รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การแก้ปัญหากลิ่นของโรงงานผลิตยางแท่ง STR 20 โดยใช้สารอินทรีย์ธรรมชาติ

คณะผู้วิจัย รองศาสตราจารย์ ดร.จันทิมา ชั่งสิริพร (หัวหน้าโครงการ)

ดร.พรศิริ แก้วประดิษฐ์

นางสาวพฤกระยา พงศ์ยี่หล้า

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนงบประมาณแผ่นดิน ปี 2558

บทคัดย่อ

ยางธรรมชาติเป็นวัตถุดิบในการผลิตยางแผ่นและยางแท่ง ได้มาจากต้นยางพารามาผ่านกระบวนการแปรรูปในอุตสาหกรรมเพื่อใช้ผลิตเป็นชิ้นส่วนต่างๆ ตามความต้องการ ซึ่งอุตสาหกรรมยางมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โรงงานผลิตยางแผ่นและยางแท่งมักพบปัญหาเรื่องเชื้อราที่เจริญเติบโตบนยางก่อให้เกิดความเสียหายและปัญหาของกลิ่นเหม็นที่เกิดจากการอบแห้งยาง สิ่งเหล่านี้เกิดเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมขึ้นส่งผลกระทบต่อพื้นที่ใกล้เคียงและความเสียหาของยางที่เก็บรักษาไว้ ในงานวิจัยนี้สนใจนำสารธรรมชาติชนิดน้ำส้มควันไม้และไคโตซานมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่งประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นของสารธรรมชาติสามารถตรวจวัดได้จากการนับจำนวนเชื้อราที่เจริญเติบโตบนตัวอย่างยางแผ่นต่อพื้นที่ สำหรับการวิเคราะห์กลิ่นเหม็นจากกระบวนการผลิตยางแท่ง วัดได้จากการเตรียมยางที่ผ่านกระบวนการหั่นเป็นชิ้นหรือยางเครพนำเข้าสู่กระบวนการอบแห้งยางซึ่งวิเคราะห์กลิ่นจากกรดอินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับกระแสอากาศที่ถูกปล่อยออกจากกระบวนการอบแห้ง ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าน้ำส้มควันไม้สามารถยับยั้งเชื้อราได้อย่างเหมาะสม และน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 5% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบนยางเครพที่เก็บรักษาไว้ก่อนเข้าสู้กระบวนการอบแห้งมีผลต่อการลดกลิ่นกระบวนการอบแห้ยางสำหรับการผลิตยางแท่ง ทั้งนี้เนื่องจากสารประกอบฟีนอลและกรดอะซิติกที่มีอยู่ในน้ำส้มควันไม้เป็นสารที่ช่วยลดการเกิดเชื้อราส่งผลต่อการลดปริมาณกรดอินทรีย์ในอากาศที่ปล่อยจากการอบแห้งยาง ดังนั้นการใช้สารธรรมชาติชนิดน้ำส้มควันไม้ช่วยยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นและลดกลิ่นเหม็นในกระบวนการผลิตยางแท่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและการแสดงถึงศักยภาพที่สูงสำหรับการแก้ปัญหาของอุตสาหกรรมยางอย่างปลอดภัยไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

ABSTRACT

Natural rubber obtaining from the rubber tree is a major economic importance of Thailand. Primary rubber products especially rubber sheet and block rubber factories have problems of fungi growth and public complain from malodor and environmental problem. In this work, wood vinegar producing from rubber wood was investigated to apply for these problems. The antifungal efficiency of rubber sheet was determined from mold count of colony forming unit per gram. To analyze the malodor from block rubber processing, shredded rubber sample was prepared and organic acid containing in the gas releasing from the rubber drying were measured. The result showed that the wood vinegar can improve antifungal property of rubber sheet. 5% wood vinegar can reduce fungi growth during shredded rubbers store that effect to reduce malodor from drying process. Due to phenolic compound and acetic acid in wood vinegar, it can reduce fungi and organic acid contents in air releasing from rubber drying. Thus the management of antifungal on rubber sheet and malodor form block rubbers production by wood vinegar is an effective way and shows very high potential to solve the problem without any toxicity.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก "งบประมาณแผ่นดินปี 2558" สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมืออุปกรณ์ และสถานที่ในการทำวิจัย และขอขอบคุณ บริษัทสยามอินโดรับเบอร์ จำกัด ต.ป่าบอน อ.ป่าบอน จ.พัทลุง ที่ให้ความอนุเคราะห์ผลิตภัณฑ์แปรรูปยางเพื่อทำวิจัย อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

เนื้อหา หน้า

บทคัดย่อ (1)

ABSTRACT (2)

กิตติกรรมประกาศ (3)

สารบัญ (4)

รายการตาราง (8)

รายการรูป (9)

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 การเกิดกลิ่นจากยางธรรมชาติ 5

2.2 กลิ่นที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมยางแท่ง 6

2.3 วิธีตรวจวัดกลิ่น 7

2.4 ไคโตซาน 7

2.5 น้ำส้มควันไม้ 8

2.6 อุตสาหกรรมยางแท่ง 8

2.6.1 กระบวนการผลิตยางแท่งจากน้ำยางสด 9

2.6.2 กระบวนการผลิตยางแท่ง STR 20 9

2.7 การทบทวนวรรณกรรม/ สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง 11

2.8 การสืบค้นจากฐานข้อมูลสิทธิบัตร 12

บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย 14

3.1 วัตถุดิบ 14

3.1.1 น้ำยางสด 14

3.1.2 ยางก้อนถ้วย 14

3.1.3 ยางเครพ 15

3.1.4 น้ำส้มควันไม้ 15

3.1.5 ไคโตซาน 16

3.2 สารเคมี 16

3.2.1 สารเคมีสำหรับเตรียมและวิเคราะห์กลิ่นของยาง 16

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ 17

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดลองบำบัดกลิ่นจากยางก้อนถ้วย 17

3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดลองบำบัดกลิ่นจากการอบยางเครพ 18

3.4 การเตรียมวัตถุดิบในการทดลอง 19

3.4.1 การเติมสารธรรมชาติลงในน้ำยางเพื่อผลิตยางก้อนถ้วย 19

3.4.2 การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ บนยางก้อนถ้วย 20

3.4.3 การฉีดพ่นสารธรรมชาติชนิดน้ำส้มควันไม้และไคโตซานบนยางเครพ 21

3.4.4 การแช่ยางในสารธรรมชาติเพื่อลดการเกิดกลิ่น 22

3.5 การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์แก๊ส 22

3.5.1 การเก็บตัวอย่างแก๊สจากยางก้อนถ้วย 22

3.5.2 การเก็บตัวอย่างแก๊สจากการอบยางเครพ 23

3.5.3 การวิเคราะห์กลิ่นจากยาง.....23

3.6 ศึกษาความเป็นกรด- ด่างของของเหลวจากการหมักยางก้อนถ้วย 24

3.7 ศึกษาการใช้น้ำส้มควันไม้ต่อการเกิดเชื้อรา.....24

3.7.1 การเกิดเชื้อราบนยางก้อนถ้วย.....24

3.7.2 การเกิดเชื้อราบนยางเครพและยางแผ่น 25

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....27

4.1 ผลของการเติมสารธรรมชาติลงในยางก้อนถ้วยต่อการเกิดกลิ่น 27

4.1.1 การวิเคราะห์กรดอะซิติก (CH_3COOH) ในยางก้อนถ้วย 28

4.1.2 การวิเคราะห์แก๊สแอมโมเนีย (NH_3) ในยางก้อนถ้วย 28

4.1.3 การวิเคราะห์แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ในยางก้อนถ้วย 29

4.2 ผลความเข้มข้นในการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ต่อการบำบัดกลิ่นในยางก้อนถ้วย.....30

4.3 ผลการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้บนยางเครพก่อนกระบวนการอบแห้ง.....31

4.3.1 ผลของน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการบำบัดกลิ่น 31

4.3.2 ใช้ 5% สารธรรมชาติฉีดพ่นยางเครพ 31

4.4 ผลของความเป็นกรด - ด่างของของเหลวที่เกิดจากการหมักยางก้อนถ้วย 32

4.5 ผลการแช่ยางเครพในสารธรรมชาติต่อการลดกลิ่นก่อนกระบวนการอบแห้ง.....33

4.5.1 ผลของน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการบำบัดกลิ่น 33

4.5.2 ผลของไคโตซานต่อการบำบัดกลิ่นจากกระบวนการอบแห้งยาง 34

4.5.3 ผลของการบำบัดกลิ่นในการใช้น้ำส้มควันไม้ต่อการเก็บรักษายาง 35

4.6 ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ต่อการเกิดเชื้อรา 37

4.6.1 การเจริญเติบโตของเชื้อราที่เกิดบนยางก้อนถ้วย.....37

4.6.2 การเจริญเติบโตของเชื้อราที่เกิดบนยางแผ่น 37

4.6.3 การเจริญเติบโตของเชื้อราที่เกิดบนยางเครพ.....42

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....44

5.1 สรุปผลการวิจัย 44

5.1.1 การเติมสารธรรมชาติลงในยางก้อนถ้วยต่อการเกิดกลิ่น.....44

5.1.2 การบำบัดกลิ่นจากยางเครพด้วยการใช้สารธรรมชาติ 45

5.1.3 การยับยั้งเชื้อราบนยางด้วยสารธรรมชาติ.....45

5.2 ข้อเสนอแนะ 46

เอกสารอ้างอิง.....47

ภาคผนวก 50

รายการตาราง

หน้า

ตารางที่ 2- 1 แสดงกรดไขมันระเหยง่ายและประเภทของกลิ่น 7
ตารางที่ 3- 1 แสดงปริมาตรและอัตราส่วนของสารเติมในน้ำยางธรรมชาติเพื่อผลิตยางก้อนถ้วยที่ใช้วิเคราะห์กรดอะซิติก (CH_3COOH) และแก๊สแอมโมเนีย (NH_3).....20
ตารางที่ 3- 2 แสดงปริมาตรและอัตราส่วนของสารเติมในน้ำยางธรรมชาติเพื่อผลิตยางก้อนถ้วยที่ใช้วิเคราะห์กรดไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S).....20
ตารางที่ 3- 3 การออกแบบการทดลองการแก้ปัญหากลิ่นเหม็นด้วยการใช้สารธรรมชาติในขั้นตอนของการผลิตยางก้อนถ้วยจากสวนยาง 21
ตารางที่ 3- 4 แสดงปริมาตรและอัตราส่วนของสารเติมในน้ำยางธรรมชาติเพื่อสังเกตการเจริญเติบโตของเชื้อรา 25
ตารางที่ 4- 1 แสดงผลการวิเคราะห์เชื้อราที่เกิดขึ้นบนยางแผ่นก่อนและหลังใช้น้ำส้มควันไม้โดยการทดสอบด้วยวิธีมาตรฐาน 41
ตารางที่ 4- 2 แสดงผลการยับยั้งการเกิดเชื้อราบนยางเครพด้วยการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ 42

รายการรูป

หน้า

รูปที่ 2- 1 แสดงกลไกการย่อยโปรตีน.....5
รูปที่ 2- 2 แสดงกระบวนการหมักแบบไร้อากาศ.....5
รูปที่ 2- 3 แสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดสารประกอบเมนโทนิโอนนีน.....6
รูปที่ 2- 4 กระบวนการผลิตยางแท่งจากน้ำยางสด STR 5L (ซ้าย) และการผลิตยางแท่งจากยางแห้ง STR 20 (ขวา).....10
รูปที่ 3- 1 น้ำยางสด.....14
รูปที่ 3- 2 ยางก้อนถ้วย.....14
รูปที่ 3- 3 กระบวนการผลิตยางเครพ.....15
รูปที่ 3- 4 น้ำส้มควันไม้.....15
รูปที่ 3- 5 ไคโตซาน.....16
รูปที่ 3- 7 แสดง Diagram ของแบบจำลองถังหมักที่ใช้วิเคราะห์แก๊สที่เป็นส่วนประกอบของกลิ่นจากยางก้อนถ้วย.....17
รูปที่ 3- 6 ชุดจำลองปฏิกรณ์หมักยาง.....17
รูปที่ 3- 8 ตู้อบยางเครพขนาดห้องปฏิบัติการ.....18
รูปที่ 3- 9 การผลิตยางก้อนถ้วยด้วยการเติมสารธรรมชาติ.....19
รูปที่ 3- 10 บรรจุยางก้อนถ้วยที่ผ่านการเติมสารธรรมชาติลงในชุดทดลอง.....19
รูปที่ 3- 11 แสดงการเก็บตัวอย่างสารเพื่อไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดอะซิติก.....22
รูปที่ 3- 12 ไดอะแกรมการเก็บตัวอย่างแก๊สจากการอบแห้งยางเครพ.....23
รูปที่ 3- 13 แสดงการวิเคราะห์ความเข้มข้นของอะซิติกด้วยวิธีการไทเทรต.....23
รูปที่ 3- 14 วัดค่าความเป็นกรด- ด่างตัวอย่างของเหลวที่เกิดขึ้นภายในถังหมักยางก้อน.....24
รูปที่ 3- 15 ทดสอบการเกิดเชื้อรา.....24
รูปที่ 3- 16 ยางเครพที่ผ่านการแช่น้ำส้มควันไม้เพื่อป้องกันเชื้อรา.....25
รูปที่ 3- 17 ยางเครพที่ผ่านการแช่น้ำส้มควันไม้เพื่อป้องกันเชื้อรา.....26
รูปที่ 3- 18 การเก็บรักษายางแผ่นที่ผ่านการแช่น้ำส้มควันไม้แบบแขวน.....26

รูปที่ 4- 1 ความเข้มข้นของกรดอะซิติกในแก๊สที่เกิดจากการบูดเน่าของยางก้อนถ้วยที่ระยะเวลาต่างๆ 28
รูปที่ 4- 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ NH_3ที่เกิดจากยางก้อนถ้วยในสถานะแก๊สกับระยะเวลาในการบูดเน่าของยางก้อนถ้วย.....29
รูปที่ 4- 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดจากยางก้อนถ้วยในสถานะแก๊สกับระยะเวลาในการบูดเน่าของยางก้อนถ้วย 29
รูปที่ 4- 4 ความเข้มข้นของกรดอะซิติกในแก๊สที่เกิดจากการบูดเน่าของยางก้อนถ้วยที่ความเข้มข้นต่างๆ 30
รูปที่ 4- 5 ผลของน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการบำบัดกลิ่นที่เวลาการอบ 35 นาที.....31
รูปที่ 4- 6 ผลการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้บนยางเครพก่อนกระบวนการอบแห้งต่อระดับความเข้มข้นของกรดอะซิติก ที่ความเข้มข้นของสารธรรมชาติ 5% 32
รูปที่ 4- 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ที่เกิดในของน้ำเสียกับระยะเวลาในการบูดเน่าของยางก้อนถ้วย.....33
รูปที่ 4- 8 ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ในกรแสอากาศที่ถูกปล่อยออกมาจากกระบวนการอบแห้งยางที่ความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้ 0 3 5 และ 10% v/v เมื่อเทียบกับเวลา 34
รูปที่ 4- 9 ประสิทธิภาพการบำบัดกลิ่นของสารธรรมชาติชนิดน้ำส้มควันไม้และน้ำส้มควันไม้ผสมไคโตซานในการลดกลิ่นของยางเครพจากกระบวนการอบแห้ง 35
รูปที่ 4- 10 ประสิทธิภาพการลดกลิ่นของน้ำส้มควันไม้ต่อผลการเก็บรักษายาง.....36
รูปที่ 4- 11 ผลการเก็บรักษายางแผ่นแบบซ้อนทับก่อนและหลังการแช่น้ำส้มควันไม้เพื่อป้องกันเชื้อราที่ความเข้มข้น 0 10 20 50 และ 100% v/v เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องที่เวลาต่างๆ.....39
รูปที่ 4- 12 ผลการเก็บรักษายางแผ่นแบบแขวนเรียงกันเป็นแถวก่อนและหลังการแช่น้ำส้มควันไม้เพื่อป้องกันเชื้อราที่ความเข้มข้น 0 10 20 50 และ 100% v/v เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องที่เวลาต่างๆ 40
รูปที่ 4- 13 ผลการยับยั้งเชื้อราของน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 5% v/v ในช่วงเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องต่อจำนวนเชื้อราที่เกิดขึ้นบนยางเครพ.....43

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

อุตสาหกรรมยางพารานับเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อประเทศ ทั้งในด้านของการจ้างงานและการส่งออก ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตและผู้ส่งออกยางธรรมชาติหรือยางแปรรูปพื้นฐานรายใหญ่ที่สุดของโลก โดยมีกำลังการผลิตประมาณ 2.5 ล้านตัน/ปี (สถาบันวิจัยยาง , 2547) คิดเป็น 1 ใน 3 ของการผลิตยางพาราของโลก โดยพื้นที่ปลูกยางพาราส่วนใหญ่ในประเทศไทยจะอยู่บริเวณภาคใต้ ที่เหลือกระจายอยู่ในภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งผลผลิตยางธรรมชาติมีอยู่ 4 ประเภทหลัก ได้แก่ ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง ยางเครพ และน้ำยางข้น (กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2544) อุตสาหกรรมยางแท่งเป็นอุตสาหกรรมหลักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในภาคใต้ของประเทศไทย กระบวนการผลิตยางแท่ง STR20 ทำให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึง เนื่องจากเกิดปัญหากลิ่นเหม็นรบกวนชุมชนบริเวณใกล้เคียงที่ทำให้เกิดข้อร้องเรียนบ่อยครั้ง กลิ่นเหม็นที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตยางแท่ง STR20 ตั้งแต่การกักเก็บยางก้อนถ้วย (cup lump rubber) ที่มีการบูดเน่าของเนื้อยางและสิ่งปนเปื้อน การล้างทำความสะอาด การตัดและการบดย่อยเนื้อยาง และการอบแห้ง (สมทิพย์และคณะ, 2550)

สารมลพิษที่ส่งกลิ่นเหม็นเกิดจากสารระเหย (volatile organic compound) ที่ถ่ายโอนออกมาจากการบูดเน่าของกองยางก้อนถ้วย น้ำล้างยาง และก๊าซร้อนที่ออกจากการอบยางที่ระบายออกสู่บรรยากาศทางปล่องควันของโรงงาน ซึ่งก๊าซเสียที่ปล่อยออกจากกระบวนการผลิตยางแท่งจะเป็นสารจำพวกกรดอินทรีย์ระเหยง่าย ได้แก่ กรดอะซิติก กรดบิวทิริก กรดไฮโซวาเลริก กรดเฮกซาเดคานออิก กรดโอเลอิก และเมทิลเอสเตอร์ของกรดโอเลอิก เป็นต้น (สมทิพย์ และคณะ , 2550) ซึ่งสารระเหยง่ายเหล่านี้เป็นปัญหาหลักของโรงงานอุตสาหกรรมยางแท่งที่ต้องการการแก้ไขอย่างเร่งด่วน การแก้ปัญหากลิ่นเหม็นที่มีการดำเนินการในปัจจุบันจะเป็นการบำบัดกลิ่นที่ปลายทางด้วยวิธีการต่างๆ ได้แก่ การดูดซึม (absorption) วิธีการดูดซับ (adsorption) วิธีการทางชีวภาพ (biological) และวิธีพลาสมา (plasma) วิธีการเหล่านี้มีข้อเสีย คือ ทำให้เกิดของเสียใหม่หลังการบำบัด มีค่าใช้จ่ายสูงจากการติดตั้งระบบ การใช้สารเคมี สารดูดซึม และสารดูดซับ รวมถึงค่าไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงที่เกิดขึ้นตามมา โดยบางระบบให้ประสิทธิภาพที่ต่ำไม่สามารถแก้ปัญหาการร้องเรียนของชุมชนได้ ทำให้โรงงานมีความต้องการในการหาวิธีการใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงและสามารถดำเนินการได้ง่ายในการแก้ปัญหากลิ่นเหม็นที่เกิดขึ้น

จากปัญหาดังกล่าวทำให้โครงการวิจัยนี้หันมาสนใจในการแก้ปัญหาเรื่องการกำจัดกลิ่นของโรงงานผลิตยางแทง STR20 ตั้งแต่ต้นทางของกลิ่นจากวัตถุดิบยางก้อนถ้วย ด้วยการหาวิธีการลดการบูดเน่าของยางก้อนถ้วยที่มีสาเหตุจากการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เชื้อรา และจุลินทรีย์ที่กินโปรตีนในยางก้อนถ้วยและทำให้เกิดการบูดเน่า โดยสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตยางก้อนถ้วยของชาวสวนจากต้นยางและในระหว่างการเก็บรักษายางก้อนถ้วยก่อนส่งเข้าสู่กระบวนการผลิตภายในโรงงาน ด้วยการใช้น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) และไคโตซาน (chitosan) ซึ่งเป็นสารธรรมชาติที่ไม่ส่งผลต่อคุณสมบัติของยางแท่งเนื่องจากใช้ในปริมาณน้อยและสามารถล้างออกได้ โดยสารทั้ง 2 ชนิดนี้มีราคาไม่สูงและไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม น้ำส้มควันไม้สามารถผลิตได้เองจากไม้ยางที่เป็นวัตถุดิบในท้องถิ่น นอกจากนั้นสารทั้ง 2 ชนิดนี้มีคุณสมบัติที่สำคัญที่สามารถช่วยแก้ปัญหาได้โดยตรงในการยับยั้งต้นเหตุของการเกิดกลิ่นเหม็น ซึ่งจะสามารถแก้ปัญหาที่สาเหตุหลักของการเกิดกลิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการแก้ปัญหากลิ่นของโรงงานผลิตยางแท่ง STR 20 จากสาเหตุของการเกิดกลิ่นโดยใช้สารอินทรีย์ธรรมชาติ 2 ชนิด คือ น้ำส้มควันไม้และไคโตซานที่มีคุณสมบัติพิเศษในการยับยั้งแบคทีเรีย เชื้อรา และจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของกลิ่นในยางก้อนถ้วย โดยทำการศึกษาการเติมสารธรรมชาติลงในถ้วยผลิตยางก้อนถ้วยของชาวสวนยางเพื่อลดการเกิดกลิ่นตั้งแต่ขั้นการผลิตยางก้อนถ้วย หลังจากนั้นออกแบบชุดทดลองถังเก็บยาง (Test tank) สำหรับการเก็บยางก้นถ้วยที่เวลาการเก็บต่างๆ เพื่อจำลองการเก็บรักษายางภายในโรงงานก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตยางแท่ง โดยศึกษาผลของการเติมสารธรรมชาติในถ้วยเก็บยางจากสวน การฉีดพ่นสารบนกองของยางก้อนถ้วยในถังเก็บยาง เพื่อทำการศึกษาผลของก๊าซเสียที่เกิดขึ้นและก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น โดยทำการวัดผลจากกรดอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดกรดอะซิติกที่เกิดขึ้นในก๊าซเสีย วัดระดับของการเกิดเชื้อราและปริมาณกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในยางก้อนถ้วยที่เก็บอยู่ภายในถังเก็บยางเพื่อเปรียบเทียบกับสภาวะควบคุมที่ไม่มีการใช้สารธรรมชาติและหาปริมาณการใช้สารธรรมชาติที่เหมาะสม รวมถึงศึกษาผลของการเติมสารธรรมชาติต่อคุณสมบัติพื้นฐานของยางแท่ง STR20 ซึ่งผลงานวิจัยนี้มีศักยภาพสูงเชิงเศรษฐศาสตร์ที่จะสามารถพัฒนาสู่การนำมาใช้เป็นแนวทางในการใช้สารธรรมชาติสำหรับการแก้ปัญหาของโรงงานผลิตยางแท่ง STR20 ให้ลดน้อยลงต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาและทดลองการแก้ปัญหากลิ่นของโรงงานผลิตยางแท่ง STR 20 จากต้นเหตุของการเกิดกลิ่นในยางก้อนถ้วยด้วยการใช้สารอินทรีย์ธรรมชาติ 2 ชนิด คือ น้ำส้มควันไม้และไคโตซาน

2. เพื่อศึกษาวิธีการและหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดกลิ่นเหม็นของยางก้อนถ้วยสำหรับการผลิตยางแท่ง STR20

3. เพื่อการพัฒนาสู่การนำไปใช้เป็นแนวทางของการใช้สารธรรมชาติสำหรับการแก้ปัญหากลิ่นเหม็นของโรงงานผลิตยางแท่ง STR20 ให้ลดน้อยลง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาการเติมสารธรรมชาติ 2 ชนิด คือ น้ำส้มควันไม้และไคโตซานเพื่อการแก้ปัญหามลพิษทางอากาศของการเกิดกลิ่นเหม็นจากโรงงานผลิตยางแท่ง STR20

2. ศึกษาการเติมสารธรรมชาติในถ้วยยางเพื่อการผลิตยางก้อนถ้วยของชาวสวนยางที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหากลิ่นเหม็นในโรงงานผลิตยางแท่ง STR20

3. ใช้ชุดทดลองถังเก็บยาง (test tank) ขนาด 0.1 m^3 สำหรับการจำลองการเก็บยางก้นถ้วยที่เวลาการเก็บต่างๆ เพื่อศึกษาผลของการเติมสารธรรมชาติต่อการเก็บรักษายางก้อนถ้วยในโรงงานก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตยางแท่ง

4. ทำการวัดผลโดยการตรวจวัดกรดอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดกรดอะซิติกที่เกิดขึ้นในกระแสก๊าซเสียเพื่อการวัดระดับของกลิ่นเห็น วัดการเกิดเชื้อราและปริมาณกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในยางก้อนถ้วยที่เก็บอยู่ภายในถังเก็บยาง และศึกษาผลของการเติมสารธรรมชาติต่อคุณสมบัติพื้นฐานของยางแท่ง STR20

5. ประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้สารธรรมชาติในการแก้ปัญหากลิ่นเพื่อการพัฒนาสู่การนำผลงานวิจัยไปใช้จริงในการแก้ปัญหาของโรงงานผลิตยางแท่ง STR20 ให้ลดน้อยลง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1) ได้วิธีการแก้ปัญหากลิ่นเหม็นจากยางก้อนถ้วย

2) ได้สภาวะที่เหมาะสมบำบัดกลิ่นจากยางก้อนถ้วย ที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหากลิ่นเหม็นในโรงงานผลิตยางแท่ง STR20

3) ได้แนวทางการ แก้ปัญหากลิ่นเพื่อการพัฒนาสู่การนำผลงานวิจัยไปใช้จริงในการแก้ปัญหาของโรงงานผลิตยางแท่ง STR20 ให้ลดน้อยลง

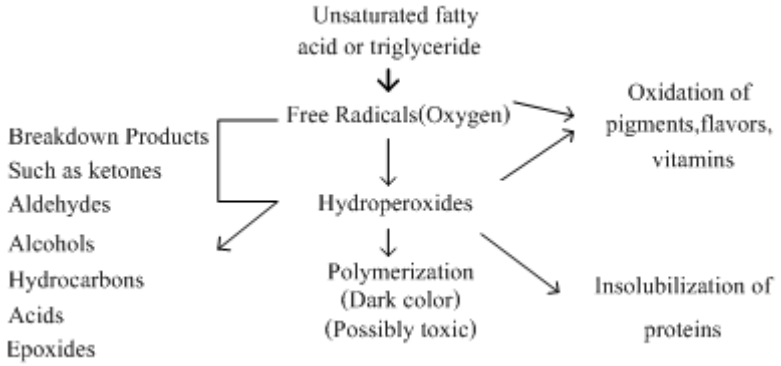
4) ได้รับความรู้และประสบการณ์จากการทำวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์และเผยแพร่แก่ผู้อื่น เช่น บทความทางวิชาการในวารสารวิชาการ เพื่อให้ภาคอุตสาหกรรมสามารถนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้

5) สามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการบำบัดกลิ่นเหม็นที่เป็นปัญหากับชุมชนบริเวณใกล้เคียงโรงงานซึ่งเกิดจากกระบวนการอบยางของโรงงานอุตสาหกรรมยางแท่งได้

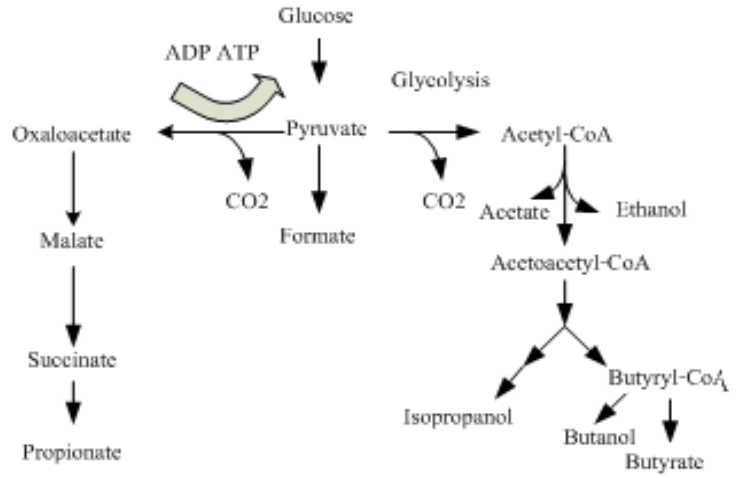
บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเกิดกลิ่นจากยางธรรมชาติ

ปฏิกิริยาเคมีในยางธรรมชาติเกิดได้ในผลิตภัณฑ์ยางอยู่ตลอดเวลา ด้วยสภาวะที่เหมาะสม ยางธรรมชาติจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างไขมันกับออกซิเจนในอากาศเกิดเป็นโปรตีน ซึ่งมีส่วนประกอบของกรดอะมิโนในโมเลกุลและปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOC) ออกมา ดังแสดงในรูปที่ 2-1 ส่วนคาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในเนื้อยาง จะถูกจุลชีวะย่อยสลายด้วยกระบวนการหมักภายใต้สภาวะไร้อากาศ กลายเป็นแอลกอฮอล์ชนิดต่าง ๆ เช่น บิวทานอล โพรพานอล ฯลฯ ดังรูปที่ 2-2



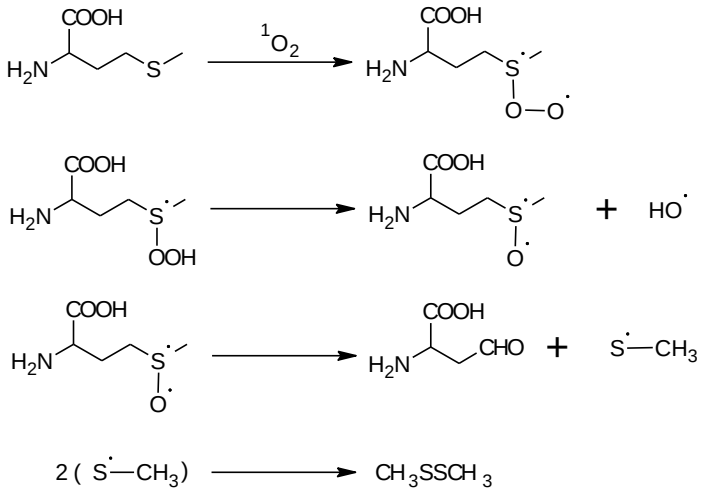
รูปที่ 2- 1 แสดงกลไกการย่อยโปรตีน



รูปที่ 2- 2 แสดงกระบวนการหมักแบบไร้อากาศ

ที่มา: รูปที่ 2-1 และ 2-2: http://www.thaiblogonline.com

ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันโดยปกติจะต้องได้รับพลังงานความร้อนกระตุ้นปฏิกิริยาแต่ด้วยจุลชีพประเภท Esterases สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ สารประกอบเอสเทอร์ที่เกิดขึ้นมีคุณสมบัติที่มีกลิ่นฉุน และน้ำที่เหลือจากปฏิกิริยานั้นมีปริมาณค่อนข้างมาก ในกรณีของยางสกิม ยางถ้วย หรือยางแท่งที่มีการใช้กรดซัลฟิวริกเพื่อเป็นสารจับตัวในน้ำยาง ปฏิกิริยาออกซิเดชันจะก่อให้เกิดสารประกอบเมนโทนิโอนนีน (Methionene) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบในรูปที่ 2-3



รูปที่ 2- 3 แสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดสารประกอบเมนโทนิโอนนีน

ที่มา : http://www.thaiblogonline.com

2.2 กลิ่นที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมยางแท่ง

การผลิตยางแท่ง SRT20 ประกอบด้วยการนำยางก้อนถ้วยมาตัดล้างทำความสะอาด บดย่อยให้มีขนาดเล็กลง นำไปอบ และนำเข้าสู่การห่อหุ้มด้วยบรรจุภัณฑ์ ซึ่งในขั้นตอนการอบยางจะเป็นแหล่งกำเนิดของกลิ่นเหม็น เนื่องจากในกระบวนการอบยางจะทำให้สารอินทรีย์ระเหยออกไปสู่บรรยากาศ สารอินทรีย์นั้นคือกรดไขมันระเหยง่าย ซึ่งประกอบด้วย Acetic acid, Propionic acid, Isobutyric acid, Butyric acid, Isovaleric acid และ Valeric acid (สมทิพย์ และคณะ , 2550) ดังตารางที่ 2-1 แสดงกรดไขมันระเหยง่ายและประเภทของกลิ่น กรดไขมันระเหยง่ายที่พบจากก๊าซที่ระบายออกมาจากที่อบยางก้อนถ้วยจะให้กลิ่นเหม็นฉุนที่น่ารังเกียจ Acetic acid และ Butyric acid เป็นสารเคมีที่ได้กลิ่นออกเปรี้ยว Propionic acid, Isobutyric acid, Isovaleric acid และ Valeric acid จะให้กลิ่นเหม็น ดังนั้นที่ความเข้มข้นต่ำๆ ของกรดไขมันระเหยง่ายแต่ละชนิด ก็สามารถจะรับรู้

และแยกแยะกลิ่นได้ แต่หากมีการรวมกันที่หลากหลายก็อาจทำให้ไม่สามารถแยกแยะถึงความเฉพาะของกลิ่นนั้นได้ ทำให้เป็นกลิ่นเหม็นในภาพรวม Acetic acid และ Butyric acid เนื่องจากมีค่า Order recognition threshold เท่ากับ 1.0 และ 0.001 ppm โดยปริมาตรอากาศตามลำดับ และมีลักษณะที่แยกแยะของกลิ่นว่าเป็นกลิ่นเหม็นเปรี้ยว (Hesketh *et al*., 1989)

ตารางที่ 2- 1 แสดงกรดไขมันระเหยง่ายและประเภทของกลิ่น

Volatile fatty acid	Type of odor
Acetic acid	Vinegar, sour, acetic
Propionic acid	Pungent
Butyric acid	Rancid, sour, cheesy
Isovaleric acid	Rancid, cheesy, sweaty
Valeric acid	Sweaty, rancid

ที่มา: Fenaroli's Handbook (Furia and Bellanca, 1975), Sigma–Aldrich (2003) and personal observation

2.3 วิธีตรวจวัดกลิ่น

วิธีการตรวจวัดกลิ่นแบ่งออกเป็น 3 วิธีดังนี้

1. การตรวจวัดกลิ่นโดยวิธีทางเคมี
2. การตรวจวัดกลิ่นโดยวิธีการดมกลิ่น เป็นการวัดระดับความรู้สึกของคนที่มีต่อกลิ่น โดยหาค่าความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของกลิ่นกับความรู้สึกของคนที่ได้รับกลิ่น
3. ในการสำรวจปัญหากลิ่นที่เกิดขึ้นในชุมชนมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแหล่งกำเนิด หาปริมาณความเข้มข้น และนำข้อมูลมาใช้ในการตัดสินปัญหาเรื่องการร้องเรียนเรื่องกลิ่น ซึ่งควรมีแนวทางการดำเนินการที่ถูกต้องและควรมีการจดบันทึกที่เป็นระบบ เพื่อจะได้นำข้อมูลที่ได้มาใช้วิเคราะห์ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

2.4 ไคโตซาน

ไคโตซาน (Chitosan) ซึ่งเป็นสารไบโอโพลีเมอร์ (Biopolymer) ที่ไม่มีความเป็นพิษ มีประจุบวก สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ไคโตซานไม่ละลายน้ำ ด่าง และตัวทำละลายอินทรีย์ (Organic solvent) แต่สามารถละลายได้ในสารละลายที่มีกรดอินทรีย์เกือบทุกชนิดที่มีค่า

pH น้อยกว่า 6 กรดอะซิติกเป็นกรดที่นิยมนำมาใช้ในการละลาย ไคโตซานมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้โดยตรง โดยสามารถยับยั้งกระบวนการต่างๆ ในเนื้อเยื่อพืชเพื่อให้เกิดภูมิต้านทานต่อเชื้อ อีกทั้งยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื่อสาเหตุของการเกิดโรคพืชต่างๆ ได้ เช่น เชื้อไวรัส เชื้อแบคทีเรีย เช่น เชื้อไฟทอปธอร่า พิเทียม ฟิวซาเรียม แอนแทรคโนส ราน้ำค้าง ราขาว การใช้ประโยชน์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของไคโตซานคือการฉีดพ่น ส่งผลให้ไคโตซานทำปฏิกิริยาปกป้องการเข้าทำลายของเชื้อราบางชนิดสาเหตุของการบูดเน่า

2.5 น้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้ (Wood Vinegar or Pyroligneous acid) เป็นของเหลวที่เป็นผลพลอยได้จากการเผาถ่านในสภาพอับอากาศ (Airless condition) โดยได้จากควันที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้ (Pyrolysis) เมื่อผ่านความเย็นจะรวมตัวกลั่นเป็นของเหลว (Liquor) สีน้ำตาลอ่อนปนแดงหรือเรียกว่า น้ำส้มควันไม้ มีสภาพเป็นกรดที่ pH 3-4 การใช้ประโยชน์จากน้ำส้มควันไม้จากอดีตถึงปัจจุบันมีมากมายหลายสาขา เช่น ใช้เป็นสารฆ่าเชื้อ (Sterilizing agent) เป็นสารดับกลิ่น (Deodorizer) สารประกอบที่สำคัญในน้ำส้มควันไม้มีประโยชน์หลายอย่าง ได้แก่ กรดอะซิติก (Acetic acid) สารประกอบฟีนอล (phenolic compound) ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) เมธานอล (Methanol) เอธิล เอ็น วาเลอเรต (Ethyl-n-valerlate) และน้ำมันทาร์ (Tar) โดยเฉพาะกรดอะซิติกและเมธานอล เป็นสารในกลุ่มออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อไวรัสได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6 อุตสาหกรรมยางแท่ง

อุตสาหกรรมยางพาราเป็นอุตสาหกรรมการแปรรูปยางพาราขั้นต้นที่นำเอาน้ำยางสดที่กรีดได้จากต้นยางพารามาแปรรูปให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมและสะดวกในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง ยางพาราที่ผลิตได้แบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด ได้แก่ ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง ยางเครพ ยางผึ่งแห้ง และน้ำยางข้นยางพาราเหล่านี้จะนำไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปอื่นๆ เช่น ยางยานพาหนะ ประกอบด้วย ยางรถยนต์ ยางรถจักรยานยนต์ ยางรถจักรยาน ถุงมือยาง ถุงยางอนามัย ยางรัดของ และท่อยางต่างๆ เป็นต้น

กระบวนการผลิตยางแปรรูปพื้นฐาน โดยอุตสาหกรรมยางแปรรูปพื้นฐานจะนำเอาน้ำยางสดที่กรีดได้จากต้นยางพารามาแปรรูปให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมและสะดวกในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางอื่น ๆ โดยทำให้เป็นยางแห้งชนิดต่างๆ (ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง ยางแผ่นผึ่งแห้ง และยางเครพ) หรือน้ำยางข้น (Concentrated latex) กระบวนการผลิตยาง

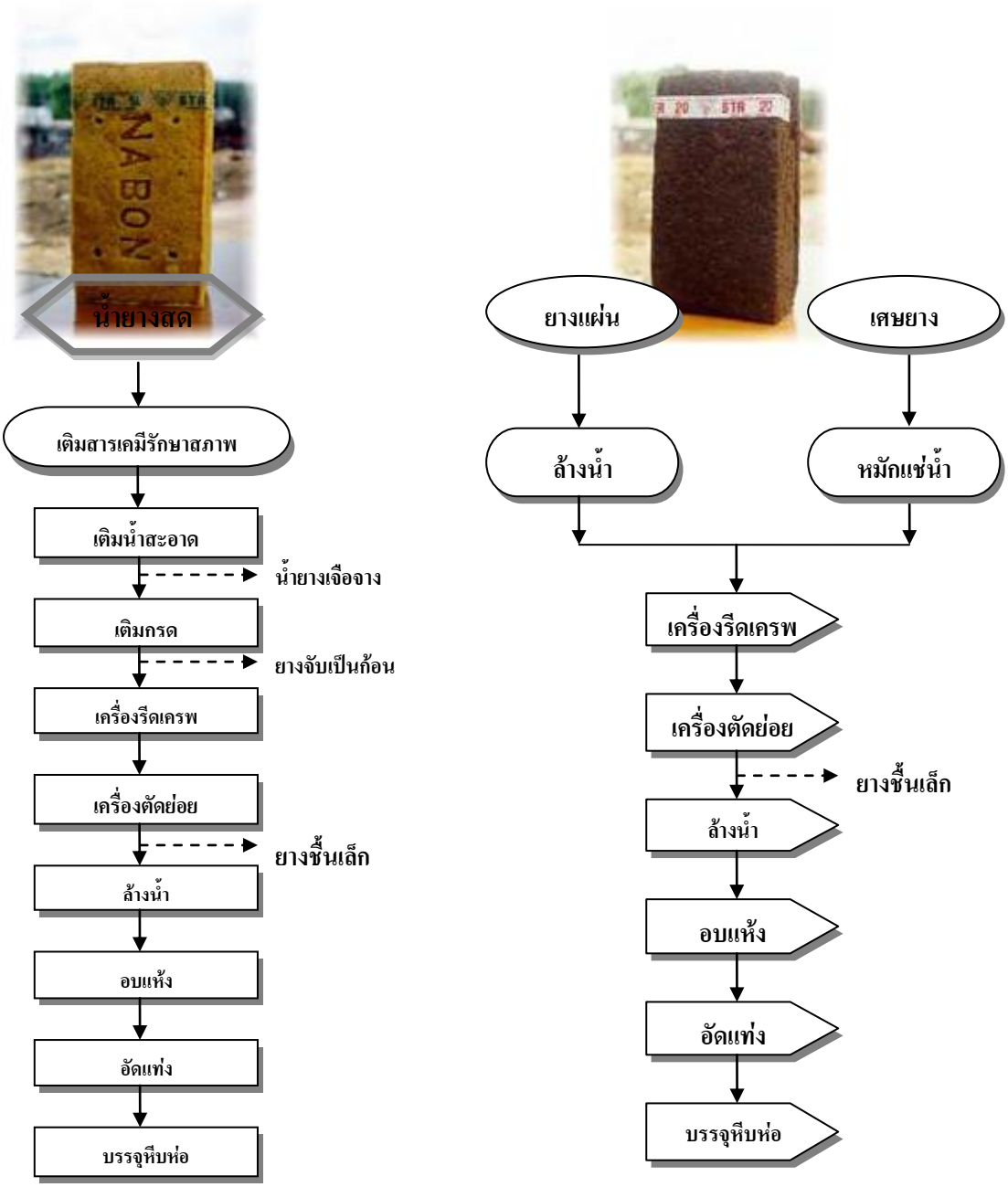
แท่ง (Block rubber or standard Thai rubber: STR) มี 2 วิธี คือ การผลิตจากน้ำยางสด และการผลิตจากยางแห้ง

2.6.1 กระบวนการผลิตยางแท่งจากน้ำยางสด

ขั้นตอนการผลิตจะเริ่มต้นจากการคัดเลือกน้ำยางที่มีสีขาวสม่ำเสมอ รักษาสภาพด้วยสารป้องกันน้ำยางจับตัว และการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ในน้ำยาง รวบรวมน้ำยางใส่ในถังพักเพื่อผสมให้น้ำยางที่มาจากแหล่งต่าง ๆ เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเจือจางน้ำยางด้วยน้ำสะอาด ทำให้น้ำยางจับตัวด้วยกรดฟอร์มิกนำก้อนยางที่จับตัวใหม่ๆ ผ่านเครื่องรีดแผ่นเครพ ผ่านเครื่องจักรตัดย่อยเป็นชิ้นเล็กๆ ล้างยางด้วยน้ำสะอาดใส่ลงในกระบะ นำไปเข้าเครื่องอบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4 ชั่วโมง แล้วเป่าลมเย็นหรือทิ้งให้ยางเย็นลงเหลือประมาณ 60 องศาเซลเซียส นำไปอัดเป็นแท่งด้วยไฮโดรลิก ห่อแท่งยางด้วยแผ่นพลาสติกแล้วบรรจุลังไม้เพื่อรอการจำหน่าย ยางแท่งที่ทำจากน้ำยางสดจะมีสิ่งสกปรก และสิ่งเจือปนน้อยกว่ายางแท่งที่ทำจากยางแห้ง อีกทั้งมีคุณสมบัติที่ดีกว่ายางที่ทำจากยางแห้ง ตามมาตรฐานยางแท่งไทยจะอยู่ในชั้น STR XL และ STR 5L1

2.6.2 กระบวนการผลิตยางแท่ง STR 20

ขั้นตอนการผลิตยางแท่ง STR20 ประกอบด้วย ในขั้นแรกทางโรงงานจะรับซื้อยางก้อนถ้วยจากชาวสวนยางและนำมาเก็บสะสมเป็นกองบนพื้นปูน ในระหว่างการเก็บ Stock ยางก้นถ้วยนี้จะเกิดการบูดเน่าของยางและสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นขึ้นภายในโรงงานยางแท่ง หลังจากนั้นนำยางก้อนถ้วยที่เก็บอยู่มาทำการย่อยด้วยเครื่องตัดย่อยยางและผสมกับยางแผ่นดิบที่สะอาดกว่าตามสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ผ่านมาตรฐานยางแท่ง จากนั้นผ่านเครื่องเครพหยาบและละเอียด (Creper) 5-10 ครั้งเพื่อต่อให้เป็นแผ่นยาวและมีความหนา 1-3 มิลลิเมตร ก่อนนำเข้าเครื่องอบแห้งด้วยลมร้อน (Hot air dryer) เพื่อไล่ความชื้นให้มีค่าความชื้นในแผ่นยางไม่เกิน 1.5%, 2.0% และ 2.5% โดยน้ำหนักยางแห้งสำหรับยางเครพชั้น 1, 2 และ 3 ตามลำดับ (อุตสาหกรรมยางพารา กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2554 และสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร , 2555) เนื่องด้วยความชื้นเริ่มต้นของยางเครพแผ่นก่อนอบมีค่าเฉลี่ยสูงถึง 40% โดยน้ำหนัก ทำให้ขั้นตอนการอบเป็นขั้นตอนหนึ่งใช้พลังงานสูงซึ่งส่งผลต่อต้นทุนการผลิต อีกทั้งหากอบที่อุณหภูมิสูงจนเกินไปจะส่งผลต่อสมบัติด้านความยืดหยุ่นของยาง เป็นเหตุให้กำลังการผลิตถูกจำกัดด้วยระยะเวลาการอบ กระบวนการผลิตยางแท่งจากน้ำยางสด STR 5L และการผลิตยางแท่งจากยางแห้ง STR 20 แสดงดังรูปที่ 2-4



รูปที่ 2- 4 กระบวนการผลิตยางแท่งจากน้ำยางสด STR 5L (ซ้าย) และการผลิตยางแท่งจากยางแห้ง STR 20 (ขวา)

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2548

2.7 การทบทวนวรรณกรรม/ สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

สมทิพย์ และคณะ (2550) ได้ทำการศึกษาปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญของอุตสาหกรรมยางแท่ง STR 20 คือ ปัญหากลิ่นเหม็น ซึ่งเกิดจากการอบยางและบริเวณพื้นที่กักเก็บยางก้อนถ้วย ผลจากการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่ากรดไขมันระเหยที่ระเหยออกจากการอบยางก้อนถ้วยโดยวิธีการดูดซับในน้ำกลั่น สามารถคำนวณว่าอยู่ในช่วง 0.031–0.235 มก.ของกรดอะซิติก/กรัมยางแห้งและ 0.031–0.055 มก.ของกรดอะซิติก/กรัมยางแห้งของตัวอย่างยางก้อนถ้วยที่เก็บไว้ในสภาวะเปียกและแห้งตามลำดับ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ายางก้อนถ้วยที่เปียกที่เก็บบ่มไว้ในสภาวะเปียกจะสามารถให้กรดไขมันระเหยซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหากลิ่นเหม็นได้มากกว่าการเก็บในสภาวะแห้ง สามารถจำแนกสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของปัญหากลิ่นเหม็นในอุตสาหกรรมยางแท่ง STR 20 ตัวอย่างก๊าซที่ระเหยจากการอบยางก้อนถ้วยทั้งในห้องปฏิบัติการและจากการอบยางในโรงงานยางแท่ง STR 20 และตัวอย่างน้ำเสียที่ได้จากการล้างยางก้อนถ้วยจากโรงงานยางแท่ง STR 20 ได้ดำเนินการโดยใช้ GC–MS ในการวิเคราะห์และได้ดำเนินการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแต่ละประเภทของกรดไขมันระเหยในเทอมของกรดอะซิติก กรดพรอพิโนอิก กรดบิวทิริก กรดไอโซวาเลริก โดยใช้ GC ในการวิเคราะห์ ผลการศึกษาพบ 25 ชนิด ของสารประกอบอินทรีย์ในตัวอย่างดังกล่าวข้างต้น และสารอินทรีย์ที่เด่นซึ่งพบในทุกตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้แก่ กรดอะซิติก กรดบิวทิริก กรดไฮโซวาเลริก กรดเฮกซาเดคานออิก กรดโอเลอิก และเมทิลเอสเตอร์ของกรดโอเลอิก

Schlegelmilch *et al.* (2005) ศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดกลิ่นโดยใช้แนวทางที่เหมาะสม โดยส่วนใหญ่กระบวนการที่มักจะนำมาใช้ในการบำบัดกลิ่นได้แก่ กระบวนการทางกายภาพ กระบวนการทางเคมี และกระบวนการทางชีวภาพ โดยที่กระบวนการดูดซับจะใช้สารดูดซับต่างชนิดกัน เช่น Activated carbon, Activated alumina, Silica gels และ Zeolites เป็นต้น กระบวนการดูดซึม ได้แก่กระบวนการดูดซึมทางกายภาพและกระบวนการทางเคมี กระบวนการบำบัดกลิ่นทางชีวภาพ ได้แก่ Bioscrubbers Biotrickling filter และ Biofilters การบำบัดกลิ่นโดยใช้ความร้อน ได้แก่ Thermal afterburners catalytic incinerators และ Regeneration thermal oxidation (RTO) กระบวนการออกซิเดชันแบบไม่ใช้ความร้อน ได้แก่ Ozone UV และ Non-thermal plasma การทดสอบระบบบำบัดกลิ่น 2 ระบบ ได้แก่

1. Static test system เป็นระบบที่ใช้ถุงพลาสติกที่ใช้ใน Olfactometry กับ Treatment media เช่น Adsorbent scrubbing และ Biofilter

2. Dynamic test system ใช้ในกระบวนการบำบัดกลิ่นที่ประกอบด้วยยูนิตต่างๆ เช่น Test Unit, Air Pump และ Flowmeters การจัดการกลิ่นสามารถสรุปได้เป็น Odor problem, Odour assessment และ Chemical analysis เป็นต้น

Sakdapipanich *et al.* (2006) ทำการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบของกลิ่นจากยางตัวอย่าง โดยใช้เทคนิค Head space ในการเก็บตัวอย่างก๊าซจากการนำตัวอย่างอบโดยใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และวิเคราะห์ตัวอย่างก๊าซโดยใช้ GC-MS ในการวิเคราะห์ พบว่าสำหรับยาง STR20 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากยางก้อนถ้วยซึ่งเป็นวัตถุดิบโดยส่วนใหญ่จะมีองค์ประกอบของกรดไขมันระเหยที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำๆ ได้แก่ กรดอะซิติก กรดพรอพิโนอิก กรดไอโซบิวทิริก และสารประกอบเอสเทอร์ ซึ่งเกิดขึ้นมาจากกระบวนการหมักคาร์โบไฮเดรตและเกิดจากการหมักในน้ำเป็นเวลานานหลายชั่วโมงเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ติดมากับยางก้อนถ้วย ส่วนประกอบของเอสเทอร์และแอลกอฮอล์นั้นเกิดขึ้นจากปฏิกิริยา Microbial esterification ของกรดอินทรีย์และแอลกอฮอล์

Nor-Hidayaty *et al.* (2012) ได้นำเสนอกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์จากกระบวนการผลิตยางดิบที่มีผลกระทบต่อชุมชนที่อยู่อาศัยบริเวณรอบๆ โรงงาน ซึ่งได้มีแหล่งที่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นหลายแหล่งจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทนี้ แก๊สที่ปล่อยออกมาจากระบบชุดดักจับกลิ่นที่ใช้น้ำ (water scrubber system) เป็นแหล่งสำคัญหนึ่งที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาองค์ประกอบและความเข้มข้นของกลิ่นที่ปล่อยออกมาจากชุดดักจับกลิ่นด้วยน้ำ โดยด้วยวิธี Dynamic olfactometry ด้วยการเลือกโรงงาน 3 โรงงานเพื่อการศึกษา การประเมินผลหลักครอบคลุมถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ออกจากเครื่องอบแห้ง ซึ่งกลิ่นได้ถ่ายโอนออกมาจากเครื่องอบแห้งมายังชุดดักจับกลิ่นเพื่อการควบคุมความเข้มข้นของกลิ่น จากการศึกษาโรงงานทั้ง 3 นี้ พบว่า กลิ่นมีความเข้มข้นในช่วง 22,938 - 275,985 ou/m^3 ของตัวดักจับที่ 1 & 2 ระบบมีประสิทธิภาพการดักจับกลิ่น ระหว่าง 48 - 92 % โดยการออกแบบระบบดักจับกลิ่นที่เหมาะสมจะช่วยให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดักจับกลิ่นได้

2.8 การสืบค้นจากฐานข้อมูลสิทธิบัตร

Moriyoshi, 1997 จดสิทธิบัตรเลขที่ JP 09094291 เกี่ยวกับการดับกลิ่นและฆ่าเชื้อโรคด้วยน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ สามารถระงับกลิ่นกายได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย กำจัดกลิ่นหรือสารเคมีในโรงพยาบาล กลิ่นยาสูบในห้องพัก และกลิ่นสัตว์เลี้ยง สามารถฆ่าเชื้อในห้องผู้ป่วยและห้องนั่งเล่นโดยไม่รู้สึกถึงกลิ่นสารเคมี น้ำส้มควันไม้ที่ใช้กำจัดกลิ่นนี้ได้มาจากลำ

ต้นของพืชที่อยู่ในวงศ์ Gramineae หรือ ในระหว่างการทำให้เป็นกรดคาร์บอนิกซึ่งเป็นการลดปริมาณน้ำมันดินทำให้ได้น้ำส้มควันไม้ที่บริสุทธิ์ขึ้น

Tadakatsu, et al. 2004 จดสิทธิบัตรเลขที่ JP 2004083545 เกี่ยวกับการไล่และดับกลิ่นด้วยเยลลี่น้ำส้มไม้ในถุงโพลิเมอร์ เพื่อขยายพื้นที่การใช้ประโยชน์จากสารธรรมชาติจากไม้ที่มีความหลากหลายของการใช้งานรวมทั้งน้ำส้มควันไม้ โดยการนำสารนี้มาให้ลดและทำให้กลิ่นหายไป ใช้ดับกลิ่น ไล่แมลงมีพิษ นก และสัตว์ ภายในถุงโพลีเมอร์ที่ใช้ดับกลิ่นนี้มีลักษณะรูพรุนและประกอบไปเยลลี่น้ำส้มควันไม้ ทำให้มีการระเหยของสารเพื่อดับกลิ่น หรือวางไว้ในส่วนที่ต้องการเพื่อลดกลิ่นที่ไม่ต้องการ

Yoshiaki, et al. 2009 จดสิทธิบัตรเลขที่ JP 2009095815 อุปกรณ์บำบัดกลิ่นสำหรับกลิ่นหมัก เพื่อแก้ปัญหากลิ่นเหม็นที่เกิดจากกระบวนการหมัก เช่น ปุ๋ยหมักและของเสีย ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมอุปกรณ์กำจัดกลิ่นนี้จะลดกลิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพมีต้นทุนที่ต่ำด้วยการระบายอากาศตามธรรมชาติและผสมน้ำส้มควันไม้ทำให้อากาศที่มีกลิ่นเหม็นลดลงได้เป็นการใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในธรรมชาติเช่นถ่านและผ้าป่าน

Marie, et al. 2013 จดสิทธิบัตรเลขที่ WO 2013/006458 A1 เกี่ยวกับการลดและป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียในการก่อตัวของไบโอฟิล์มบนพื้นผิวโดยใช้อนุพันธ์ไคโตซานทำการฉีดพ่นไคโตซานบนพื้นผิวเพื่อป้องกันเชื้อราซึ่งเป็นสารชีวภาพที่ปลอดสารพิษสามารถย่อยสลายได้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากองค์ประกอบของไคโตซานจะช่วยรักษาพื้นผิวจำพวก เซรามิก โลหะ พลาสติก แก้ว ไม้ หรือผิวที่เป็นผลิตภัณฑ์อาหารและป้องกันวัสดุเหล่านี้จากสัตว์ขนาดเล็ก

บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 น้ำยางสด

น้ำยาง (latex) คือวัสดุพอลิเมอร์ที่มีต้นกำเนิดจากต้นไม้ยืนต้น มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งคือ ยางพารา ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวสีขาว คล้ายน้ำนม มีสมบัติเป็นคอลลอยด์ อนุภาคเล็ก มีตัวกลางเป็นน้ำ ดังแสดงในรูปที่3-1

รูปที่ 3- 1 น้ำยางสด

3.1.2 ยางก้อนถ้วย

ยางก้อนถ้วย คือยางที่ทำให้จับตัวกันเป็นก้อนในถ้วยรับน้ำยาง ยางที่ได้จึงเป็นก้อนตามลักษณะถ้วยน้ำยาง ก้อนยางที่ผลิตได้จะมีสีขาวและสีค่อยคล้ำขึ้น ความชื้นจะค่อยๆ ลดลงเมื่อทิ้งไว้หลายวัน ดังแสดงในรูปที่3-2

รูปที่ 3- 2 ยางก้อนถ้วย

3.1.3 ยางเครพ

ยางเครพ เป็นยางที่ได้จากการนำยางก้อนถ้วยรีดผ่านเครื่องจักรรีดเครพ (Creper) สิ่งที่สังเกตได้ชัดเจน คือ ยางที่รีดออกมามีลักษณะติดกันเป็นผืนยาวตามปริมาณของยางที่ป้อนเข้าเครื่อง และมาตรฐานของยางเครพคุณภาพดีจะจำกัดความหนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ส่วนลายบนผืนยางจะต้องเป็นลายดอกที่ชัดเจน เพื่อให้ยางแห้งเร็วและมีความยืดหยุ่นดี จากนั้นนำมาอัดแท่งเพื่อผลิตเป็นยางแท่ง ห่อด้วยพลาสติกโพลีเอททิลีนและบรรจุลังไม้เพื่อการจำหน่ายยางแท่งที่ทำจากยางแห้งจะมีสิ่งเจือปนมากกว่าการผลิตจากน้ำยางสด และมีความอ่อนตัวน้อยกว่า ตามมาตรฐานยางแท่งไทย จะถูกจัดอยู่ในชั้น STR 10 และ STR 20 ดังการผลิตแสดงไว้ในรูปที่3-3

รูปที่ 3- 3 กระบวนการผลิตยางเครพ

3.1.4 น้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้ (Wood Vinegar or Pyroligneous acid) เป็นของเหลวที่เป็นผลพลอยได้จากการเผาถ่านในสภาพอับอากาศ (Airless condition) โดยได้จากควันที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้ (Pyrolysis) เมื่อผ่านความเย็นจะรวมตัวกลั่นเป็นของเหลว (Liquor) สีน้ำตาลอ่อนปนแดง มีสภาพเป็นกรดที่ pH 2-4 ดังแสดงในรูปที่3-4

รูปที่ 3- 4 น้ำส้มควันไม้

3.1.5 ไคโตซาน

ไคโตซาน (Chitosan) ซึ่งเป็นสารไบโอโพลีเมอร์ (Biopolymer) ที่ไม่มีความเป็นพิษ มีประจุบวก สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ไคโตซานไม่ละลายน้ำ ด่าง และตัวทำละลายอินทรีย์ (Organic solvent) แต่สามารถละลายได้ในสารละลายที่มีกรดอินทรีย์เกือบทุกชนิดที่มีค่า pH น้อยกว่า 6 กรดอะซิติกเป็นกรดที่นิยมนำมาใช้ในการละลาย ไคโตซานมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้โดยตรง โดยสามารถยับยั้งกระบวนการต่างๆ ในเนื้อเยื่อพืชเพื่อให้เกิดภูมิต้านทานต่อเชื้อ ดังแสดงในรูปที่3-5

รูปที่ 3- 5 ไคโตซาน

3.2 สารเคมี

3.2.1 สารเคมีสำหรับเตรียมและวิเคราะห์กลิ่นของยาง

1) กรดไฮโดรคลอริก (37%w/w, commercial grade, Merck)

2) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (98%, commercial grade, Merck)

3) สารละลายฟีนอพทาลีนอินดิเคเตอร์ (phenolphthalein indicator)

5) กรดบอริก (AjexFinechem Pty Ltd., Australia)

6) มิกส์อินดิเคเตอร์ (Mix indicator)

7) แคดเมียมซัลเฟต (cadmium sulfate, $CdSO_4$)

8) สารละลายมาตรฐานไอโอดีน (I_2)

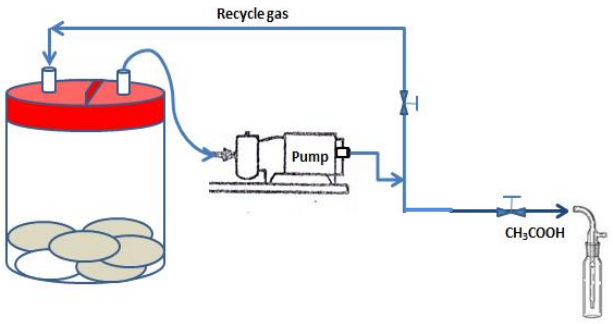
9) โซเดียมไทโอซัลเฟต (Sodium Thiosulfate, $Na_2S_2O_3$)

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดลองบำบัดกลิ่นจากยางก้อนถ้วย

ในการทดลองนี้ทำการวิเคราะห์กลิ่นที่เกิดจากการเก็บยางก้อนถ้วยที่เวลาต่างๆ ซึ่งสิ่งที่ก่อเกิดเป็นกลิ่นหลัก คือ กรดอะซิติก (CH_3COOH) การวิเคราะห์แก๊สทำได้โดยสร้างชุดจำลองปฏิกรณ์หมักยางที่เป็นถังพลาสติกปริมาตร 9 ลิตร ดังรูปที่ 3-6 ทำการเจาะรูฝาปิดโดยให้มีทางเข้าและทางออกของอากาศสำหรับการเก็บตัวอย่างแก๊สเพื่อนำมาวิเคราะห์โดยทำการต่อสายยางที่ทางออกของถังเข้าสู่ปั๊มเพื่อป้อนเข้าสู่อิมพิงเจอร์ (Impingers) สำหรับการวิเคราะห์กรดอะซิติกโดยใช้อัตราการไหล 0.5 l/min โดยทำการต่อระบบดังแสดงในรูปที่ 3-7

รูปที่ 3- 6 ชุดจำลองปฏิกรณ์หมักยาง



รูปที่ 3- 7 แสดง Diagram ของแบบจำลองถังหมักที่ใช้วิเคราะห์แก๊สที่เป็นส่วนประกอบของกลิ่นจากยางก้อนถ้วย

3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดลองบำบัดกลิ่นจากการอบยางเครพ

1) ท่อสายยางซิลิโคนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.5 เซนติเมตร ใช้เป็นทางไหลของตัวอย่างอากาศเสียที่ปนเปื้อนกลิ่นเหม็นต่อระหว่างท่อทางเข้าและออกของปฏิกรณ์

2) ปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศ (Air sampling pump) ยี่ห้อ Hailea รุ่น ACO-208 ใช้สำหรับดูดเก็บตัวอย่างอากาศเสียจากท่อทางเข้าและออกของปฏิกรณ์ เพื่อนำตัวอย่างอากาศเสียปนเปื้อนกลิ่นเหม็นมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของอะซิติกผ่านกระบวนการดูดซึมด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอิมพิงเจอร์

3) วาล์วควบคุมอัตราการไหล (Manual valve) ใช้สำหรับปรับอัตราการไหลของอากาศให้เหมาะสมต่อการเก็บตัวอย่างอากาศปนเปื้อนกลิ่นเหม็นด้วยวิธีการดูดซึม

4) บิวเรต (Burette) ขนาด 10 และ 25 มิลลิลิตร

5) ปิเปต (Pipette) ขนาด 10 มิลลิลิตร

6) กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 50 มิลลิลิตร

7) บิกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50, 100 และ 500 มิลลิลิตร

8) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)

9) อิมพิงเจอร์ (Impinger)

เพื่อดำเนินการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการในการวิเคราะห์กลิ่นจากกระบวนการผลิตยางแท่งโดยใช้สารธรรมชาติในการบำบัดกลิ่นจึงจำลองการอบยางเครพในการผลิตยางแท่งด้วยการใช้ตู้อบดังแสดงไว้ในรูปที่ 3-8 และใช้อุณหภูมิเดียวกันกับอุณหภูมิของอุตสาหกรรมในการผลิตยางแท่ง

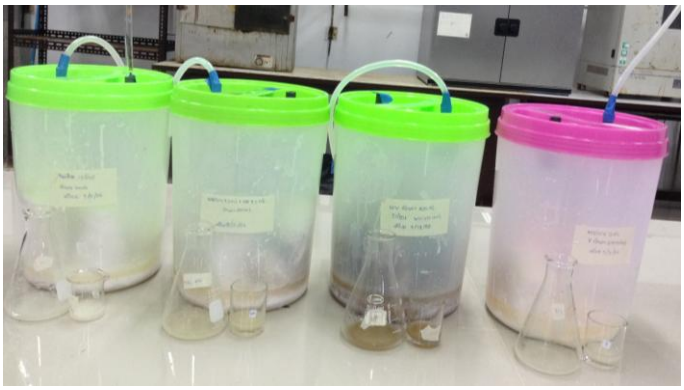
รูปที่ 3- 8 ตู้อบยางเครพขนาดห้องปฏิบัติการ

3.4 การเตรียมวัตถุดิบในการทดลอง

3.4.1 การเติมสารธรรมชาติลงในน้ำยางเพื่อผลิตยางก้อนถ้วย

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง คือ น้ำยางธรรมชาติ (Natural rubber latex) ที่ไม่ผ่านการเติมสารละลายแอมโมเนียซึ่งจะนำมาทำให้เป็นยางก้อนโดยใช้ปริมาตรของน้ำยางสดก้อนละ 400 ml ดังแสดงในรูปที่ 3-9 แต่ละชุดการทดลองใช้ปริมาตรของน้ำยางทั้งหมด 2,000 มิลลิลิตร บรรจุในถังขนาด 9 ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 3-10 โดยทำการเติมกรดซัลฟิวริกและน้ำส้มควันไม้ในอัตราส่วนที่ต่างกันดังตารางที่ 3-1 เพื่อการวิเคราะห์กรดอะซิติก (Acetic acid, CH_3COOH) และแอมโมเนีย (Ammonia, NH_3) สำหรับการวิเคราะห์ไฮโดรเจนซัลไฟด์ใช้ปริมาตรของน้ำยาง 2,571 มิลลิลิตร ต่อถังโดยบรรจุในถังขนาด 9 ลิตรและใช้อัตราส่วนในการเติมกรดซัลฟิวริกและน้ำส้มควันไม้เพื่อช่วยในการจับตัวของยางดังตารางที่ 3-2 ซึ่งในการทดลองนี้ใช้กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 0.0034 M

รูปที่ 3- 9 การผลิตยางก้อนถ้วยด้วยการเติมสารธรรมชาติ



รูปที่ 3- 10 บรรจุยางก้อนถ้วยที่ผ่านการเติมสารธรรมชาติลงในชุดทดลอง

ตารางที่ 3- 1 แสดงปริมาตรและอัตราส่วนของสารเติมในน้ำยางธรรมชาติเพื่อผลิตยางก้อนถ้วยที่ใช้วิเคราะห์กรดอะซิติก (CH_3COOH) และแก๊สแอมโมเนีย (NH_3)

ชุดการทดลองที่	สารเติม		สเปรย์น้ำส้มควันไม้ (ml)
	กรดซัลฟิวริก (ml)	น้ำส้มควันไม้ (ml)	
1	5	-	-
2	-	5	-
3	5	5	-
4	2.5	2.5	2.5

ตารางที่ 3- 2 แสดงปริมาตรและอัตราส่วนของสารเติมในน้ำยางธรรมชาติเพื่อผลิตยางก้อนถ้วยที่ใช้วิเคราะห์กรดไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)

ชุดการทดลองที่	สารเติม	
	กรดซัลฟิวริก (ml)	น้ำส้มควันไม้ (ml)
1	-	-
2	5	-
3	10	-
4	-	5

หมายเหตุ: ชุดการทดลองที่ 1 เป็นยางก้อนถ้วยที่แข็งตัวตามธรรมชาติ (blank)

3.4.2 การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ บนยางก้อนถ้วย

ทำการทดลองศึกษาผลการใช้สารธรรมชาติสำหรับฉีดพ่นบนยางก้อนถ้วยเพื่อเป็นการป้องกันการเกิดกลิ่นเหม็นจากการบูดเน่าของยางก้อนถ้วย โดยมีการเตรียมการและควบคุมตัวแปรกระบวนการ ดังนี้

1. เตรียมสารละลายน้ำส้มควันไม้ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3-3

2. นำสารละลายของสารธรรมชาติที่เตรียมได้ปริมาตร 20 มิลลิลิตรไปใช้ฉีดพ่นบนยางก้อนถ้วยเปรียบเทียบผลกับสภาวะที่ไม่ผ่านการฉีดพ่น

ตารางที่ 3- 3 การออกแบบการทดลองการแก้ปัญหากลิ่นเหม็นด้วยการใช้สารธรรมชาติในขั้นตอนของการผลิตยางก้อนถ้วยจากสวนยาง

ชนิดของสารธรรมชาติ	ชุดการทดลอง	ลำดับ	ความเข้มข้นของสาร % (v/v)	สภาวะที่เหมาะสมในการลดการเกิดกลิ่น
ไม่เติม	1	1	0	
น้ำส้มควันไม้	2	2	3	น้ำส้มควันไม้ = X_1
		3	5	
		4	10	

3.4.3 การฉีดพ่นสารธรรมชาติชนิดน้ำส้มควันไม้และไคโตซานบนยางเครพ

ทำการทดลองศึกษาผลการใช้สารธรรมชาติสำหรับฉีดพ่นบนยางเครพเพื่อลดกลิ่นเหม็นจากยางเครพก่อนผ่านกระบวนการอบแห้งในการผลิตเป็นยางแท่งต่อไป โดยทำการทดลองใช้น้ำส้มควันไม้และไคโตซาน ที่ความเข้มข้น 5% v/v ตามสภาวะดังต่อไปนี้ สารละลายน้ำส้มควันไม้ สารละลายน้ำส้มควันไม้ผสมไคโตซาน และสารละลายไคโตซานผสมกรดอะซิติก เทียบกับชุดควบคุมไม่ผ่านการฉีดพ่นสารธรรมชาติ

1. เตรียมสารธรรมชาติเพื่อใช้ฉีดพ่นบนยางเครพที่ความเข้มข้น 5% v/v 3 รูปแบบ คือ สารละลายน้ำส้มควันไม้ สารละลายน้ำส้มควันไม้ผสมไคโตซาน และสารละลายไคโตซานผสมกรดอะซิติก

2. นำสารละลายของสารธรรมชาติที่เตรียมได้ปริมาตร 20 มิลลิลิตรไปใช้ฉีดพ่นบนยางเครพเปรียบเทียบผลกับชุดควบคุม

3. นำยางเครพที่ผ่านการฉีดพ่นสารธรรมชาติอบที่อุณหภูมิ 130°C จากนั้นเก็บอากาศเสียมาวิเคราะห์ทุก 15 นาที โดยวิธีการดูดซึมผ่านสารดูดซึมในอิมพิงเจอร์

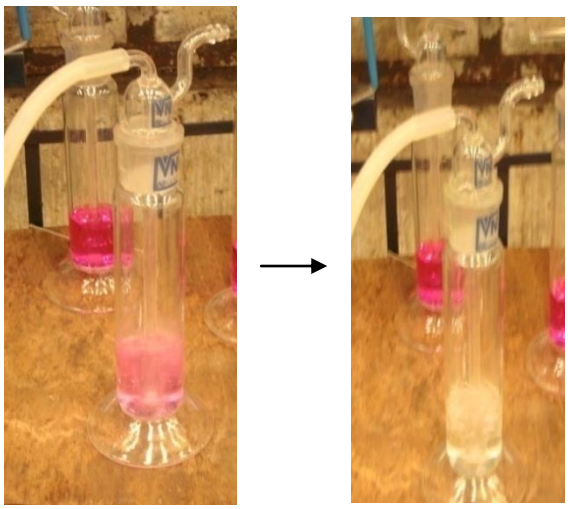
3.4.4 การแช่ยางในสารธรรมชาติเพื่อลดการเกิดกลิ่น

การแช่ยางในน้ำส้มควันไม้และไคโตซานให้สามารถลดกลิ่นเหม็นจากยางเครพก่อนผ่านกระบวนการอบแห้งในการผลิตยางแท่ง เป็นวิธีที่นอกเหนือจากการฉีดพ่นเพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของสารธรรมชาติ ดำเนินการโดยนำยางเครพมาแช่ในสารธรรมชาติที่ความเข้มข้น 3 5 และ 10% โดยปริมาตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วพักไว้ให้แห้งสามารถเก็บรักษาได้นานก่อนเข้าสู่กระบวนการอบแห้ง จากนั้นทำการวิเคราะห์กลิ่นจากอากาศเสียที่ปล่อยออกมาของกระบวนการอบแห้งยาง

3.5 การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์แก๊ส

3.5.1 การเก็บตัวอย่างแก๊สจากยางก้อนถ้วย

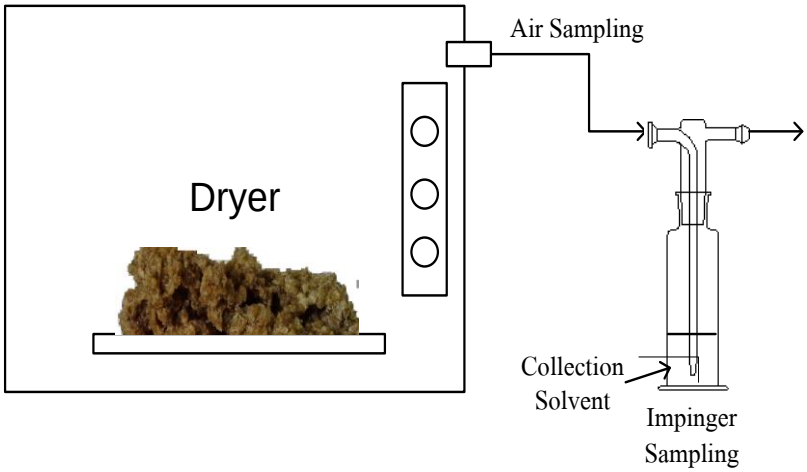
ทำการเตรียมสารละลายชนิดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) กรดบอริก (H_3BO_3) และแคทเมียมซัลเฟต (Cd_2SO_4) เพื่อใช้ในการดูดซึมแก๊สในตัวอย่างอากาศชนิดกรดอะซิติก (CH_3COOH) แอมโมเนีย (NH_3) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ตามลำดับ เติมสารละลายที่เตรียมได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงในอิมพิงเจอร์แล้วเติมอินดิเคเตอร์ ทำการต่อระบบเข้ากับตัวอย่างชุดการทดลองที่หมักยางก้อนถ้วยแล้วทำการดูดแก๊สที่เกิดจากการหมักของยางก้อนถ้วยในถังเข้าสู่อิมพิงค์เจอร์ปรับอัตราการไหลของตัวอย่างแก๊สให้ได้ 0.5 ลิตร/นาที ทำการจับเวลาเมื่อเริ่มเปิดสวิตซ์การทำงานของระบบปล่อยให้แก๊สและของเหลวเกิดการดูดซึมจนกระทั่งสารละลายในอิมพิงเจอร์เกิดการเปลี่ยนสีจากสีชมพูเป็นไม่มีสีดังแสดงไว้ในรูปที่ 3-11 จึงเก็บตัวอย่างนำสารละลายที่ได้จากการดูดซึมมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาความเข้มข้นของอะซิติกที่เป็นสาเหตุหลักของกลิ่นยางที่เกิดจากการหมักหมม



รูปที่ 3- 11 แสดงการเก็บตัวอย่างสารเพื่อไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดอะซิติก

3.5.2 การเก็บตัวอย่างแก๊สจากการอบยางเครพ

1) ดูดอากาศเสียจากตู้อบยางเครพขนาดห้องปฏิบัติการ ผ่าน ปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศ (Air sampling pump) ที่ใช้สำหรับดูดเก็บตัวอย่างอากาศเสียจากท่อทางออกของตู้อบ เพื่อนำตัวอย่างอากาศเสียปนเปื้อนกลิ่นเหม็นมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของอะซิติกผ่านกระบวนการดูดซึมด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ในอิมพิงเจอร์ที่เติมอินดิเคเตอร์ 3 หยด ปรับอัตราการไหลวาว์วในการเก็บตัวอย่างแก๊สให้ได้ 0.5 l/min ทำการจับเวลาเมื่อแก๊สถูกดูดซึมลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ สิ้นสุดการเก็บตัวอย่างเมื่อสารละลายเปลี่ยน จากนั้นนำสารดูดซึมไปทำการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของอะซิติกที่เป็นสาเหตุหลักของกลิ่นดังแสดงในรูปที่ 3-12



รูปที่ 3- 12 ไดอะแกรมการเก็บตัวอย่างแก๊สจากการอบแห้งยางเครพ

3.5.3 การวิเคราะห์กลิ่นจากยาง

เมื่อทำการเก็บตัวอย่างอากาศเสียของยางลงไปในสารดูดซึมด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โดยใช้อิมพิงเจอร์ จากนั้นทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นของอะซิติก ด้วยวิธีการไทเทรต เมื่อถึงจุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน ดังแสดงในรูปที่ 3-13

รูปที่ 3- 13 แสดงการวิเคราะห์ความเข้มข้นของอะซิติกด้วยวิธีการไทเทรต

3.6 ศึกษาความเป็นกรด- ด่างของของเหลวจากการหมักยางก้อนถ้วย

ทำการวัดค่าความเป็นกรด -ด่างโดยการเก็บตัวอย่างของเหลวที่เกิดขึ้นภายในถังหมักยางก้อนถ้วยในแต่ละวันของแต่ละชุดการทดลองด้วยปริมาตรตัวอย่างละ 10 มิลลิลิตร แล้วนำมาวัดความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter เพื่อทำการเปรียบเทียบความเป็นกรดของน้ำเสียที่เกิดจากการหมักยางก้อนถ้วย ดังแสดงในรูปที่ 3-14

รูปที่ 3- 14 วัดค่าความเป็นกรด- ด่างตัวอย่างของเหลวที่เกิดขึ้นภายในถังหมัก

3.7 ศึกษาการใช้น้ำส้มควันไม้ต่อการเกิดเชื้อรา

3.7.1 การเกิดเชื้อราบนยางก้อนถ้วย

นำน้ำยางสดปริมาตร 10 มิลลิลิตร มาเติมกรดซัลฟิวริกและน้ำส้มควันไม้ในอัตราส่วนที่ต่างกัน ดังตารางที่ 3-4 ผสมให้เข้ากันมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องในระบบเปิดเพื่อปล่อยให้เชื้อราเจริญเติบโตขึ้นเองแล้วสังเกตการเจริญเติบโตและวงการแพร่กระจายของเชื้อราบนก้อนยางทุกๆ วัน จนกระทั่งครบ 7 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3-15

รูปที่ 3- 15 ทดสอบการเกิดเชื้อรา

ตารางที่ 3- 4 แสดงปริมาตรและอัตราส่วนของสารเติมในน้ำยางธรรมชาติเพื่อสังเกตการเจริญเติบโตของเชื้อรา

ชุดการทดลองที่	สารเติม		สเปรย์น้ำส้มควันไม้ (มิลลิลิตร)
	กรดซัลฟิวริก (มิลลิลิตร)	น้ำส้มควันไม้ (มิลลิลิตร)	
1	0.125	-	-
2	-	0.125	-
3	0.125	0.125	-
4	0.0625	0.0625	0.0625

3.7.2 การเกิดเชื้อราบนยางเครพและยางแผ่น

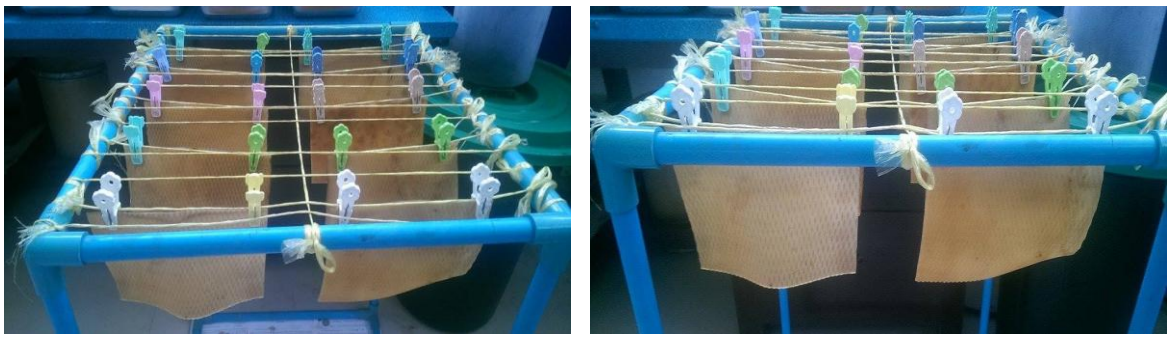
เพื่อศึกษาถึงผลการใช้น้ำส้มควันไม้ในการเกิดเชื้อราบนยาง ซึ่งเชื้อราส่งผลเสียหายแก่ยางเครพและยางแผ่นในระหว่างการเก็บรักษาก่อนการนำไปสู่กระบวนการต่างๆ หากสารธรรมชาติสามารถป้องกันเชื้อราได้จะส่งผลดีต่อเกษตรกรและอุตสาหกรรมอย่างสูงและปลอดภัยต่อผู้ผลิต ทั้งนี้ได้ทดสอบการใช้น้ำส้มควันไม้กับยาง 2 ชนิด คือ ยางเครพและยางแผ่น เพื่อยืนยันความสามารถของน้ำส้มควันไม้ต่อการยับยั้งเชื้อราที่เกิดขึ้นบนยางธรรมชาติ

(1) <u>การยับยั้งเชื้อราบนยางเครพ</u> ดำเนินการโดยนำยางมาชั่ง 50 กรัมต่อตัวอย่าง และนำมาแช่ในน้ำส้มควันไม้ตามอัตราส่วน 10 20 50 และ 100 % โดยปริมาตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พักไว้ให้แห้งก่อนการเก็บรักษาโดยการวางไว้ที่อุณหภูมิห้องดังแสดงในรูปที่ 3-16

รูปที่ 3- 16 ยางเครพที่ผ่านการแช่น้ำส้มควันไม้เพื่อป้องกันเชื้อรา

(2) <u>การยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่น</u> นำยางแผ่นดิบที่ผ่านการตากแห้งมาตัดให้มีขนาด 10×10 เซนติเมตร แช่ในน้ำส้มควันไม้ตามอัตราส่วน 10 20 50 และ 100% โดยปริมาตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำขึ้นมาพักไว้ให้แห้งสนิทก่อนการนำไปเก็บ ในส่วนของยางแผ่นดิบจะนำมาซ้อนทับเป็นชั้นๆ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3-17 และแขวนดังแสดงไว้ในรูปที่ 3-18 เพื่อศึกษาวิธีเก็บรักษาให้ปราศจากเชื้อราอย่างเหมาะสม การทดลองนี้จะเปรียบเทียบผลการทดลองกับยางที่ไม่ผ่านการแช่น้ำส้มควันไม้ซึ่งกำหนดให้เป็นตัวควบคุม สังเกตการเจริญเติบโตของเชื้อราบนยางตามระยะเวลาต่างๆ

รูปที่ 3- 17 ยางเครพที่ผ่านการแช่น้ำส้มควันไม้เพื่อป้องกันเชื้อรา



รูปที่ 3- 18 การเก็บรักษายางแผ่นที่ผ่านการแช่น้ำส้มควันไม้แบบแขวน

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

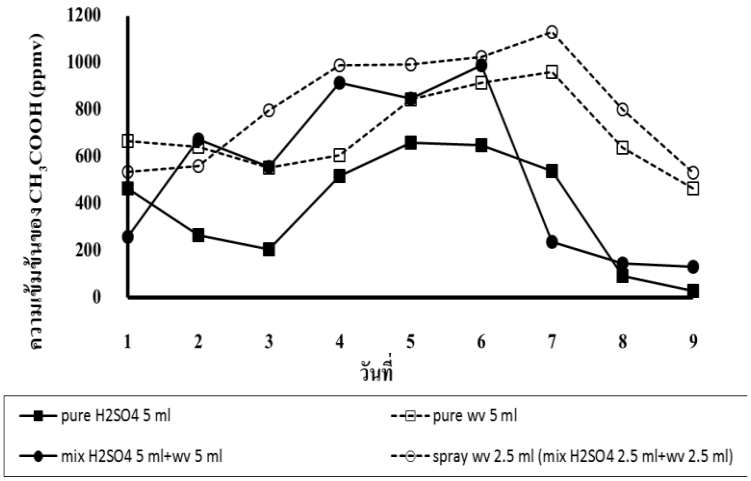
การศึกษาวิจัยเรื่องการแก้ปัญหากลิ่นของโรงงานผลิตยางแท่ง STR 20 โดยใช้สารอินทรีย์ธรรมชาติ จากสาเหตุของการเกิดกลิ่นโดยใช้สารอินทรีย์ธรรมชาติ 2 ชนิด คือ น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) และไคโตซาน (chitosan) ที่มีคุณสมบัติพิเศษในการยับยั้งแบคทีเรีย เชื้อรา และจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของกลิ่นในยางก้อนถ้วย โดยทำการศึกษา 1) การเติมสารธรรมชาติลงในถ้วยผลิตยางก้อนถ้วยของชาวสวนยางเพื่อลดการเกิดกลิ่นตั้งแต่ขั้นการผลิตยางก้อนถ้วย หลังจากนั้นออกแบบชุดทดลองถังเก็บยาง (Test tank) สำหรับการเก็บยางก้นถ้วยที่เวลาการเก็บต่างๆ เพื่อจำลองการเก็บรักษายางภายในโรงงานก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตยางแท่ง 2) การฉีดพ่นสารบนกองของยางก้อนถ้วยในถังเก็บยาง เพื่อทำการศึกษาผลของก๊าซเสียที่เกิดขึ้นและก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น โดยทำการวัดผลจากกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในก๊าซเสีย 3) ศึกษาการนำยางก้อนถ้วยมาผลิตเป็นยางเครพ โดยผ่านกระบวนการอบแห้งเพื่อผลิตเป็นยางแท่ง 4) วัดระดับของการเกิดเชื้อราและปริมาณกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในยางก้อนถ้วยที่เก็บอยู่ภายในถังเก็บยางเพื่อเปรียบเทียบกับสภาวะควบคุมที่ไม่มีการใช้สารธรรมชาติและหาปริมาณการใช้สารธรรมชาติที่เหมาะสม รวมถึงศึกษาผลของการเติมสารธรรมชาติต่อคุณสมบัติพื้นฐานของยางแท่ง STR20 ซึ่งผลงานวิจัยนี้มีศักยภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ที่จะสามารถพัฒนาสู่การนำมาใช้เป็นแนวทางในการใช้สารธรรมชาติสำหรับการแก้ปัญหาของโรงงานผลิตยางแท่ง STR20 ให้ลดน้อยลงต่อไป

4.1 ผลของการเติมสารธรรมชาติลงในยางก้อนถ้วยต่อการเกิดกลิ่น

จากการดำเนินการทดลองเติมสารธรรมชาติลงในยางก้อนถ้วยของชาวสวนยางเพื่อลดการเกิดกลิ่นตั้งแต่ขั้นการผลิตยางก้อนถ้วย หลังจากนั้นออกแบบชุดทดลองถังเก็บยาง (Test tank) สำหรับการเก็บยางก้นถ้วยที่เวลาการเก็บต่างๆ เพื่อจำลองการเก็บรักษายางภายในโรงงานก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตยางแท่งวิเคราะห์กลิ่นที่เกิดจากการเก็บยางก้อนถ้วยที่เวลาต่างๆ ซึ่งเกิดการบูดเน่าของยางก้อนถ้วยโดยมีกรดอินทรีย์เป็นสาเหตุของกลิ่นหลักกลิ่น และมีแก๊สชนิดอื่นที่เกิดขึ้น จากการทดลองนี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส 3 ชนิด คือ กรดอะซิติก (CH_3COOH) แอมโมเนีย (NH_3) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)

4.1.1 การวิเคราะห์กรดอะซิติก (CH_3COOH) ในยางก้อนถ้วย

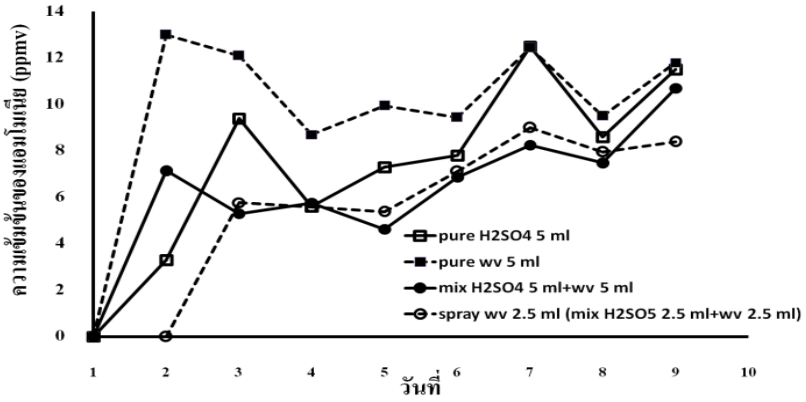
ในสถานะแก๊สพบว่าปริมาณความเข้มข้นของกรดอะซิติกที่วัดได้จากการทดลองมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ในทิศทางเดียวกันดังแสดงในรูปที่ 4-1 และจากการทดลองพบว่ายางก้อนที่ผสมกรดซัลฟิวริก 5 มิลลิลิตร มีความเข้มข้นของกรดอะซิติกที่ต่ำและการใช้น้ำส้มควันไม้ปริมาตร 5 มิลลิลิตร มีผลที่ใกล้เคียงกับการนำน้ำส้มควันไม้ 2.5 มิลลิลิตร ผสมกับกรดซัลฟิวริก 2.5 มิลลิลิตร แล้วทำการสเปรย์ด้วยน้ำส้มควันไม้ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร ซึ่งพบว่าชุดการทดลองที่มีส่วนผสมของน้ำส้มควันไม้อยู่ด้วยนั้นจะมีปริมาณความเข้มข้นของกรดอะซิติกที่สูงกว่าเล็กน้อยอันเนื่องมาจากในองค์ประกอบของน้ำส้มควันไม้นั้นมีกรดอะซิติกเป็นองค์ประกอบหลัก



รูปที่ 4- 1 ความเข้มข้นของกรดอะซิติกในแก๊สที่เกิดจากการบูดเน่าของยางก้อนถ้วยที่ระยะเวลาต่างๆ

4.1. 2 การวิเคราะห์แก๊สแอมโมเนีย (NH_3) ในยางก้อนถ้วย

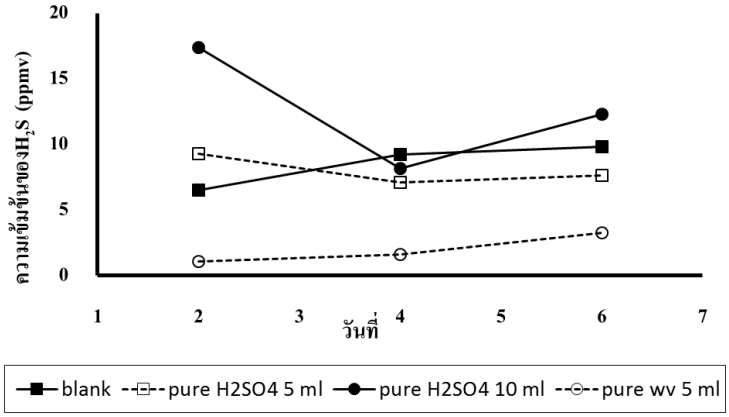
จากการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนียพบว่าในช่วงวันที่ 1 และ 2 ผลการทดลองของทุกตัวอย่างมีแนวโน้มของปริมาณแก๊สแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้นโดยยางก้อนถ้วยที่เติมน้ำส้มควันไม้ปริมาตร 5 มิลลิลิตร มีความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนียที่สูงซึ่งมีค่าความเข้มข้น 13 ppmv และเมื่อเวลาผ่านไป 2-3 วัน พบว่าปริมาณความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนียในทุกตัวอย่างมีแนวโน้มของความเข้มข้นที่คงที่และมีค่าที่ใกล้เคียงกันซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 6-10 ppmv ดังรูปที่ 4-2



รูปที่ 4- 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ NH3ที่เกิดจากยางก้อนถ้วยในสถานะแก๊สกับระยะเวลาในการบูดเน่าของยางก้อนถ้วย

4.1.3 การวิเคราะห์แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ในยางก้อนถ้วย

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นจากยางก้อนถ้วยนั้นจะทำการวิเคราะห์ปริมาณของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดจากยางที่มีการแข็งตัวโดยธรรมชาติยางที่แข็งตัวด้วยกรดซัลฟิวริก ปริมาตร 10 และ 5 มิลลิลิตร และยางที่มีการเติมน้ำส้มควันไม้ในปริมาตร 5 มิลลิลิตรโดยทุกชุดการทดลองจะทำการเก็บตัวอย่างแก๊สด้วยอัตราการไหล 1 ลิตร/นาที ซึ่งผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นจากยางก้อนถ้วยพบว่าปริมาตรของกรดซัลฟิวริกที่เติมเพื่อทำให้ยางแข็งตัวมีผลต่อการเกิดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ดังรูปที่ 4-3 และพบว่าน้ำส้มควันไม้สามารถลดกลิ่นที่เกิดจากแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้เมื่อเทียบกับชุดตัวอย่างการทดลองต่างๆ ซึ่งมีความเข้มข้นของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ในช่วง 2.0-3.7 ppmv

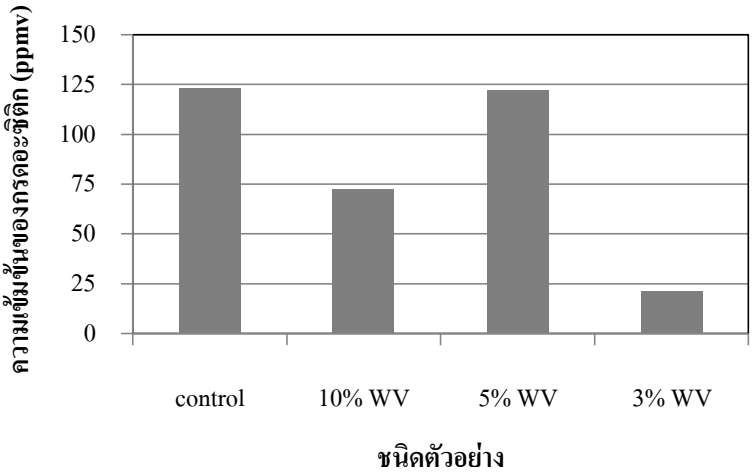


รูปที่ 4- 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดจากยางก้อนถ้วยในสถานะแก๊สกับระยะเวลาในการบูดเน่าของยางก้อนถ้วย

หมายเหตุ : blank คือ ยางก้อนถ้วยที่แข็งตัวตามธรรมชาติ

4.2 ผลความเข้มข้นในการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ต่อการบำบัดกลิ่นในยางก้อนถ้วย

การศึกษานำสารธรรมชาติชนิดน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ ฉีดพ่นสารบนกองของยางก้อนถ้วยในถังเก็บยาง มาบำบัดกลิ่นจากยางก้อนถ้วยต่อค่าความเข้มข้นของกรดอะซิติกในหน่วย ppmv ด้วยอัตราการไหลของแก๊สในการเก็บตัวอย่าง 0.5 ลิตร/นาที สามารถแสดงผลของความเข้มข้นของกรดอะซิติกที่เป็นสาเหตุของกลิ่นหลักแสดงผลการทดลองไว้ดังรูปที่ 4-4 เมื่อนำยางก้อนถ้วยมาวางทิ้งไว้เป็นระยะเวลานานจะเกิดการบูดเน่าของยางก้อนถ้วยสาเหตุจากเชื้อราและแบคทีเรียซึ่งจะส่งกลิ่นเหม็น เพื่อทำการศึกษาผลของก๊าซเสียที่เกิดขึ้นและก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น โดยทำการวัดผลจากกรดอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดกรดอะซิติกที่เกิดขึ้นในก๊าซเสีย



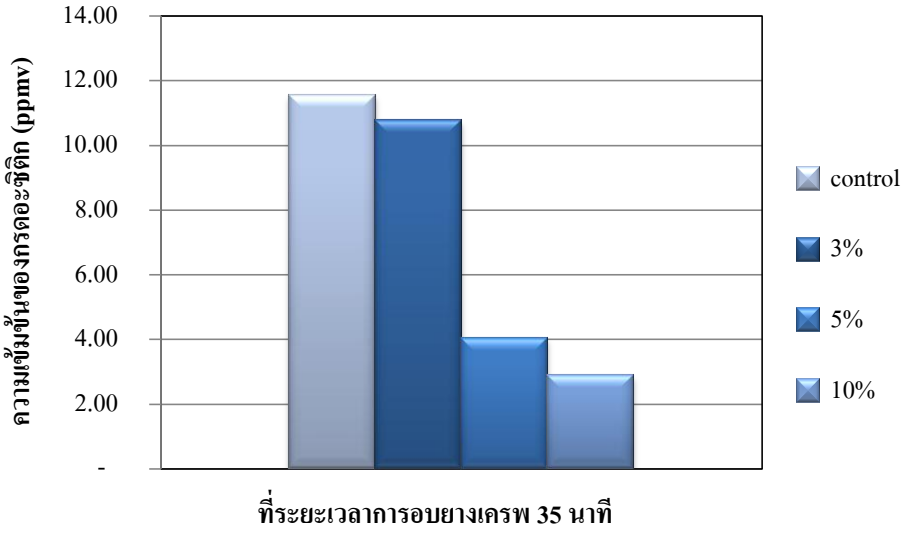
รูปที่ 4- 4 ความเข้มข้นของกรดอะซิติกในแก๊สที่เกิดจากการบูดเน่าของยางก้อนถ้วยที่ความเข้มข้นต่างๆ

จากผลการทดลองพบว่า สารธรรมชาติชนิดน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 3 % v/v เมื่อทำการฉีดพ่นบนยางก้อนถ้วยเพื่อลดกลิ่นของยางก้อนถ้วยมีปริมาณความเข้มข้นของกรดอะซิติกในแก๊สต่ำที่สุด คือ 21.31 ppmv ซึ่งน้อยกว่ายางก้อนถ้วยที่ไม่ผ่านการ ฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้วิเคราะห์ความเข้มข้นได้ 123.40 ppmv จะเห็นได้ว่าผลการทดลองที่เกิดขึ้นจากการนำสารธรรมชาติชนิดน้ำส้มควันไม้มาฉีดพ่นสามารถบำบัดกลิ่นเหม็นจากยางก้อนถ้วยได้ในสภาวะที่เหมาะสม

4.3 ผลการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้บนยางเครพก่อนกระบวนการอบแห้ง

4.3.1 ผลของน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการบำบัดกลิ่น

ทำการทดลองฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 3 % 5% และ 10% v/v เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณกลิ่นที่เกิดขึ้นหลังจากการบำบัดด้วยน้ำส้มควันไม้ โดยการวัดความเข้มข้นของกรดอะซิติก เก็บตัวอย่างจากอากาศเสียที่ออกจากตู้อบยางหลังจากผ่านการอบเป็นเวลา 35 นาที ใช้อัตราการไหล 0.5 ลิตรต่อนาที อากาศเสียถูกดูดซึมในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เมื่อถึงจุดยุติ สารละลายในอิมพิงเจอร์จะเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นไม่มีสี จากนั้นนำสารดูดซึมไปหาความเข้มข้นของกรดอะซิติก ดังแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4-5



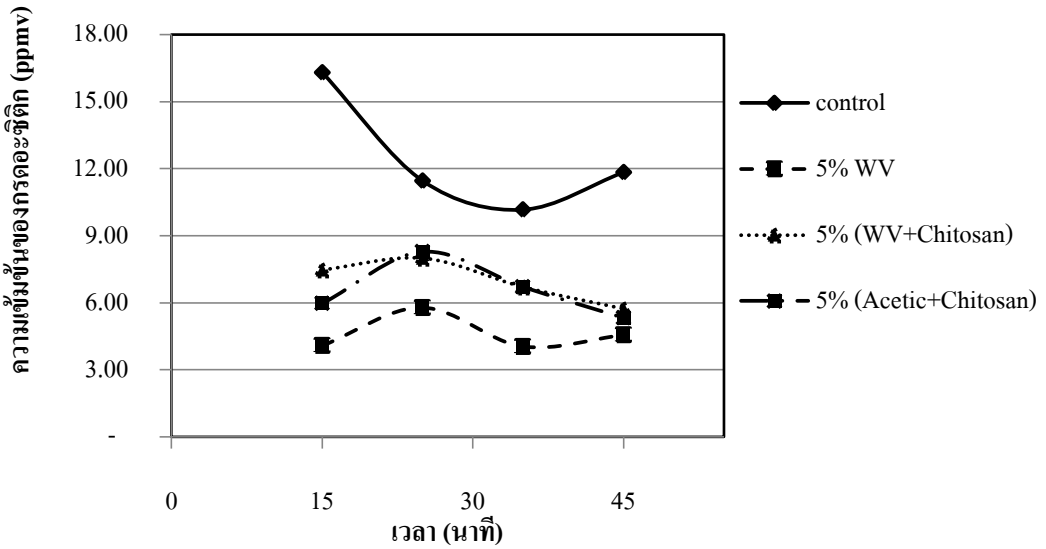
รูปที่ 4- 5 ผลของน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการบำบัดกลิ่นที่เวลาการอบ 35 นาที

จากผลการทดลอง พบว่าน้ำส้มควันไม้ที่ระดับความเข้มข้น 10 % v/v มีค่าความเข้มข้นของกรดอะซิติกในอากาศเสียต่ำที่สุด ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพการบำบัดกลิ่นดีที่สุด โดยความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้ที่ 5 % v/v ให้ผลของค่าความเข้มข้นกรดอะซิติกที่แตกต่างจาก 10 % v/v น้ำส้มควันไม้ น้อย ทั้งนี้อาจให้น้ำส้มควันไม้ที่ระดับความเข้มข้น 5% v/v เป็นสภาวะที่เหมาะสม

4.3.2 ใช้ 5% สารธรรมชาติฉีดพ่นยางเครพ

ศึกษาการฉีดพ่นสารธรรมชาติชนิดน้ำส้มควันไม้ และไคโตซาน บนยางเครพที่ผลิตจากยางก้อนถ้วย ก่อนผ่านกระบวนการอบแห้งเพื่อแก้ปัญหากลิ่นเหม็นที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ

อบแห้งของยางเครพ ได้ทำการทดลองใช้น้ำส้มควันไม้และไคโตซาน ที่ความเข้มข้น 5% v/v ตามสภาวะดังต่อไปนี้ สารละลายน้ำส้มควันไม้ สารละลายน้ำส้มควันไม้ผสมไคโตซาน และสารละลายไคโตซานผสมกรดอะซิติก เทียบกับยางเครพที่ไม่ผ่านการฉีดพ่นสารธรรมชาติซึ่งเป็นตัวแปรควบคุม ดังแสดงผลในรูปที่ 4-6



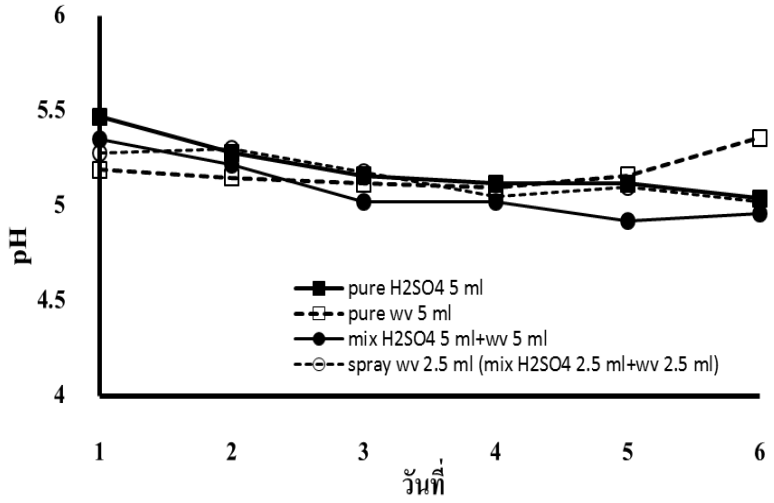
รูปที่ 4- 6 ผลการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้บนยางเครพก่อนกระบวนการอบแห้งต่อระดับความเข้มข้นของกรดอะซิติก ที่ความเข้มข้นของสารธรรมชาติ 5%

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าที่ความเข้มข้น 5% v/v ของน้ำส้มควันไม้ มีค่าความเข้มข้นของกรดอะซิติกต่ำสุด เมื่อเทียบกับสารธรรมชาติชนิดอื่น และให้ค่าความเข้มข้นของกรดอะซิติกน้อยกว่าอากาศเสียจากยางเครพที่ไม่ผ่านการฉีดพ่นสารธรรมชาติซึ่งเป็นตัวแปรควบคุม และแสดงให้เห็นว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 ทำให้ช่วยลดปัญหาจากกลิ่นยางเครพที่อากาศถูกปล่อยจากกระบวนการอบแห้งได้

4.4 ผลของความเป็นกรด - ด่างของของเหลวที่เกิดจากการหมักยางก้อนถ้วย

จากการผลการทดลองวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด -ด่างในของเหลวที่เกิดจากการหมักของยางก้อนถ้วยแต่ละชุดการทดลองพบว่า pH ของแต่ละชุดการทดลองมีค่าที่ใกล้เคียงกันมากดังแสดงในรูปที่ 4-7 และจากการทดลองพบว่าช่วงแรกค่าความเป็นกรด-ด่างของของเหลวที่เกิดจากการเติม

น้ำส้มควันไม้มีค่าความเป็นกรดมากแต่เมื่อเวลาผ่านไปพบว่าค่าความเป็นกรดของตัวอย่างค่อยๆ ลดลงซึ่งอาจแสดงให้เห็นได้ว่ามีการบูดเน่าของยางที่น้อยกว่าตัวอย่างอื่นๆ



รูปที่ 4- 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ที่เกิดในของน้ำเสียกับระยะเวลาในการบูดเน่าของยางก้อนถ้วย

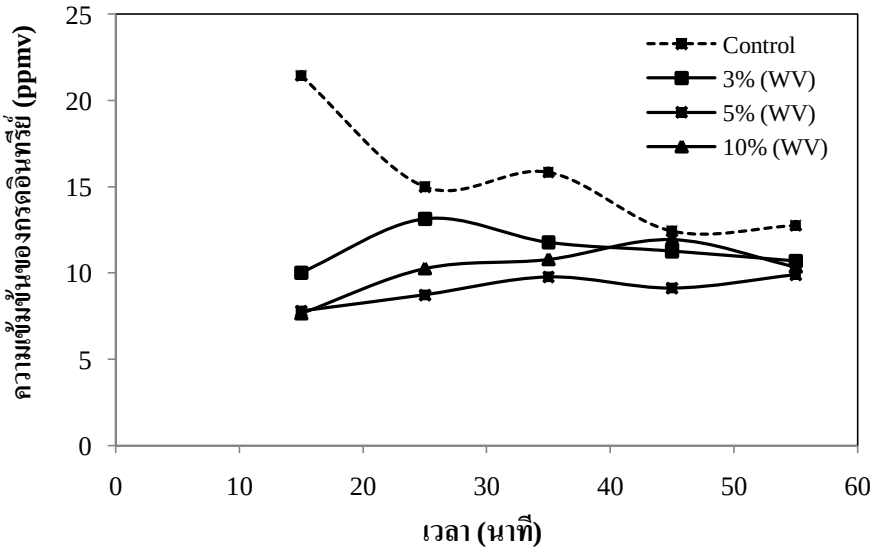
4.5 ผลการแช่ยางเครพในสารธรรมชาติต่อการลดกลิ่นก่อนกระบวนการอบแห้ง

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดกลิ่นจากยางเครพก่อนเข้าสู้กระบวนการอบแห้งยางเพื่อผลิตเป็นยางแท่ง เนื่องจากกลิ่นที่ออกมาจากกระบวนการอบแห้งยางส่งกลิ่นเหม็นรบกวนบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงจึงต้องดำเนินการลดกลิ่นจากยางเครพที่เป็นต้นทางของกระบวนการ กลิ่นของ ยางเครพเกิดจากเชื้อราที่กัดกินยางซึ่งเป็นสาเหตุของยางบูดเน่าทำให้ส่งกลิ่นเหม็นออกสู่บรรยากาศ องค์ประกอบของกลิ่นเหม็นที่ปล่อยออกมาจากกระบวนการอบแห้งคือ กรออินทรีย์ ดำเนินการวิเคราะห์กรดอินทรีย์ในกระแสก๊าซด้วยวิธีการไทเทรต ทดลองอบแห้งยางเครพที่อุณหภูมิ 130˚C ด้วยอัตราความร้อน 10˚C ต่อนาที ศึกษาสารธรรมชาติ 2 ชนิด คือ น้ำส้มควันไม้และไคโตซาน ในการลดกลิ่นยางเครพก่อนเข้าสู่กระบวนการอบแห้ง ให้สามารถลดกลิ่นจากการปล่อยกระแสอากาศของกระบวนการอบแห้งสู่ภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพดังผลการทดลองต่อไปนี้

4.5.1 ผลของน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการบำบัดกลิ่น

ตัวอย่างยางเครพแช่ในน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 3 5 และ 10% v/v เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นวางให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 วัน ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการอบแห้งเพื่อทดสอบกลิ่น

ที่ปล่อยออกจากกระบวนการอบแห้งยางทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ในกระแสอากาศที่ปล่อยจากท่อทางออกของเครื่องอบแห้งยาง เนื่องจากเป็นองค์ประกอบของกลิ่นเหม็น แสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในรูปที่4-8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้กับความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ที่เวลาต่างๆ ซึ่งพบว่าผลการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นที่ 3-5% v/v สามารถลดกรดอินทรีย์จากกระแสอากาศที่ปนเปื้อนกรดอินทรีย์ที่ออกมาจากกระบวนการอบแห้งได้ โดยให้ค่าการวิเคราะห์กรดอินทรีย์ที่ต่ำ

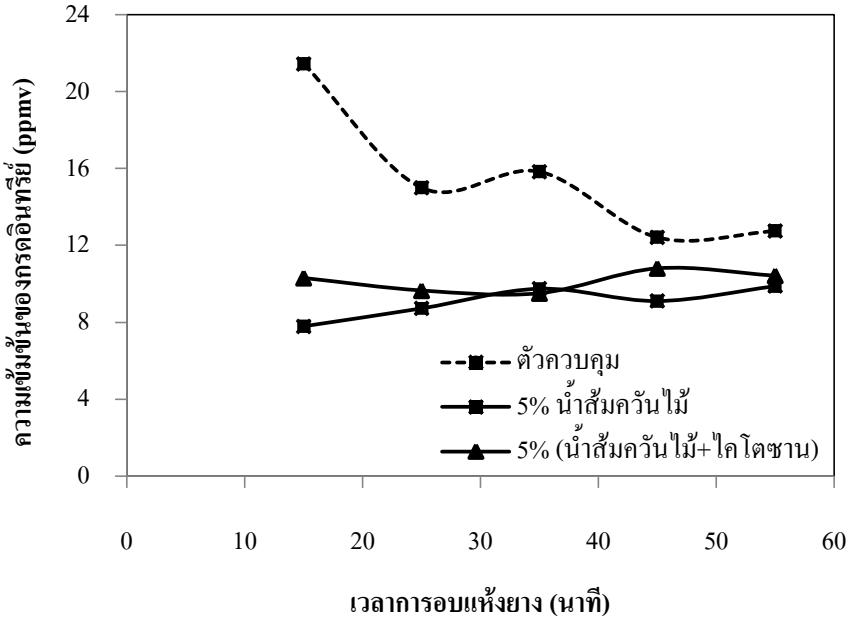


รูปที่ 4- 8 ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ในกรแสอากาศที่ถูกปล่อยออกมาจากกระบวนการอบแห้งยางที่ความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้ 0 3 5 และ 10% v/v เมื่อเทียบกับเวลา

4.5.2 ผลของไคโตซานต่อการบำบัดกลิ่นจากกระบวนการอบแห้งยาง

เพื่อหาสารธรรมชาติมาเสริมประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราบนผลิตภัณฑ์ยางที่เป็นสาเหตุการเกิดกลิ่นของยางเครพ โดยเลือกไคโตซาน เนื่องจากมีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อรา เป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ ไม่เป็นพิษ และไคโตซานเป็นสารที่ละลายน้ำได้ในสภาพที่เป็นกรดจึงสามารถนำมาผสมร่วมกับน้ำส้มควันไม้เพื่อนำมาเป็นสารยับยั้งเชื้อราได้ ในการทดลองจะทำการแช่ยางเครพในสารยับยั้งเชื้อรา 2 ชนิด คือ น้ำส้มควันไม้ และน้ำส้มควันไม้ผสมไคโตซาน ที่ความเข้มข้น 5 % v/v เป็นเวลา 1 ชั่วโมง วางไว้ 1 วัน ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการอบแห้งยาง เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา ให้เป็นแนวทางการนำสารธรรมชาติไปใช้ได้อย่างเหมาะสมดังแสดงผลการวิเคราะห์

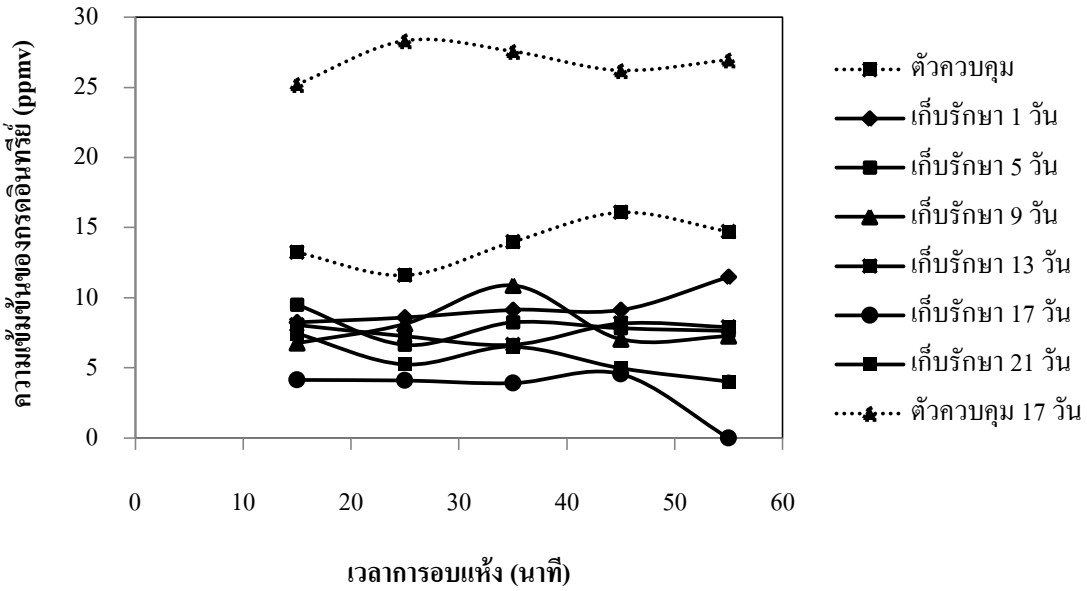
ไว้ในรูปที่ 4-9 โดยพบว่าสารยับยั้งทั้ง 2 ชนิด ให้ผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงกันในการลดกลิ่นเมื่อเทียบกับตัวควบคุม



รูปที่ 4- 9 ประสิทธิภาพการบำบัดกลิ่นของสารธรรมชาติชนิดน้ำส้มควันไม้และน้ำส้มควันไม้ผสมไคโตซานในการลดกลิ่นของยางเครพจากกระบวนการอบแห้ง

4.5.3 ผลของการบำบัดกลิ่นในการใช้น้ำส้มควันไม้ต่อการเก็บรักษายาง

การเก็บรักษายางมีผลต่อการเกิดกลิ่นที่รุนแรงขึ้น เมื่อระยะเวลาผ่านไปหลายวันก่อนยางจะเข้าสู่กระบวนการอบแห้งมีผลทำให้เกิดการบูดเน่าและส่งกลิ่นมากขึ้นไปสู่บริเวณใกล้เคียงทำให้ได้รับผลกระทบทางอากาศซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ รบกวนผู้ที่พักอาศัยโดยรอบพื้นที่ในการกักเก็บยาง ด้วยเหตุนี้จึงดำเนินการศึกษาการใช้น้ำส้มควันไม้เพื่อลดการเกิดกลิ่นที่เพิ่มขึ้นของระยะเวลาการเก็บรักษาก่อนเข้าสู่กระบวนการอบแห้ง ได้ทำการทดลองแช่ยางเครพในน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 5% v/v และวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง นำตัวอย่างยางเข้าสู่กระบวนการอบแห้งในช่วงการเก็บรักษาของวันที่ 1 5 9 13 17 และ 21 วัน เพื่อมาวิเคราะห์กลิ่นด้วยการวัดกรดอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในกระแสอากาศที่ปล่อยออกมาจากกระบวนการอบแห้งยาง ดังแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4-10



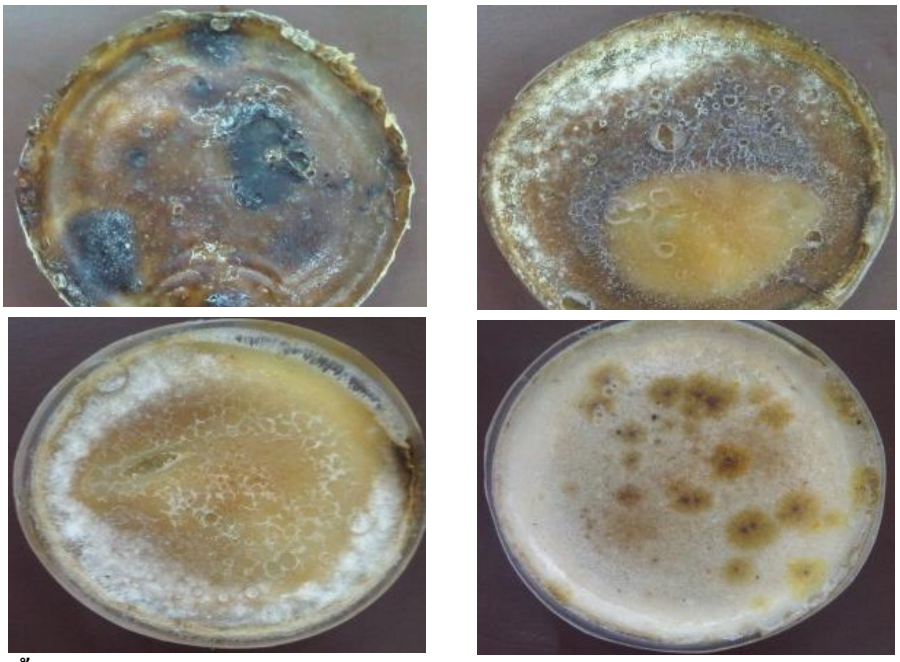
รูปที่ 4- 10 ประสิทธิภาพการลดกลิ่นของน้ำส้มควันไม้ต่อผลการเก็บรักษายาง

จากการทดลองพบว่า การแช่น้ำส้มควันไม้ที่ 5% v/v เก็บรักษาเป็นเวลา 1 วัน ให้ผลการลดกลิ่นที่ไม่แตกต่างจากตัวควบคุม หลังจากระยะเวลาผ่านไป 17 วัน ผลของการวิเคราะห์กรดอินทรีย์จากการปนเปื้อนในกระแสอากาศที่ปล่อยออกมาจากกระบวนการอบแห้งเห็นได้ชัดเจนมากขึ้นจากผลการวิเคราะห์พบว่ามีค่ากรดอินทรีย์ต่ำในช่วง 5-10 ppmv โดยที่ตัวควบคุมมีค่ากรดอินทรีย์ในช่วง 25-30 ppmv ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้น้ำส้มควันไม้สำหรับลดกลิ่นในช่วงการเก็บรักษายางก่อนเข้าสู่กระบวนการอบแห้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้ผลการทดสอบที่ตรงกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำส้มควันไม้ในการ ดับกลิ่นและฆ่าเชื้อโรค อย่างปลอดภัย

4.6 ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ต่อการเกิดเชื้อรา

4.6.1 การเจริญเติบโตของเชื้อราที่เกิดบนยางก้อนถ้วย

จากการทดลองนำยางก้อนมาวางไว้ในสภาวะปกติแล้วสังเกตวงการแพร่ของเชื้อราพบว่ายางก้อนที่ผสมน้ำส้มควันไม้ปริมาตร 5 มิลลิลิตร มีการเจริญเติบโตของเชื้อราน้อยที่สุดและยางที่ผสมกรดซัลฟิวริกปริมาตร 5 มิลลิลิตร มีการเจริญเติบโตของเชื้อรามากที่สุด



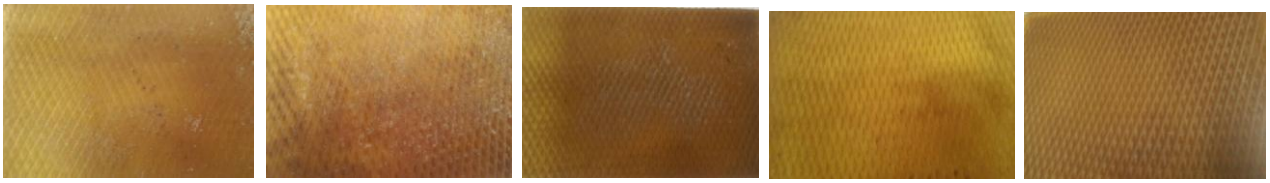
น้ำส้มควันไม้ 2.5 ml+H_2SO_4 2.5 ml **H_2SO_4 5 ml**

4.6.2 การเจริญเติบโตของเชื้อราที่เกิดบนยางแผ่น

จากการทดลองนำยางแผ่นมาแช่ในน้ำส้มควันไม้ที่เป็นสารยับยั้งซึ่งเป็นสารธรรมชาติที่ความเข้มข้น 10 20 50 และ 100% โดยปริมาตร เปรียบเทียบผลการทดลองกับยางแผ่นที่ไม่ผ่านการแช่ในสารยับยั้งเป็นตัวควบคุม โดยสังเกตการเกิดเชื้อราบนแผ่นยางที่เวลาต่างๆ ขนาดยางแผ่น 10 ตารางเซนติเมตร ทำการเก็บรักษา 2 ลักษณะคือ ซ้อนทับกัน และแขวน เพื่อหาวิธีการเก็บรักษาให้ปราศจากเชื้อราที่เหมาะสมที่สุด

(1) <u>การเก็บรักษาแบบซ้อนทับ</u> การเก็บรักษาในลักษณะนี้สามารถประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บยางเนื่องจากสามารถวางซ้อนกันหลายๆ ชั้นได้ ผลการทดลองการใช้สารธรรมชาติยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นแสดงดังรูปที่ 4-11

ยางแผ่นตั้งต้นก่อนแช่น้ำส้มควัน

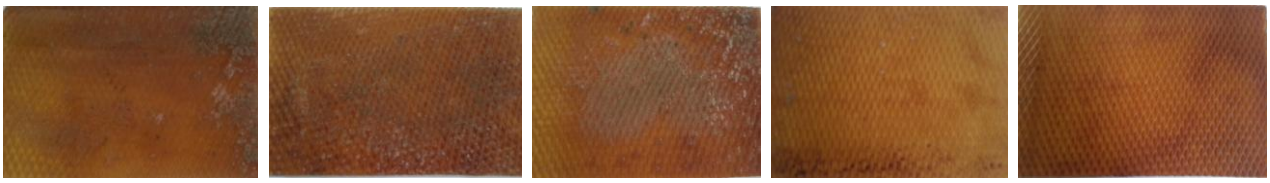


0% control 10% 20% 50% 100%

ยางแผ่นหลังแช่น้ำส้มควันไม้เก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์

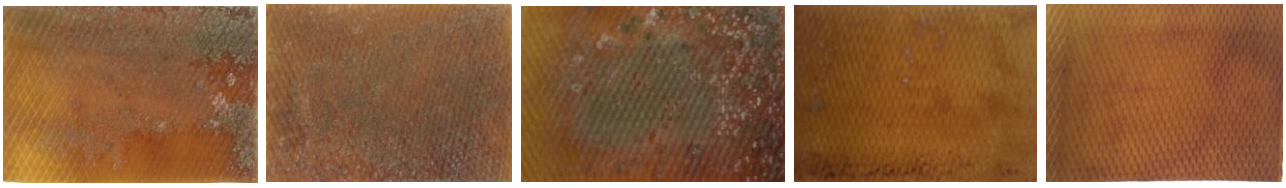
0% control 10% 20% 50% 100%

ยางแผ่นหลังแช่น้ำส้มควันไม้เก็บรักษาเป็นเวลา 2 สัปดาห์



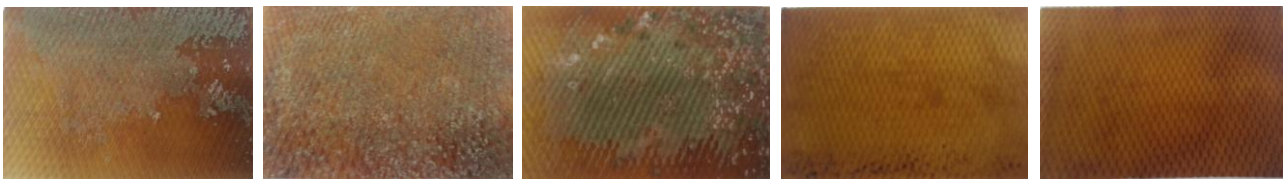
0% control 10% 20% 50% 100%

ยางแผ่นหลังแช่น้ำส้มควันไม้เก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์



0% control 10% 20% 50% 100%

ยางแผ่นหลังแช่น้ำส้มควันไม้เก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์



0% control 10% 20% 50% 100%

รูปที่ 4- 11 ผลการเก็บรักษายางแผ่นแบบซ้อนทับก่อนและหลังการแช่น้ำส้มควันไม้เพื่อป้องกันเชื้อราที่ความเข้มข้น 0 10 20 50 และ 100% v/v เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องที่เวลาต่างๆ

จากผลการทดลองใช้น้ำส้มควันไม้เพื่อป้องกันเชื้อราที่จะเกิดขึ้นบนยางแผ่นในลักษณะการเก็บรักษายางโดยการวางซ้อนทับกันเป็นชั้นๆ จะเห็นได้ว่าเมื่อเวลาผ่านไป 1 สัปดาห์เชื้อราบนยางแผ่นที่ไม่ผ่านการใช้น้ำส้มควันไม้ซึ่งเป็นตัวควบคุมจะเห็นการเจริญของเชื้อราชัดเจนมากกว่ายางแผ่นที่ผ่านการใช้น้ำส้มควันไม้ และเมื่อระยะเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ ยางที่ผ่านการแช่น้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 10 และ 20% v/v มีเชื้อราขึ้นบนยางแผ่นมากขึ้น เห็นได้อย่างชัดเจนซึ่งให้ผลการทดลองที่ไม่แตกต่างจากยางแผ่นควบคุม เมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ จะพบว่ายางแผ่นที่ผ่านการแช่น้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 50 และ 100% v/v ไม่พบเชื้อราที่เกิดขึ้นบนยางแผ่นจากการสังเกตด้วยตาเปล่า นอกจากนี้ยังดำเนินการศึกษาวิธีการเก็บรักษาในลักษณะอื่นเพื่อเปรียบผลการทดลองกับการเก็บรักษาแบบซ้อนทับ โดยเลือกทำการเก็บรักษาแบบแขวนเรียงกันเป็นแถวมาศึกษา

(2) <u>การเก็บรักษาแบบแขวน</u> การเก็บรักษาในลักษณะนี้จะแขวนยางแผ่นเรียงกันเป็นแถวๆ เป็นอีกวิธีที่เลือกมาเปรียบเทียบกับการเก็บรักษายางแผ่นแบบวางเป็นชั้นๆ ผลการทดลองการใช้สารธรรมชาติยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นในการเก็บรักษายางแผ่นแบบแขวนแสดงดัง
รูปที่ 4-12

ยางแผ่นตั้งต้นก่อนแช่น้ำส้มควันไม้

0% control 10% 20% 50% 100%

0% control 10% 20% 50% 100%

ยางแผ่นหลังแช่น้ำส้มควันไม้เก็บรักษาเป็นเวลา 2 สัปดาห์

0% control 10% 20% 50% 100%

ยางแผ่นหลังแช่น้ำส้มควันไม้เก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์

0% control 10% 20% 50% 100%

ยางแผ่นหลังแช่น้ำส้มควันไม้เก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์

0% control 10% 20% 50% 100%

รูปที่ 4- 12 ผลการเก็บรักษายางแผ่นแบบแขวนเรียงกันเป็นแถวก่อนและหลังการแช่น้ำส้มควันไม้เพื่อป้องกันเชื้อรา ที่ความเข้มข้น 0 10 20 50 และ 100% v/v เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องที่เวลาต่างๆ

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเชื้อราเกิดขึ้นเห็นชัดเจนในสัปดาห์แรกของยางแผ่นที่ไม่ใช้น้ำส้มควันไม้โดยเป็นตัวควบคุม ซึ่งมีความแตกต่างจากยางแผ่นที่ผ่านการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ ไม่พบการเกิดเชื้อราบนยางแผ่น เมื่อระยะเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ พบว่ายางแผ่นที่ผ่านการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 10 และ 20 % v/v เริ่มมีเชื้อราเกิดขึ้นให้เห็นได้ชัดเจน และเมื่อระยะเวลาผ่านไปถึง 4 สัปดาห์ เชื้อราเกิดขึ้นบนยางแผ่นอย่างกระจัดกระจายที่ความเข้มข้น 10 20 และ 50% v/v โดยเฉพาะตัวแปรควบคุมที่เห็นได้ชัดเจนที่สุด แต่ที่ความเข้มข้นที่ 100 % v/v เริ่มมีเชื้อราเกิดขึ้นเล็กน้อย ซึ่งการเก็บรักษาแบบแขวนนี้ไม่เหมาะสำหรับการเก็บรักษาในระยะยาว ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าโดยรวมน้ำส้มควันไม้สามารถป้องกันเชื้อราจากยางแผ่นได้ ซึ่งน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นสูงสามารถป้องกันเชื้อราได้ดีที่สุด การเก็บรักษายางแผ่นในลักษณะแบบซ้อนทับกันหลายชั้นแสดงให้เห็นถึงสภาวะการเกิดเชื้อราที่น้อยกว่าที่ความเข้มข้น 50 และ 100 % v/v เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาแบบแขวน และการเก็บรักษาแบบซ้อนทับใช้พื้นที่น้อย ซึ่งโดยทั่วไปจะเก็บรักษาในลักษณะนี้

นอกจากนี้จากผลการทดลองที่ได้จาการสังเกตด้วยตาเปล่าและการถ่ายภาพจะนำไปสู่การวิเคราะห์ผลของการเกิดเชื้อราบนยางแผ่นด้วยวิธีมาตรฐาน Microbial counts were performed using Standard Plate Counts method (FAD, 2001) และ physicochemical properties using AOAC, 1992 ทดสอบโดยภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เพื่อเป็นการยืนยันผลการทดสอบเชื้อราที่เกิดขึ้นบนยางแผ่นก่อนและหลังการใช้น้ำส้มควันไม้ในการป้องกันเชื้อรา นำยางแผ่นมาตัดให้มีขนาด 2 × 2 เซนติเมตร แช่ในน้ำส้มควันไม้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้นต่างๆ ใน 1 ชุดความเข้มข้นใช้ยางแผ่นจำนวน 4 แผ่นวางซ้อนกัน เก็บรักษายางแผ่นเป็นเวลา 5 วัน ก่อนทำการวิเคราะห์เชื้อรา ดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับข้างต้น เพื่อยืนยันการวัดผลด้วยวิธีมาตรฐาน ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4- 1 แสดงผลการวิเคราะห์เชื้อราที่เกิดขึ้นบนยางแผ่นก่อนและหลังใช้น้ำส้มควันไม้โดยการทดสอบด้วยวิธีมาตรฐาน

ตัวอย่าง	**Mold Count (CFU/piece)**
ตัวควบคุม	1.9×10^4
10% v/v น้ำส้มควันไม้	1.5×10^4
20% v/v น้ำส้มควันไม้	1.1×10^4
50% v/v น้ำส้มควันไม้	$< 10^3$
100% v/v น้ำส้มควันไม้	$< 10^3$

ด้วยผลการวิเคราะห์เชื้อราบนยางแผ่นที่ผ่านการแช่น้ำส้มควันไม้เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อรา พบว่าในระยะเวลา 5 วันของการเก็บรักษาน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นสูงขึ้นให้ประสิทธิภาพในการป้องกันดีที่สุด ซึ่งมีค่า $< 10^3$ CFU ต่อพื้นที่การวิเคราะห์ขนาด 2 ตารางเซนติเมตร ให้ผลการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกับการสังเกตเชื้อราด้วยตาเปล่าและการถ่ายภาพ

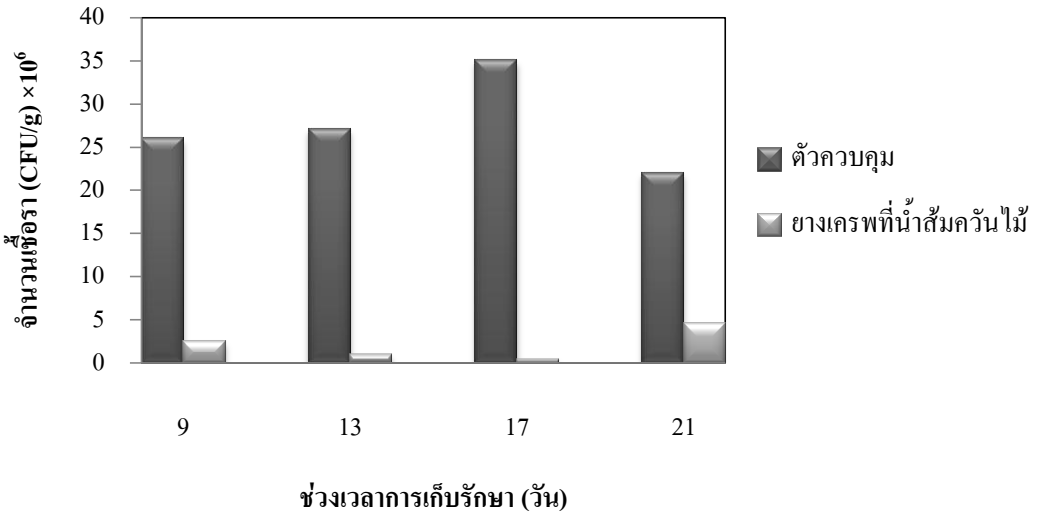
4.6.3 การเจริญเติบโตของเชื้อราที่เกิดบนยางเครพ

การทดลองนำยางเครพมาแช่ในน้ำส้มควันไม้ได้ดำเนินการในสภาวะเดียวกับยางแผ่น โดยการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ 10 20 50 และ 100 % v/v เปรียบเทียบกับตัวควบคุม และดำเนินการทดสอบเชื้อราที่เกิดขึ้นบนยางเครพทำการวิเคราะห์เชื้อราด้วยวิธีมาตรฐานเดียวกันกับยางแผ่น จากผลการทดลองพบว่า ยางเครพที่ผ่านการแช่น้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 50 และ 100 % v/v มีประสิทธิภาพสูงเมื่อเทียบกับตัวควบคุม ให้ผลการยับยั้งเชื้อราที่ดีดังแสดงในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4- 2 แสดงผลการยับยั้งการเกิดเชื้อราบนยางเครพด้วยการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ

ตัวอย่าง	Mold Count (CFU/piece)
0% (ตัวควบคุม)	1.1×10^6
10% v/v น้ำส้มควันไม้	1.9×10^5
20% v/v น้ำส้มควันไม้	3.7×10^4
50% v/v น้ำส้มควันไม้	150
100% v/v น้ำส้มควันไม้	50

การทดลองแช่ยางเครพในน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 5 % v/v เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 21 วัน เพื่อดูการเจริญเติบโตของเชื้อราในช่วงเวลาต่างๆ ผลการทดลองแสดงไว้ในรูปที่ 4 -13 เป็นการแสดงกราฟระหว่างช่วงเวลาการเก็บรักษา (วัน) กับจำนวนเชื้อราที่เกิดขึ้นบนยางเครพ (CFU/g) จากผลการวิเคราะห์พบว่า น้ำส้มควันไม้สามารถยับยั้งการเกิดเชื้อราได้เมื่อเปรียบเทียบกับยางเครพที่ไม่ผ่านการแช่ในน้ำส้มควันไม้ที่เป็นตัวควบคุม เชื้อราบนตัวควบคุมเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วในปริมาณสูง 2.0-3.5 x 10^7CFU/g



รูปที่ 4- 13 ผลการยับยั้งเชื้อราของน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 5% v/v ในช่วงเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องต่อจำนวนเชื้อราที่เกิดขึ้นบนยางเครพ

ด้วยผลการทดลองที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าน้ำส้มควันไม้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบนแผ่นยางและยางเครพสำหรับการผลิตแปรรูปยางได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำส้มควันไม้มีสารประกอบที่โดดเด่นคือ กรดอะซิติก (acitic acid) และสารประกอบฟีนอล (phenol) ซึ่งเป็นสารกลุ่มออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค เชื้อรา แบคทีเรีย [Nakayama et al., 2001; Kartal et al., 2004] ทำให้สามารถป้องกันและยับยั้งเชื้อราที่เกิดขึ้นบนยางแผ่นและยางเครพในระหว่างการเก็บรักษาได้ [Ferreira et al., 2005]

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาทดลองในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ การแก้ปัญหากลิ่นของโรงงานผลิตยางแท่ง STR 20 โดยใช้สารอินทรีย์ธรรมชาติ 2 ชนิด คือ น้ำส้มควันไม้และไคโตซานที่มีคุณสมบัติพิเศษในการยับยั้งแบคทีเรีย เชื้อรา และจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของกลิ่นในยางก้อนถ้วย และยางเครพในการผลิตยางแท่ง โดยทำการศึกษาการเติมสารธรรมชาติลงในถ้วยผลิตยางก้อนถ้วยของชาวสวนยางเพื่อลดการเกิดกลิ่นตั้งแต่ขั้นต้นของการผลิตยางก้อนถ้วย ออกแบบชุดทดลองถังเก็บยาง (Test tank) เพื่อจำลองการเก็บรักษายางภายในโรงงานก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตยางแท่ง ฉีดพ่นสารธรรมชาติ บนยางก้อนถ้วยและยางเครพ แช่ยางในสารธรรมชาติ ก่อนเข้าสู่กระบวนการอบแห้ง เพื่อบำบัดกลิ่นของอากาศที่ถูกปล่อยออกจากกระบวนการอบแห้งยาง และยับยั้งการเกิดเชื้อราบนยาง ดำเนินการวัดกลิ่นจากความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับกระแสอากาศที่ปล่อยออกจากท่อทางออกของกระบวนการอบแห้งยางและวัดปริมาณเชื้อราหลังการใช้สารธรรมชาติในการยับยั้งในช่วงเวลาของการเก็บรักษายางโดยนับจำนวนเชื้อราที่เกิดขึ้นบนยาง สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 การเติมสารธรรมชาติลงในยางก้อนถ้วยต่อการเกิดกลิ่น

จากการดำเนินการทดลองเติมสารธรรมชาติลงในยางก้อนถ้วยของชาวสวนยางเพื่อลดการเกิดกลิ่นตั้งแต่ขั้นต้นของการผลิตยางก้อนถ้วย ได้ออกแบบชุดทดลองถังเก็บยาง (Test tank) เพื่อจำลองการเก็บรักษายางภายในโรงงานก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตยางแท่งวิเคราะห์กลิ่นที่เกิดขึ้นโดยมีกรดอินทรีย์เป็นสาเหตุของกลิ่นหลัก 3 ชนิด คือ กรดอะซิติก (CH_3COOH) แอมโมเนีย (NH_3) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) พบว่าการวิเคราะห์กรดอะซิติกของชุดการทดลองที่ผสมน้ำส้มควันไม้มีปริมาณความเข้มข้นของกรดอะซิติกที่สูงกว่าเล็กน้อยอันเนื่องมาจากในองค์ประกอบของน้ำส้มควันไม้นั้นมีกรดอะซิติกเป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนการวิเคราะห์แอมโมเนียพบว่า ในช่วงวันที่ 1- 2 ทุกตัวอย่างมีแนวโน้มของปริมาณแก๊สแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้น เมื่อเวลาผ่านไป 2-3 วัน มีแนวโน้มความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนียคงที่อยู่ในช่วง 6-10 ppmv สำหรับการวิเคราะห์แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์พบว่ากรดซัลฟิวริกที่เติมเพื่อทำให้ยางแข็งตัวมีผลต่อการเกิดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์และน้ำส้มควันไม้สามารถลดกลิ่นที่เกิดจากแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้ในช่วง 2.0-3.7 ppmv

5.1.2 การบำบัดกลิ่นจากยางเครพด้วยการใช้สารธรรมชาติ

ในการบำบัดกลิ่นยางเครพวิเคราะห์จากความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในกระแสอากาศที่ถูกปล่อยออกมาจากกระบวนการอบแห้ง ดำเนินการทดลองบำบัดกลิ่นโดยการฉีดพ่น และการแช่ยางในสารธรรมชาติ ก่อนเข้าสู่กระบวนการอบแห้งยาง สำหรับการฉีดพ่นและการแช่ยางทำการทดลองที่ความเข้มข้น 3 5 และ10% v/v พบว่าให้ผลการทดลองที่เหมือนกันคือ น้ำส้มควันไม้ที่ระดับความเข้มข้น 10% v/v สามารถบำบัดกลิ่นดีที่สุด แต่ให้ผลการทดลองที่ไม่แตกต่างจากที่ความเข้มข้น 5% v/v และเมื่อนำไคโตซานมาผสมร่วมกับน้ำส้มควันไม้พบว่า ให้ผลการทดลองที่ใกล้เคียงกันกับการใช้น้ำส้มควันไม้เพียงอย่างเดียว ทั้งนี้จึงเลือกน้ำส้มควันไม้ที่ระดับความเข้มข้น 5 % v/v เป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดกลิ่นในยางเครพ จากนั้นได้ทำการศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษายางเครพก่อนเข้าสู่กระบวนการอบแห้งใช้น้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 5% v/v พบว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไป 17 วัน ผลของการวิเคราะห์กรดอินทรีย์จากการปนเปื้อนในกระแสอากาศที่ปล่อยออกมาจากกระบวนการอบแห้งมีค่ากรดอินทรีย์ต่ำในช่วง 5-10 ppmv โดยที่ตัวควบคุมมีค่ากรดอินทรีย์ในช่วง 25-30 ppmv

5.1.3 การยับยั้งเชื้อราบนยางด้วยสารธรรมชาติ

ใช้น้ำส้มควันไม้ยับยั้งการเกิดเชื้อราบนยางก้อนถ้วย ยางแผ่น และยางเครพ จากการสังเกตการเกิดเชื้อราบนยาง ในสภาวะปกติที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ยางก้อนที่ผสมน้ำส้มควันไม้มีการเจริญเติบโตของเชื้อราน้อยกว่าเมื่อเทียบกับยางที่ผสมกรดซัลฟิวริกมีการเจริญเติบโตของเชื้อรามากที่สุด และได้ทดลองแช่ยางในน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 10 20 50 และ 100% v/v เพื่อยับยั้งการเกิดเชื้อราบนยางแผ่นและยางเครพพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ ยางแผ่นที่ผ่านการแช่น้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 50 และ 100 % v/v ไม่พบเชื้อราที่เกิดขึ้นบนยางแผ่นจากการสังเกตด้วยตาเปล่าเมื่อเทียบกับตัวควบคุม และได้วิเคราะห์เชื้อราด้วยวิธีมาตรฐานสำหรับการวัดจำนวนเชื้อรา มีค่า $< 10^3$ CFU ต่อพื้นที่การวิเคราะห์ขนาด 2 ตารางเซนติเมตร สำหรับผลการวิเคราะห์เชื้อราบนยางเครพ ที่ความเข้มข้น 50 และ 100 % v/v มีค่า 150 และ 50 CFU/g ตามลำดับ และเก็บรักษายางไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าน้ำส้มควันไม้สามารถยับยั้งการเกิดเชื้อราได้เมื่อเปรียบเทียบกับยางเครพที่ไม่ผ่านการแช่ในน้ำส้มควันไม้ที่เป็นตัวควบคุม เชื้อราบนตัวควบคุมเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วในปริมาณสูง 2.0-3.5 x 10^7CFU/g

ดังนั้นจากการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าสารธรรมชาติชนิดน้ำส้มควันไม้ช่วยลดกลิ่นเหม็นและยับยั้งเชื้อราของยางที่เป็นสาเหตุในการเกิดกลิ่นก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตยางแท่งSTR20 ทั้งนี้เนื่องจากสารประกอบฟีนอลและกรดอะซิติกในน้ำส้มควันไม้สามารถลดเชื้อราบนพื้นผิวยาง

และลดปริมาณกรดอินทรีย์ในอากาศที่ปล่อยจากการอบแห้งยาง อีกทั้งน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 5% v/v สามารถลดการเจริญเติบโตของเชื้อราในระหว่างการจัดเก็บได้ จากผลดังกล่าวทำให้การใช้น้ำส้มควันไม้ช่วยแก้ปัญหากลิ่นของโรงงานผลิตยางแท่ง STR 20 ได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยต่อผู้ใช้ซึ่งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การเติมสารธรรมชาติชนิดน้ำส้มควันไม้ในยางก้อนถ้วยและแช่ยางในน้ำส้มควันไม้ เพื่อบำบัดกลิ่นและยับยั้งเชื้อรา ส่งผลให้ยางมีสีคล้ำมากขึ้น จึงควรเลือกน้ำส้มควันไม้ที่ปราศจากน้ำมันดินจะสามารถลดปัญหาเหล่านี้ได้

2. ควรศึกษาต่อยอดจากผลงานวิจัยนี้เพื่อการประยุกต์ใช้สำหรับการใช้งานจริงในแก้ปัญหากลิ่นยางของโรงงานผลิตยางแท่งSTR20

เอกสารอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. กันยายน 2544. หลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ (เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด) สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขา : อุตสาหกรรมน้ำยางข้น อุตสาหกรรมยางแท่ง มาตรฐาน STR20

จิตต์ลัดดา ศักดาภิพาณิชย์. 2553. สารที่ก่อให้เกิดกลิ่นในยาง. ธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียาง,4(1) :หน้า 4.

พิณซอ กรมรัตนาพร. 2556. “การทำน้ำหมักชีวภาพและสมุนไพร ”. Available online: http://vet.kku.ac.th/farm/data3/1.pdf, Feb. 10, 14.

สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ สุนิดา ย่องเหล่ายูง พรทิพย์ ศรีแดง และสุวลักษณ์ วิสุนทร. 2550. ประเด็นสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันของอุตสาหกรรมยางแท่ง STR20 ในภาคใต้ของไทย. โครงการวิจัยปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมและแนวทางการลดปัญหาจากการใช้ยางก้อนถ้วยเพื่อผลิตยางแท่ง คณะเทคโนโลยีและการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เขตการศึกษาสุราษฎร์ธานี 1-13.

สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ ไกวัส ราญฎร พรทิพย์ ศรีแดง และสุวลักษณ์ วิสุนทร. 2550. สารมลพิษที่สกัดจากยางก้อนถ้วยซึ่งเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมยางแท่ง STR20 พิจารณาจากสวนยางถึงโรงงาน. โครงการวิจัยปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมและแนวทางการลดปัญหาจากการใช้ยางก้อนถ้วยเพื่อผลิตยางแท่ง คณะเทคโนโลยีและการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เขตการศึกษาสุราษฎร์ธานี 14-24.

สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ สุนิดา ย่องเหล่ายูง พรทิพย์ ศรีแดง สุวลักษณ์ วิสุนทร และพิมพ์พิมล เพ็ญจำรัส. 2550. การจำแนกสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของกลิ่นเหม็นในอุสาหกรรมยางแท่ง STR20. โครงการวิจัยปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมและแนวทางการลดปัญหาจากการใช้ยางก้อนถ้วยเพื่อผลิตยางแท่ง คณะเทคโนโลยีและการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เขตการศึกษาสุราษฎร์ธานี 25-35.

สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ สุนิดา ย่องเหล่ายูง พรทิพย์ ศรีแดง สุวลักษณ์ วิสุนทร และพิมพ์พิมล เพ็ญจำรัส. 2550. การตรวจสอบเบื้องต้นของการบำบัดกรดไขมันระเหยในระบบดักจับแบบเปียกของอุตสาหกรรมยางแท่ง STR20. โครงการวิจัยปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมและแนวทางการลดปัญหาจากการใช้ยางก้อนถ้วยเพื่อผลิตยางแท่ง คณะเทคโนโลยีและการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เขตการศึกษาสุราษฎร์ธานี 36-45.

สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ เฉลิมพงศ์ อินทร์แก้ว พรทิพย์ ศรีแดง สุวลักษณ์ วิสุนทร และพิมพ์พิมล เพ็ญจำรัส. 2550. การบำบัดกรดไขมันระเหยจากก๊าซที่ระบายออกมาจากที่อบยางก้อนถ้วยของอุตสาหกรรมยางแท่ง STR20 ด้วยระบบตัวกรองทางชีวภาพ. โครงการวิจัยปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมและแนวทางการลดปัญหาจากการใช้ยางก้อนถ้วยเพื่อผลิตยางแท่ง คณะเทคโนโลยีและการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เขตการศึกษาสุราษฎร์ธานี 46-57.

สยามออแกนิค. 2556. “ เกษตรชีวภาพปลอดสารที่ยั่งยืน “Available online:สุธรรมาสา. 2551. “หน่วยที่ 8การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างสารเคมี ” Availableonline:www.safetystou.com/UserFiles/File/54113%20unit%208.doc, Feb. 10, 14.

ศูนย์ศึกษาและการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2553.“น้ำส้มควันไม้ ”. Available online: http://www.fisheries.go.th/cfkung_krabaen/agric1.html, July. 25, 13

อนุสรณ์ ใจมุข และเอกรินทร์ พรหมพฤกษ์ . 2555. “การดำรงชีวิตของเชื้อรา” Available online: https://www.nectec.or.th/schoolnet/library/webcontest2003/100team/dlns132/page03.html, Feb. 10, 14.

Baimark, Y. and 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.

Ferreira, V. S., Rego, I. N. C., PastoreJr, F., Mandai, M. M., Mendes, L. S., Santos, K. A. M., Rubim, J.C. and Suarez, P. A.Z. 2005. The use of smoke acid as an alternative coagulating agent for natural rubber sheets, production, Bioresource Technology, 96: 605–609.

Hesketh, H.E. and Cross, F.L. 1989. Oder Control Including Hazardous Toxic Odors. Technomic Publishing CO., Inc., USA.

Kartal, S.N., Imamura, Y., Tsuchiya, F. and Ohsato, K. 2004. Preliminary evaluation of fungicidal and termiticidal activities of filtrates from biomass slurry fuel production. Journal of Bioresource Technology. 95, 41-47.

Marie, S., Shenda, M. and William, P. 20130. METHODS AND COMPOSITIONS OF REDUCING AND PREVENTING BACTERIAL GROWTH AND THE FORMATION OF BIOFILM ON A SURFACE UTILIZING CHITOSAN-DERIVATIVE COMPOUNDS. WIPO Patent. WO/2013/006458.

Moriyoshi, C. 1997. DEODORANT AND GERMICIDE MADE FROM BOMBOO VINEGAR OR PYROLIGNOUS ACID. PATENT ABSTRACTS OF JAPAN. JP 09094291.

Nakayama, F.S., Vinyard, S.H., Chow, P., Bajwa, D.S., Youngquist, J.A., and Muehl, J.H. 2001. Guayule as a wood preservative. Journal of Industrial Crops and Products. 14, 105–111.

Nor-Hidayaty K., Nur-Fadhilah I., and Zairossani M. 2012. Characteristics of Odour concentration from Rubber Processing Factories via Olfactometry Technique. CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS. 30. 121-126.

Rubim, J.C. and Suarez, P. A.Z. 2005. The use of smoke acid as an alternative coagulating agent for natural rubber sheets, production, Bioresource Technology, 96: 605–609.

Sakdapanich, J.T. and Insom, K. 2006. High-resolution gas chromatography-mass spectrometry: Characterization and mechanism to generate the obnoxious odor in natural rubber. Kautschuk Gumni Kunststoffe.6: 382-387.

Schlegelmilch, M., Streese, J. and Stegmann, R. 2005. Odour management and treatment technologies. Waste Management.25: 928-939.

Tadakatsu, M., Kazuhiro, Y. and Mayumi, H. 2004. REPELLANT AND DEODORANT BY POLYMER BAG CONTAINING WOOD VINEGAR JELLY. PATENT ABSTRACTS OF JAPAN. JP 2004083545.

Yoshiaki, W., and Shuji, T. 2009. DEODORIZATION TREATMENT EQUIPMENT FOR FERMENTATION ODOR. PATENT ABSTRACTS OF JAPAN. JP 2009095815.

ภาคผนวก