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยอีกชนิดหนึ่ง พบว่ามีเกษตรกรตลอดจนผู้ที่ทำธุรกิจเกี่ยวข้องกับยางพาราประมาณ 1 ล้านครอบครัว จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ล้านคน ประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกยางพาราและผลิตภัณฑ์ยางพาราเป็นอันดับ 1 ของโลก นับตั้งแต่ พ.ศ. 2534 เป็นต้นมา โดยใน พ.ศ. 2552 ประเทศไทยมีการผลิตยางพารา จำนวน 3.16 ล้านตัน มีการส่งออก จำนวน 2.73 ล้านตัน (ร้อยละ 86 ของผลผลิตทั้งหมด) ผลิตเพื่อใช้ในประเทศ จำนวน 399,415 ตัน (ร้อยละ 12 ของผลผลิตทั้งหมด) ซึ่งสามารถทำรายได้เข้าประเทศได้ปีละกว่า 400,000 ล้านบาท แต่การส่งออกยางพาราส่วนใหญ่อยู่ในรูปวัตถุดิบแปรรูปขั้นต้น ซึ่งมีมูลค่าเพิ่มต่ำ เช่น ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง และน้ำยางข้น ทำให้มีผลต่อการสร้างรายได้เข้าสู่ประเทศและการยกระดับรายได้ของเกษตรกรไม่มากเท่าที่ควร และหากเรื่องนี้ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ก็จะช่วยผลดีต่อประเทศและเกษตรกรชาวสวนยางพาราอย่างมหาศาล ดังนั้นยางพาราก็ยังคงเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีความจำเป็นในการส่งเสริมอาชีพและมีโอกาสในการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

การทำยางแผ่นนั้นจะต้องมีการการจับตัวน้ำยางธรรมชาติให้เป็นยางแห้งในปัจจุบันนี้โดยทั่วไปแล้วใช้กรดในการจับตัว ซึ่งโดยวิธีนี้จะทำให้มีกรดเป็นสารตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์และยังทำให้มีปริมาณกรดหลงเหลือในส่วนของซีรัมซึ่งถูกปล่อยออกไปสู่สิ่งแวดล้อมซึ่งนับว่าเป็นมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งเรื่องโรคระบาดในระยะใดระยะหนึ่งของการทำงานยาง โรคยางพาราที่พบในประเทศไทย เกิดขึ้นได้ทุกระยะการเจริญเติบโต และทุกส่วนของต้นยาง แม้ว่ายางพาราจะมีโรคระบาดอยู่หลายชนิด และพันธุ์ยางที่นิยมปลูกในปัจจุบันจะอ่อนแอ ต่อโรคที่สำคัญแต่ความรุนแรง และความสำคัญทางเศรษฐกิจของโรคขึ้นอยู่กับความแข็งแรงตามธรรมชาติของต้นยางซึ่งมีสภาพภูมิอากาศและการปฏิบัติดูแลรักษาของเกษตรกรเป็นปัจจัยส่งเสริมหรือจำกัดโรคยางพาราที่ระบาดในประเทศไทยส่วนใหญ่มีสาเหตุจากเชื้อรา

จุลินทรีย์ที่เจริญบนยางแผ่นมี 2 กลุ่มใหญ่ๆ กลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่ย่อยเนื้อยางไม่ได้ แต่เป็นพวกใช้สารประกอบอินทรีย์ที่มีอยู่ในยางแผ่นและอีกกลุ่มเป็นจุลินทรีย์ย่อยเนื้อยาง ยางแผ่นที่ไม่แห้งจะมีการเจริญของแบคทีเรียและเชื้อราแบคทีเรียที่พบเจริญบนยางแผ่นมักอยู่ในพวก Actinomycetes เช่น Streptomyces, Amycolatopsis และ Nocardia และยังพบ Gordania, Mycobacterium และ Micromonospora, Nocardia, strain 835A สามารถเจริญบนยางธรรมชาติวัลคาไนซ์โดยใช้เนื้อยางเป็นแหล่งพลังงานและแหล่งคาร์บอน ทำให้น้ำหนักเนื้อยางหายไป 75% ภายใน 2 สัปดาห์ และยังพบว่า Xanthomonas sp. strain 35Y ก็สามารถเจริญในน้ำยางธรรมชาติได้ เชื้อราที่พบมีการเจริญบนยางแผ่น คือ Aspergillus, Paecilomyces, Penicillium และ Trichoderma ซึ่งก่อนที่ชาวสวนจะนำแผ่นยางไปขายจะมีการกำจัดเชื้อราบนแผ่นยางโดยวิธีการสลัดเชื้อราหรือนำแผ่นยางไปพาดกับต้นไม้ จึงทำให้เชื้อราเกิดการฟุ้งกระจาย หากชาวสวนสูดดมเข้าไปในระยะเวลานานๆ เกิดการสะสมเชื้อโรค จะส่งผลเสียต่อระบบทางเดินหายใจของชาวสวนและเกษตรกรดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงมีงานวิจัยหลากหลายในการนำวัตถุดิบจากธรรมชาติมาใช้ทดแทนกรดสังเคราะห์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นน้ำหมักชีวภาพจากผลไม้ที่มีกรดสูง เช่น สับปะรด โดยผสมกับใบพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราได้ เช่น สะเดา (สายสมร ลำลอง และนิตยา คำพันธ์, 2560) ยูคาลิปตัส (สุธีรา วิทยากาญจน์ และคณะ, 2557) โดยในงานวิจัยนี้กลุ่มผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตน้ำหมักสับปะรดผสมกับพืชสมุนไพรที่สามารถยับยั้งเชื้อราได้โดยพืชสมุนไพรที่ใช้ได้แก่ใบสะเดา และใบยูคาลิปตัส ทั้งนี้ผู้วิจัยคาดหวังว่าน้ำหมักสับปะรดหมักควบคู่กับพืชสมุนไพรสามารถยับยั้งเชื้อรา และสามารถทำให้น้ำยางสดจับตัวได้ ยังเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับเกษตรกรชาวสวนยางพาราต่อไป

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเตรียมน้ำหมักชีวภาพจากสับปะรดผสมใบสะเดา และใบยูคาลิปตัส เป็นสารช่วยในการจับตัวน้ำยางสดสำหรับการผลิตยางแผ่น
2. ศึกษาชนิดและปริมาณของกรดที่มีอยู่ในน้ำหมัก
3. ศึกษาการต้านทานการเกิดเชื้อราบนแผ่นยางดิบที่จับตัวด้วยน้ำหมักชีวภาพเปรียบเทียบกับยางแผ่นดิบที่จับตัวด้วย กรดฟอร์มิก



## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. การเตรียมน้ำหมักสำหรับจับตัวยาง

ผสมน้ำ น้ำตาลทราย และหัวเชื้อ พต.2 ตามปริมาณที่กำหนด ทั้งไว้ประมาณ 5 นาที เพื่อเป็นการกระตุ้นเชื้อ จากนั้นค่อยๆ เติมน้ำสับปะรดที่เตรียมไว้ลงไป หลังจากเติมน้ำสับปะรดจนหมดจึงเติมใบพืชแก่จัด ได้แก่ ใบสะเดา และใบยูคาลิปตัส โดยหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ลงไปผสมรวมกัน (ดังแสดงในตารางที่ 1) โดยน้ำหมักที่เตรียมในขั้นแรกจะทำการวัดสมบัติต่างๆ ซึ่งได้แก่การวัดค่าความหวาน (%Brix) และค่าความเป็นกรด-เบส (ค่า pH) ทุกวันเป็นเวลา 30 วัน

ทำการหมักอีกครั้งตามเวลาที่กำหนดที่ได้จากผลการทดลองที่ผ่านมา น้ำหมักที่เตรียมได้จะทำการวัดค่า pH ค่าความหวาน การหาชนิด และปริมาณกรดในน้ำหมัก

**ตารางที่ 1** อัตราส่วนผสมการเตรียมน้ำหมักจากน้ำสับปะรดหมักใบสะเดาและน้ำสับปะรดหมักใบยูคาลิปตัส

สูตร	น้ำประปา (L)	น้ำตาล ทราย (g)	น้ำสับปะรด (L)	พืช (g)	สารเร่งพต.2 (g)	รวม (L)
น้ำหมักสะเดา	5	250	2	200	12.5	7
น้ำหมักยูคาลิปตัส	5	250	2	200	12.5	7

### 2. การจับตัวยางแผ่น

นำน้ำหมักปริมาณ 600 mL เทใส่ถาดที่มีน้ำยางสดปริมาณ 3 L คนให้เข้ากันทิ้งไว้จนยางจับตัวเป็นก้อน นำยางที่ได้ไปรีดน้ำออกโดยการรีดยาบ และรีดดอก ตามลำดับ จากนั้นนำแผ่นยางที่เตรียมได้ไปล้างด้วยน้ำเพื่อกำจัดกรดตกค้าง ผึ่งลมไว้จนสะเด็ดน้ำ แล้วจึงนำไปอบให้แห้งในโรงอบยาง โดยใช้อุณหภูมิจากแสงแดดตามธรรมชาติ

### 3. การทดสอบสมบัติของน้ำหมัก

3.1 การหาค่า (pH): ทำโดยวัดค่า pH ของน้ำหมักปริมาตร 3 mL โดย pH-meter

3.2 การหาชนิดและปริมาณของกรดในน้ำหมักด้วยเทคนิค HPLC

ระบบการแยกประกอบด้วยชุด HPLC บริษัท Perkin Elmer รุ่น Series 200 โดยใช้ทำการแยกโดยคอลัมน์ C<sub>18</sub> มี Potassium dihydrogen phosphate pH 2.4 (ปรับ pH ด้วยกรดฟอสฟอริก) เป็นเฟสเคลื่อนที่ โดยมีอัตราการไหลเท่ากับ 0.8 mL/min ตรวจวัดด้วย UV detector ที่ความยาวคลื่น 214 nm มีดีสารละลายมาตรฐาน 6 ชนิด คือ กรดฟอร์มิก กรดซิตริก กรดมาลิก กรดออกซาลิก กรดอะซิติก และกรดแลคติก โดยแต่ละชนิดปรับให้มีความเข้มข้น 5, 10, 25 และ 100 ppm และน้ำหมักที่เตรียมได้จากสูตรตารางที่ 2 ตามระยะเวลาที่กำหนด หาชนิดและปริมาณของกรดในน้ำหมักที่เตรียมได้เทียบกับสารมาตรฐาน

### 4. การทดสอบการเกิดเชื้อราบนแผ่นยางดิบ

หลังจากจับน้ำยางแล้ว นำแผ่นยางไปล้างให้สะอาดแล้วนำแผ่นยางไปรีดไล่น้ำ การรีดน้ำออกจะช่วยให้แผ่นยางแห้งเร็วขึ้นเมื่อนำไปอบ จากนั้นก็นำแผ่นยางไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นานประมาณ 16-20 ชั่วโมง หรือจนกว่าแผ่นยางแห้งโดยจะเห็นแผ่นยางเป็นแผ่นใส ไม่มีจุดขาว นำแผ่นยางที่อบเสร็จไปใส่ถุงพลาสติกทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง รอสังเกตผล เพื่อดูการเกิดเชื้อราว่าในช่วงแต่ละเดือนเชื้อราจะเกิดขึ้นหรือไม่ และจะศึกษาว่าพืชทั้ง 2 ชนิดที่นำมาชนิดใดจะมีการป้องกันการเกิดเชื้อราได้ดีกว่ากันโดยดูจากระยะเวลาในการเก็บแผ่นยาง

## ผลการวิจัย

### 1. การศึกษาปริมาณน้ำตาล (%Brix) และค่า pH ของน้ำหมักชีวภาพ

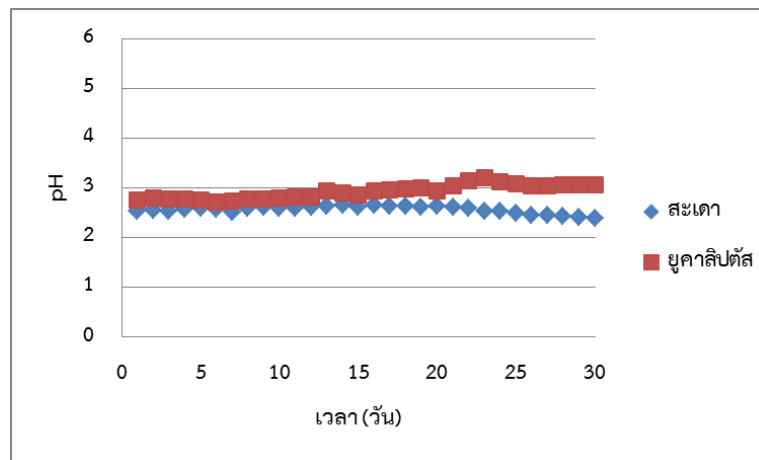
จากผลการทดลองชุดที่ 1 พบว่าปริมาณน้ำตาล (%Brix) มีค่าลดลงและเริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 13-15 วัน การลดลงของค่า %Brix อาจกล่าวได้ว่าจุลินทรีย์มีการใช้น้ำตาลในกระบวนการหมัก นอกจากนี้เมื่อ



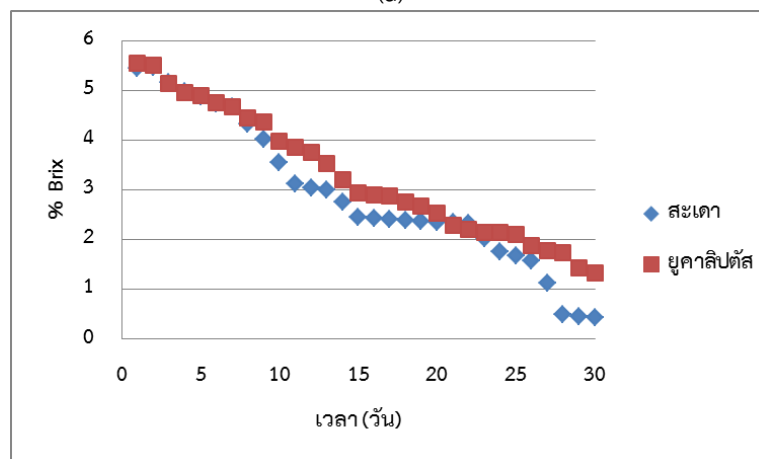
ทำการศึกษาค่า pH ของน้ำหมักพบว่า มีค่า pH ค่อนข้างคงที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก โดยหลังจาก 15 วัน น้ำหมักสับประรดผสมใบสะเดาและน้ำหมักสับประรดผสมใบยูคาลิปตัสมีค่า pH เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะน้ำหมักสับประรดผสมใบสะเดา (ภาพ 1 b) ทั้งนี้การลดลงของ %Brix และการเพิ่มขึ้นของค่า pH ในช่วงท้ายของการหมัก อาจมีสาเหตุมาจากการเปิดฝาเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงทุกวัน ก่อให้เกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์จากภายนอก ทำให้เกิดการบูดเน่าของน้ำหมักในช่วงท้ายของการทดลองน้ำหมักชุดที่ 1 และชุดที่ 2

เมื่อนำน้ำหมักในชุดที่ 2 ที่หมักครบ 15 วัน และ 30 วัน ไปทดสอบการจับตัวน้ำยาง โดยใช้อัตราส่วนน้ำยางสด 100 mL ต่อน้ำหมักอัตราส่วนต่างๆ กัน พบว่าเมื่อใช้น้ำหมักทั้ง 2 ชนิด ปริมาตร 20-25 mL ทั้งการหมัก 15 วัน และ 30 วัน สามารถจับตัวยางได้ดี น้ำที่เหลือจากการจับตัวไม่ใสจนเกินไป ในขณะที่อัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้กรดฟอร์มิก (3%) คือ 9 mL ทั้งนี้ปริมาณเนื้อเยื่อแห้งที่ได้รับจากการใช้น้ำหมักชีวภาพในการจับตัวยางทั้ง 2 ชนิด พบว่าไม่แตกต่างกับการใช้กรดฟอร์มิก โดยมีค่าปริมาณยางแห้งอยู่ระหว่าง 29-31 %DRC (ดังแสดงในตาราง 2)

ทั้งนี้ลักษณะที่ดีของการจับตัวน้ำยางคือ เซลล์ที่เหลือจากการจับตัวน้ำยางจะต้องมีสีไม่ใสหรือขาวขุ่น เพราะถ้าเซลล์ที่เหลือจากการจับตัวน้ำยางใสจะบ่งบอกถึงกรดที่ใช้จับตัวมีปริมาณมากจนเกินไปหรือเรียกว่าแก่กรด แต่ถ้าเซลล์ที่เหลือจากการจับตัวมีสีเหลืองขุ่นจะแสดงถึงกรดที่ใช้มีปริมาณน้อยเกินไปหรือเรียกว่าอ่อนกรด โดยลักษณะการจับตัวยางที่ใช้น้ำหมักที่เหลืออยู่ต้องปรากฏลักษณะสีเหลืองอ่อนใส ซึ่งอัตราส่วนน้ำยางสดต่อน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ในการจับตัวยางและลักษณะของน้ำที่เหลือจากการจับตัวยางดิบ ดังแสดงในตาราง 3 และยางแผ่นที่ได้จากการจับตัวด้วยน้ำหมักชนิดต่างๆ ที่หมักเป็นเวลา 15 วัน และ 30 วัน



(a)



(b)

ภาพที่ 1 ค่า pH และ ค่า %Brix น้ำหมักสูตรต่างๆ ที่ทำการหมักเป็นเวลา 30 วัน โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงทุกวัน



ตารางที่ 2 ค่า %Brix ค่า pH และปริมาณเนื้อยางแห้ง (%DRC) ของการใช้น้ำหมักสูตรต่างๆ ที่ทำการหมัก 15 วัน และ 30 วัน เทียบกับกรดฟอรั่มิก

ชนิดของสารจับตัวยาง	%Brix	pH	%DRC
น้ำหมักสับประรด+ใบสะเดา 15 วัน	2.07	3.28	29.42
น้ำหมักสับประรด+ใบสะเดา 30 วัน	2.06	3.27	29.35
น้ำหมักสับประรด+ใบยูคาลิปตัส 15 วัน	6.52	2.78	27.57
น้ำหมักสับประรด+ใบยูคาลิปตัส 30 วัน	5.89	3.00	27.68
กรดฟอรั่มิก	-	-	30.15

ตารางที่ 3 สีของน้ำเซรั่มที่เหลือจากการจับตัวยางดิบที่อัตราส่วนระหว่างน้ำยางสดต่อน้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการจับตัวยาง

ชนิดน้ำหมัก	ปริมาณน้ำยางสด ต่อน้ำหมักโดย ปริมาตร(ml)	สีของน้ำเซรั่ม				
		100 : 1 ml	100 : 5 ml	100 : 10 ml	100 : 15 ml	100 : 20 ml
น้ำหมักสับประรดใบสะเดา 15 วัน		สีเหมือน น้ำนม	สีเหมือน น้ำนม	สีเหมือน น้ำนม	เหลืองใส	เหลือง ใส
น้ำหมักสับประรดใบสะเดา 30 วัน		สีเหมือน น้ำนม	สีเหมือน น้ำนม	สีเหมือน น้ำนม	เหลืองใส	เหลือง ใส
น้ำหมักสับประรดใบยูคาลิปตัส 15 วัน		สีเหมือน น้ำนม	สีเหมือน น้ำนม	สีเหมือน น้ำนม	เหลือง อ่อน	เหลือง ใส
น้ำหมักสับประรดใบยูคาลิปตัส 30 วัน		สีเหมือน น้ำนม	สีเหมือน น้ำนม	สีเหมือน น้ำนม	เหลือง อ่อน	เหลือง ใส

จากผลการทดลองในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า น้ำหมักชีวภาพให้ประสิทธิผลในการจับตัวยางดิบ ปริมาณเนื้อยางแห้ง และสีของชิ้นงานใกล้เคียงกับการใช้กรดฟอรั่มิก เนื่องจากสีของน้ำเซรั่มจะบ่งบอกถึงการจับตัวของน้ำยางว่าจับตัวได้หมดหรือไม่ ถ้าหากจับตัวได้หมดน้ำเซรั่มจะใส และถ้าจับตัวได้ไม่หมดน้ำเซรั่มจะขุ่น นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำหมักทั้ง 2 สูตร ที่ทำการหมักเป็นเวลา 15 วัน และ 30 วัน ให้ผลไม่ต่างกันมากนัก การศึกษาในขั้นต่อไปจึงใช้น้ำหมักที่เตรียมเพียง 15 วันเท่านั้น ทั้งนี้ น้ำหมักที่เตรียมตามอัตราส่วนที่ให้ไว้ในตาราง 1 พบว่าจะได้น้ำหมักสำหรับจับตัวยางประมาณ 7 ลิตร สามารถใช้ในการเตรียมยางแผ่นได้ประมาณ 11 แผ่น (น้ำหนักรวมของยางแผ่นแห้งประมาณ 13 กิโลกรัม) ซึ่งเมื่อคิดต้นทุนในการเตรียมน้ำหมัก พบว่า น้ำหมักสับประรด ใช้ต้นทุนประมาณ 5.25 บาท เนื่องจากใช้สับประรด ซึ่งเมื่อคิดต้นทุนต่อ 1 กิโลกรัม ของยางแห้งพบว่า น้ำหมักสับประรด จะใช้ต้นทุนประมาณ 8.63 บาท ในขณะที่การใช้กรดฟอรั่มิก พบว่ามีต้นทุนประมาณ 0.20 บาท ต่อ 1 กิโลกรัมของยางแห้ง และแม้ว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจะยุ่งยากและมีราคาแพงกว่าการใช้กรดฟอรั่มิก แต่น้ำหมักชีวภาพจะเป็นตัวช่วยที่สำคัญสำหรับผลไม้ตามฤดูกาลที่มีราคาถูก หรือผลไม้คัดทิ้งซึ่งเป็นปัญหาขยะสำคัญที่ต้องกำจัดทิ้งของทั้งผู้ขายและตลาด ทั้งนี้ น้ำหมักชีวภาพยังมีความปลอดภัย และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะดินและแหล่งน้ำใกล้สวนยาง และเกษตรกรชาวสวนยางในระยะยาวอีกด้วย นอกจากนี้ น้ำหมักที่เหลือจากการหมักครั้งแรกยังสามารถใช้เป็นหัวเชื้อต่อการหมักในครั้งต่อไปได้อีกประมาณ 2 ครั้ง โดยไม่ต้องใช้หัวเชื้อ (พด.2) ในการหมัก และสามารถลดการใช้ปริมาณน้ำตาลทรายลงได้ ทำให้ต้นทุนในการเตรียมน้ำหมักยังมีค่าลดลงตามปริมาณน้ำตาลทรายที่ใช้ลดลงอีกด้วย



## 2. การจับตัวยางแผ่น

งานวิจัยนี้ทำการจับตัวยางเส้นแบบการจับยางก้อนถ้วย คือใช้เฉพาะน้ำยางสด สารช่วยในการจับตัวซึ่งได้แก่ น้ำหมักชีวภาพ และกรดฟอร์มิก แต่ทำในภาคสำหรับทำยางแผ่น โดยเทน้ำยางสดประมาณ 3,000 mL ลงไปในถาด จากนั้นเติมน้ำหมัก และกรดฟอร์มิก ประมาณ 600 และ 270 mL ลงไปตามลำดับ คนให้เข้ากัน รอให้ยางจับตัวเป็นก้อน นำมารีดน้ำออก รีดหยาบ และรีดดอก ตามลำดับ

การศึกษาในขั้นตอนนี้ จะใช้น้ำหมักที่ทำการหมักเป็นเวลา 15 วัน โดยทำการเปิดเพื่อไล่แก๊สทุก 5 วัน ค่า %Brix ค่า pH และน้ำหนักเฉลี่ยของยางแผ่นที่จับตัวด้วยน้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ และกรดฟอร์มิก แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 %Brix ค่า pH และน้ำหนักของยางแผ่นที่จับตัว โดยน้ำหมักชีวภาพ และกรดฟอร์มิก

ชนิดของสารจับตัวยาง	% Brix	pH	น้ำหนักยางแผ่นแห้ง (g) ต่อ 1 แผ่น
น้ำหมักใบสะเดา 15	2.44	2.62	1175
น้ำหมักใบสะเดา 30	0.46	2.38	1170
น้ำหมักใบยูคาลิปตัส 15 วัน	2.93	2.86	1096
น้ำหมักใบยูคาลิปตัส 30 วัน	1.32	3.07	1084
กรดฟอร์มิก	-	-	986

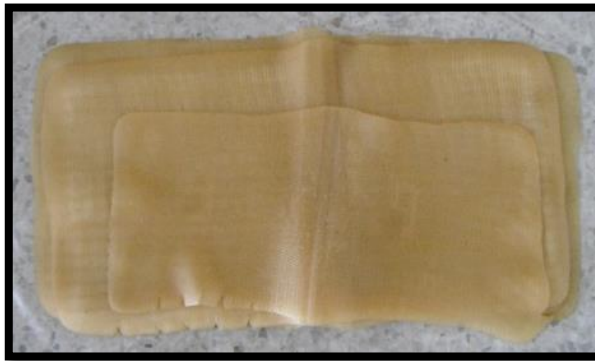
จากผลการทดลองทั้งหมดที่ผ่านมา จะเห็นว่าค่า % Brix และค่า pH ไม่สามารถใช้ทำนายประสิทธิภาพของน้ำหมักที่ใช้ในการจับตัวยางได้ โดยการใช้ น้ำหมักชีวภาพทั้ง 2 ชนิด ให้ผลของปริมาณเนื้อยางแห้งที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนัก ยกเว้นสีของยางแผ่นที่ได้ ซึ่งจากการสังเกตด้วยสายตา พบว่ายางที่จับตัวด้วยกรดฟอร์มิกให้สีของยางแผ่นดีที่สุด คือมีสีเหลืองอ่อน รองลงไปคือ ยางที่จับตัวด้วยน้ำหมักสับปะรดใบยูคาลิปตัส และน้ำหมักสับปะรดใบสะเดา ตามลำดับ ภาพถ่ายชิ้นงานที่ได้จากการเตรียมแผ่นยางด้วยน้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆ และกรดฟอร์มิก ดังแสดงในภาพที่ 2



จับตัวด้วยน้ำหมักสับปะรดใบยูคาลิปตัส



จับตัวด้วยน้ำหมักสับปะรดใบสะเดา



จับตัวด้วยกรดฟอร์มิก

ภาพที่ 2 ภาพถ่ายแผ่นยางหลังอบแห้งที่ได้จากการจับตัวน้ำยางสดด้วยน้ำหมักสับปะรด ใบยูคาลิปตัส น้ำหมัก  
สับปะรดใบสะเดา และกรดฟอร์มิก

### 3. การหาชนิดและปริมาณของกรดในน้ำหมัก

จากการศึกษาชนิดและปริมาณของกรดที่เกิดจากการหมักสับปะรดด้วยเครื่อง HPLC โดยเทียบกับกรด  
มาตรฐาน 6 ชนิด คือ กรดออกซาลิก กรดฟอร์มิก กรดแลกติก กรดอะซิติก กรดซิตริก และกรดมาลิก ซึ่งเตรียม  
กราฟมาตรฐานโดยใช้กรดมาตรฐานความเข้มข้น 5, 10, 25, 50 และ 100 ppm มี Potassium dihydrogen  
phosphate ที่ปรับความเป็นกรดด้วย Potassium Phosphate ให้มี pH 2.4 เป็นเฟสเคลื่อนที่

จากผลการทดลองพบว่า น้ำหมักสับปะรด พบสัญญาณหลัก 2 สัญญาณที่เวลา 4.1 และ 4.5 นาที ซึ่ง  
เป็นสัญญาณของกรดแลกติก และกรดไม่ทราบชนิด ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ น้ำหมักทั้ง 2 ชนิดยังพบว่า  
การหมักเป็นเวลา 15 วัน ให้ปริมาณกรดหลักสูงกว่าการหมักเป็นเวลา 30 วัน โดยชนิดและปริมาณกรดในน้ำหมัก  
ชนิดต่างๆ ดังแสดงในตาราง 5



ตารางที่ 5 ชนิดและปริมาณกรดในน้ำหมักชีวภาพ ที่ทำการวิเคราะห์โดยเครื่อง HPLC

ชนิดของน้ำหมัก ชีวภาพ	ชนิดและปริมาณของกรด (ppm) ที่ Retention time (นาที) ต่างๆ							
	ออก ซาลิก (2.3 นาที)	ฟอร์มิก (2.8 นาที)	แลกติก (4.1 นาที)	Unkno wn (4.5 นาที)	อะซิติก (4.6 นาที)	Unkn own (5.2 นาที)	ซิตริก (6.9 นาที)	มาลิก (7.8 นาที)
น้ำหมักสับประรด+ สะเดา 15 วัน	136	750	21,963	-	-	√	-	428
น้ำหมักสับประรด+ สะเดา 30 วัน	132	993	18,468	-	-	√	21	318
น้ำหมักสับประรด+ยู คาลิปตัส 15 วัน	99	510	14,034	√	-	-	17	231
น้ำหมักสับประรด+ยู คาลิปตัส 30 วัน	66	-	8,199	√	-	-	39	105

หมายเหตุ : √ หมายถึง พบสัญญาณที่ตำแหน่งดังกล่าว แต่ไม่ทราบชนิดและปริมาณของกรดชนิดนั้น

#### 4. ผลการยับยั้งเชื้อราของยางดิบที่ได้จากการจับตัวด้วยน้ำหมักชีวภาพ

ศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นที่ได้จากการจับตัวด้วยสารจับตัวยางชนิดต่างๆ โดยนำเชื้อราที่ขึ้นบนแผ่นยางที่ได้จากการจับตัวด้วยกรดซัลฟิวริกมาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ พร้อมจำแนกชนิดของเชื้อรา โดยอาศัยความแตกต่างทางสัณฐานวิทยา พบว่า สามารถจำแนกได้ทั้งสิ้น 4 Isolate ดังแสดงในตารางที่ 6 จากนั้นนำเชื้อดังกล่าวไปทดสอบกับยางแผ่นดิบที่ได้จากการจับตัวด้วยน้ำหมักชีวภาพ และกรดฟอร์มิก

ตารางที่ 6 ชนิดของเชื้อราที่พบบนแผ่นยางดิบที่จับตัวด้วยน้ำหมักชีวภาพ

ลำดับที่	ชนิดของเชื้อราที่พบบนแผ่นยางดิบจากผลจาก การจัดจำแนก
Isolate ที่ 1	<i>Aspergillus sp.</i>
Isolate ที่ 2	<i>Penicillium sp. (1)</i>
Isolate ที่ 3	<i>Penicillium sp. (2)</i>
Isolate ที่ 4	<i>Trichoderma sp.</i>

นำราที่ขึ้นบนยางแผ่นดิบที่จับตัวด้วยกรดซัลฟิวริกจำนวน 4 Isolate มาป้ายบนชิ้นยางที่ได้จากการจับตัวด้วยน้ำหมักชีวภาพ 2 ชนิด และยางที่จับตัวด้วยกรดฟอร์มิก เพื่อทดสอบความสามารถในการต้านการเจริญเติบโตของเชื้อรา จากผลการทดลองพบว่ายางที่จับตัวด้วยน้ำหมักสับประรดต้านการเจริญเติบโตของเชื้อรา 2 Isolate น้ำหมักสับประรดผสมใบสะเดา และน้ำหมักสับประรดผสมใบยูคา มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราสายพันธุ์ *Aspergillus sp.* และ *Penicillium sp. (1)* ได้ในขณะที่ยางดิบที่ได้จากการจับตัวด้วยกรดฟอร์มิกเมื่อนำไปทดสอบการต้านการเจริญเติบโตของเชื้อรา พบว่าสามารถต้านการเจริญเติบโตของเชื้อราได้เพียงชนิดเดียวคือเชื้อราสายพันธุ์ *Penicillium sp. (2)*

#### สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า น้ำหมักจากสับประรดผสมใบสะเดา และใบยูคา ที่หมักเป็นเวลา 15 วัน สามารถใช้จับตัวน้ำยางสดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่แตกต่างจากการใช้กรดฟอร์มิก โดยได้ปริมาณเนื้อยางแห้ง (DRC)





ประมาณ 27.57-29.42% และสีของยางดิบที่ได้จากการจับตัวด้วยน้ำหมักสับประรดผสมกับใบยูคาให้สีใกล้เคียงกับยางที่จับตัวด้วยกรดฟอรั่มิก มากที่สุด ในขณะที่ยางที่จับตัวด้วยน้ำหมักสับประรดผสมสะเดาได้ยางแผ่นที่มีสีคล้ำกว่า นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำหมักทั้งสองชนิดมีกรดหลักที่เหมือนกัน ซึ่งกรดหลักที่เหมือนกันนี้ ส่งผลต่อสมบัติในการยับยั้งการเกิดของเชื้อราบนแผ่นยางได้คล้ายกัน พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราชนิด *Aspergillus sp.* และ *Penicillium sp.* (1) ได้ ในขณะที่ยางแผ่นดิบที่จับตัวด้วยกรดฟอรั่มิก พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราชนิด *Penicillium sp.* (1) ได้เพียงชนิดเดียว ทั้งนี้ยางแผ่นดิบที่ได้มีสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่ใกล้เคียงกันในแต่ละสูตร และมีค่าไม่แตกต่างจากการใช้กรดฟอรั่มิก

### อภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นการนำวัตถุดิบจากธรรมชาติมาใช้ทดแทนกรดสังเคราะห์ โดยศึกษาความเป็นไปได้ในการนำน้ำหมักจากผลไม้ซึ่งมีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และกับชาวสวน มาใช้เป็นสารช่วยในการจับตัวของน้ำยางสดแทนการใช้กรดสังเคราะห์ เพราะปัจจุบันน้ำหมักเข้ามามีบทบาทอย่างมากในหลายๆ ด้านสำหรับเกษตรกร ทั้งเกษตรกรยังสามารถเตรียมเองได้โดยง่าย โดยน้ำหมักในงานวิจัยนี้เตรียมจากสับประรดมีกรดหลัก คือกรดแลกติกผสมกับใบยูคาลิปตัสซึ่งมีน้ำมันหอมระเหยในการออกฤทธิ์ต่อต้านเชื้อราที่เรียกว่า 1,8 Cineole (สุธีรา วิทยากาญจน์ และคณะ, 2557) และผสมกับใบสะเดาซึ่งมีสารออกฤทธิ์ที่เรียกว่า Nimbin และ Azadirachtin (สายสมร ลำลอง และนิทยา คำพันธ์, 2560) สามารถออกฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยหวังว่าน้ำหมักจากผลไม้ผสมกับพืชทั้ง 2 ชนิด สามารถทำให้น้ำยางสดจับตัวได้ใกล้เคียงกับการใช้กรดฟอรั่มิก เพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับเกษตรกรชาวสวนยางพาราต่อไป

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ โพรแกรมนิเทศศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่ได้สนับสนุนเครื่องมือ อุปกรณ์ในการทำวิจัยครั้งนี้

ทั้งนี้ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยนี้จะมีคุณค่าและประโยชน์กับผู้ที่เกี่ยวข้องและยินดีให้งานวิจัยนี้ไปศึกษาและปรับให้เป็นประโยชน์กับตัวท่านเองและเป็นประโยชน์กับผู้อื่นต่อไป

### เอกสารอ้างอิง

กรรณิกา ศรีประยา และณฐนนท์ ทรายู. (2551). กิจกรรมการต้านจุลินทรีย์ของน้ำผลไม้หมักต่อเชื้อโรคทางอาหารบางชนิด. *วารสารวิจัย มข*, 13(8), 906-918.

จุลินทรีย์กับยางพารา. (ม.ป.ป.). [Online]. Available : [http://www.agro.cmu.ac.th/e\\_books/602120/E-learning/Pdf/rubber%20micro.pdf](http://www.agro.cmu.ac.th/e_books/602120/E-learning/Pdf/rubber%20micro.pdf) [2560, พฤษภาคม 15].

สายสมร ลำลอง และจารวี นามวิชัย. (2554, มกราคม-ธันวาคม). การใช้น้ำหมักชีวภาพจากมะเฟืองหัวเชื้อและส้มโอเป็น สารจับตัวยางและผลต่อสมบัติของยางคอมพาวด์และยางวัลคาไนซ์.

*วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*,

1(ฉบับพิเศษ), 21-30.กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง, สำนักงาน. (2554). *ความสำคัญทางเศรษฐกิจของยางพารา*. [Online].

Available: [http://www.rubber.co.th/knowledge\\_1m.html](http://www.rubber.co.th/knowledge_1m.html). [2559, กรกฎาคม 10].

ศูนย์สื่อสารวิทยาศาสตร์ไทย สวทช. (2554). *น้ำมะพร้าวหมักช่วยน้ำยางจับตัวดีกว่ากรด*.

[Online]. Available : <http://www.bangkokbiznews.com/home/detail/it/science.Html>. [2559, กรกฎาคม 10].

นริศร นางาม, ฐิติมา นุตราชวงศ์ และพิณช่อ กรมรัตน์พร. (2551). การศึกษาเปรียบเทียบผล



- ของจุลินทรีย์ อี เอ็ม และน้ำส้มควันไม้ต่อการยับยั้งเชื้อ. **วารสารวิจัย มข**, 13(7), 873-870.
- นิตการ แก้วกิ่ง และวชิรา เสือรัมย์. (2550). **การใช้น้ำผลไม้ในฐานะสารช่วยจับเนื้อยางสำหรับผลิตภัณฑ์ ยางแผ่น**. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พงษ์ธร แซ่ฮุย. (ม.ป.ป.). **ชนิดของยางและการใช้งาน**. สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2560, จาก [http://rubber.oie.go.th/box/Article/21039/SR1\\_RIU.pdf](http://rubber.oie.go.th/box/Article/21039/SR1_RIU.pdf)
- มณิรัตน์ สุตันตั้งใจ และวินัย สุตันตั้งใจ. (2551). **การใช้น้ำส้มสายชูจากน้ำมะพร้าวเป็นสารช่วยในการจับก้อนสำหรับการผลิตยางแผ่น**. เลย : มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- ยางธรรมชาติ**. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2560, จาก [http://www.electron.rmutphysics.com/sciencenews/index.php?option=com\\_content&task=view&id=141](http://www.electron.rmutphysics.com/sciencenews/index.php?option=com_content&task=view&id=141)
- วิวัฒน์ ถาวโรฤทธิ. (2555). **การใช้น้ำหมักชีวภาพจากพืชสมุนไพรกับแผ่นยางพาราผึ่งแห้งเพื่อเก็บรักษาป้องกันการเจริญของเชื้อรา**. ยะลา : มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- วรารณ ขจรไชยกูล. (2549). **ยางธรรมชาติ : การผลิตและการใช้งาน**. กรุงเทพฯ : ซีโน ดีไซน์
- ศักดิ์ดา ไร่ใหญ่. (2546). **สารสกัดทดแทนน้ำส้มฆ่ายาง**. **สปว.ยางพารา**, 2(6), 32-35.
- สายสมร ลำลอง และนิตยา คำพันธ์. (2560). **การยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่นด้วยสารสกัดจากสมุนไพร**. **วารสาร มทร.อีสาน** ปีที่ : 10 ฉบับที่ : 2 เลขหน้า : 107-118 ปีพ.ศ. : 2560
- สุธีรา วิทยากาญจน์ อุดมลักษณ์ สุขอดตะ ประภัสสร รักถาวร ชัยพร สามพุ่มพวง เกสรี กลิ่นสุคนธ์ และลลิตา คชารัตน์. (2557). **การประยุกต์ใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบของต้นยูคาลิปตัสและเมล็ดข้าวเพื่อเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เพื่อการเกษตรและผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ**. งานวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- หน่วยเทคโนโลยียาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. (ม.ป.ป.). **กระบวนการผลิต**. [Online]. Available : <http://rubber.sc.mahidol.ac.th/rubbtech/process.htm> [2555, มีนาคม 19]. **Annual Book of ASTM Standards**. (1999). **Standard Test Method for Rubber Property-Durometer Hardness**. New York : Department of Defense.
- Chutia, M., et al. (2009). Antifungal activity and chemical composition of Citrus reticulata Blanco essential oil against phytopathogens from North East India. **LWT-Food Science and Technology**, 42, 777-780.
- Viuda-Martos, M., et al. (2008). Antifungal activity of lemon (Citrus lemon L.), Mandarin (Citrus reticulata L.), grapefruit (Citrus paradisi L.) and orange (Citrus sinensis L.) essential oils. **Food Control**, 19, 1130-1138.
- NEO PLAST. (2555). **ยาง NR**. [Online]. Available : สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2560, [http://www.neoplast.biz/index.php?lay=show&ac=article&id=174420news/index.php?option=com\\_content&task=view&id=141&Itemid=0](http://www.neoplast.biz/index.php?lay=show&ac=article&id=174420news/index.php?option=com_content&task=view&id=141&Itemid=0) and <http://www.rubbercenter.org/files/technologys.pdf> [2017, May 15].
- Ferreira, V.S., et al. (2005) The use of smoke acid as an alternative coagulating agent for natural rubber sheets' production. **Bioresource Technology**, 96, 605-609.
- Baimark, Y. & Niamsa, N. (2009). Study on wood vinegars for use as coagulating and antifungal agents on the production of natural rubber sheets. **Biomass and bioenergy**, 33, 994-998.