ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246394

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การหาสาเหตุและการป้องกันการเจริญของเชื้อรา บนยางแผ่น

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ หันพงศ์กิตติกูลและคณะ

กรกฎาคม 2552

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246394

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การหาสาเหตุและการป้องกันการเจริญของเชื้อรา บนยางแผ่น

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ หันพงศ์กิตติกูลและคณะ

กรกฎาคม 2552

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

600251241 246394

สัญญาเลขที่ RDG4850069

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการ
“การหาสาเหตุและการป้องกันการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่น”

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. รศ. ดร. อรัญ หันพงศ์กิตติกูล	ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. รศ. ดร. เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร	ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
3. ดร. จริยา สากยโรจน์	ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
4. น.ส. สุพรรษา ชาญด้วยกิจ	ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
5. นายไกรยศ แซ่ลิ้ม	ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
6. น.ส. ศิรินุช ด้วงสุข	ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

คำนำ

รายงานฉบับสมบูรณ์นี้เป็นการศึกษาโครงการวิจัยเรื่อง "การหาสาเหตุและการป้องกันการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่น" ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ภายใต้ชุดโครงการวิจัยยางพารา โดยได้ศึกษาหาสาเหตุที่ทำให้เชื้อราเจริญบนยางแผ่น และหาวิธีป้องกันการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่น เพื่อให้ได้ยางแผ่นที่มีคุณภาพ และเกษตรกรสามารถขายยางแผ่นได้ราคาดีขึ้น

คณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยนี้และขอขอบคุณสหกรณ์ตำบลพิจิตร จำกัด และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยเรื่องนี้เป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย

กรกฎาคม 2552

รหัสโครงการ: RDG 4850069

ชื่อโครงการ: การหาสาเหตุ และการป้องกันการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่น

ชื่อนักวิจัย: รศ.ดร.อรัญ หันพงศ์กิตติกูล[1] รศ.ดร.เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร[2]
ดร.จริยา สากยโรจน์[3] น.ส.สุพรรษา ชาญด้วยกิจ[1] นายไกรยศ แซ่ลิ้ม[1]
น.ส.ศิรินุช ด้วงสุข[2]
[1] คณะอุตสาหกรรมเกษตร และ [2] คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
[3] ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Email address:. aran.h@psu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: กันยายน 2549 – กรกฎาคม 2552

บทคัดย่อ

246394

การเก็บตัวอย่างยางแผ่นที่มีเชื้อราปนเปื้อนที่ผลิตโดยเกษตรกรจาก 13 แหล่งในภาคใต้ของประเทศไทยทั้งชายฝั่งทะเลตะวันออกและตะวันตก สามารถแยกเชื้อราจากยางแผ่นได้ 150 ไอโซเลต อยู่ใน 9 จีนัส คือ *Aspergillus* (31.3%), *Penicillium* (23.3%), *Cladosporium* (5.3%), *Rhizopus* (2.7%), *Mucor* (1.3%), *Geotrichum* (1.3%), *Trichoderma* (1.3%) และ *Tritirachium* (0.7%) และกลุ่มเชื้อราที่จำแนกโดยการวิเคราะห์ระดับดีเอ็นเอ คือ *Daldinia eschscholzii* และ *Schizophyllum commune* สามารถแยกเชื้อราจากบริเวณที่เก็บหรือตากยางแผ่นได้ 81 ไอโซเลต ประกอบด้วย *Aspergillus* (23.5%), *Fusarium* (25.9%), *Penicillium* (17.3%), *Rhizopus* (9.9%) และ *Cladosporium* (6.2%) บริเวณที่เก็บยางแผ่นมีความชื้นสัมพัทธ์ 52.1-83.2% มีอุณหภูมิ 26.9-32.70 องศาเซลเซียส และความเร็วลม 0–5.0 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยยางแผ่นที่เก็บมามีความชื้น 1.0-9.5% มีโปรตีน 0.032-1.225 มิลลิกรัมต่อกรัม และมีน้ำตาลทั้งหมด 0.127–1.130 มิลลิกรัมต่อกรัม และมีพีเอชอยู่ในช่วง 6.0–8.0 ตัวอย่างยางแผ่นที่เก็บมานอกจากจะมีเชื้อราแล้ว ยังพบยีสต์ 31 ไอโซเลต อยู่ใน 5 จีนัส คือ *Candida, Cryptococcus, Pichia, Rhodotorula* และ *Trichosporon* และยีสต์ที่พบมากคือ *Pichia ohmeri*, *Candida ciferri* และ *Trichosporon asahii*

การทดสอบฤทธิ์ต้านราของสารเคมี 13 ชนิดคือ กรดอะซิติก แอมโมเนียมคาร์บอเนต แคลเซียมโพรพิโอเนต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ โปแตสเซียมซอร์เบต โปแตสเซียมเบนโซเอต โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ โซเดียมไนเตรต โซเดียมอะซิเตต น้ำส้มควันไม้ 3 ชนิด และพาราไนโตรฟีนอลกับเชื้อรา 27 ชนิด ที่แยกได้จากยางแผ่น พบว่า กรดอะซิติก โปแตสเซียมซอร์เบต โป

246394

แตสเซียมเบนโซเอต โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ และน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ โดยมีค่าการยับยั้งที่ความเข้มข้นต่ำสุด (MIC) ของสารเคมี 5 ชนิดนี้ ต่อ *Aspergillus* ที่แยกได้ 10 ไอโซเลต คือ 0.313, 10, 5, 5 และ 6.25% ตามลำดับ โดย *Aspergillus* SR09 จะเป็นเชื้อราที่ทนต่อสารเคมีดีที่สุด สำหรับค่า MIC ของสารเคมีทั้ง 5 ชนิด ในการยับยั้งการเจริญ *Fusarium* 4 ไอโซเลต มีค่า MIC เท่ากับ 1.5, 0.625, 2.5, 0.156 และ 1.5% ตามลำดับ และในการยับยั้ง *Penicilium* 6 ไอโซเลต พบว่ามีค่า MIC เท่ากับ 0.156, 1.25, 5.0, 0.156 และ 3.125% ตามลำดับ

เมื่อนำ *Aspergillus* SR09, *Penicillium* TT04 และ *Fusarium* MT05 มาศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญบนยางแผ่น พบว่าเชื้อราเจริญได้ดีที่ 25 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 85% และเจริญได้เล็กน้อยที่ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 62.7% ไม่มีการเจริญที่ 45 และ 65 องศาเซลเซียส เมื่อศึกษาผลของความชื้นสัมพัทธ์ (57-90%) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ต่อการเจริญของเชื้อราทั้ง 3 ชนิดบนยางแผ่นพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ 57-67% เชื้อราเจริญได้เล็กน้อย แต่ที่ 80-90% เชื้อราจะเจริญได้มาก

เมื่อนำยางแผ่นดิบที่ตาก 1 วัน มาจุ่มโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ กรดอะซิติก และน้ำส้มควันไม้ แล้วจึงเพาะเชื้อ *Aspergillus* SR09, *Pennicillium* TT04 และ *Fusarium* MT05 ลงไป แล้วเก็บยางแผ่นไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ห้อง (70.7%) และ 80% ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 5% สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 3 ชนิด และยังทำให้ยางแผ่นมีสีขาวขึ้น เมื่อศึกษาการจุ่มยางแผ่นในโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 10% เทียบกับการจุ่มสารเคมีทางการค้า แล้วเก็บไว้ในบรรยากาศห้อง (ความชื้นสัมพัทธ์ 73.4%) พบว่าจะสังเกตเห็นการเจริญของเชื้อราในวันที่ 5 แต่ชุดควบคุมและชุดที่เติมสารทางการค้าจะเห็นการเจริญของเชื้อราในวันที่ 4 ในขณะที่การทดลองที่เก็บไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 80% ไม่พบการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่นที่จุ่มโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ แม้จะเก็บไว้ 30 วัน ในขณะที่ยางแผ่นที่จุ่มสารทางการค้าจะมีการเจริญของเชื้อราใน 2 วัน

ในการตกตะกอนยาง โดยใช้กรด 5 ชนิด คือ กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก กรดแลกติก กรดซัลฟูริก และกรดฟอสฟอริก แล้วตากยางแผ่นไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ความชื้นสัมพัทธ์ 65%) พบว่า การใช้กรดอะซิติกพบการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่นในวันที่ 5 ขณะที่การใช้กรดฟอร์มิก กรดแลกติก และกรดซัลฟูริก พบเจริญในวันที่ 4 และการใช้กรดฟอสฟอริกพบเจริญในวันที่ 3

เมื่อทำการผลิตยางตามวิธีของเกษตรกร และทำการล้างแผ่นยางก่อนตาก โดยการล้างแบบถู และเขย่า พบว่า การล้างแบบเขย่าจะลดโปรตีนและน้ำตาลในยางแผ่น และช่วยชะลอการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่นได้ การตากยางแผ่น 1 วัน แล้วนำเข้ารมควันเป็นระยะเวลา 1-4 วัน พบว่าการรมควันที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะช่วยลดความชื้นของยางแผ่น และชะลอการเจริญของเชื้อรา

Project Code: RDG 4850069

Project Title: Causes and Prevention of Fungal Growth on Rubber Sheets

Investigator: Assoc. Prof. Dr. Aran H-Kittikun[1], Assoc. Prof. Dr. Saowaluk Pongpaijit[2], Dr. Jariya Sakayaroj[3], Miss Supansa Chanduakit[1], Mr. Kraiyot Saelim[1] and Miss Sirinut Duangthong[2].

[1]Faculty of Agro-Industry and [2]Faculty of Science, Prince of Songkla University, [3]The Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Ministry of Science and Technology.

Abstract

246394

The contaminated rubber sheets were collected from east and west coasts of the southern Thailand (13 places). There were 150 fungal isolates from these rubber sheetes in 9 genus including *Aspergillus* (31.3%), *Penicillium* (23.3%), *Cladosporium* (5.3%), *Rhizopus* (2.7%), *Mucor* (1.3%), *Geotrichum* (1.3%), *Trichoderma* (1.3%) and *Tritirachium* (0.7%) and two species indentified by DNA sequencing, *Daldinia eschscholzii* and *Schizophyllum commune*. Eighty fungal isolates were obtained from the areas for drying and storaging of rubber sheets. They were *Aspergillus* (23.5%), *Fusarium* (25.9%), *Penicillium* (17.3%), *Rhizopus* (9.9%) and *Cladosporium* (6.2%). Those areas had the relative humidity of 52.1-83.2%, temperature 26.9-32.7 $^{\circ}$C with the wind velocity of 0-5.0 km/h and the rubber sheets contained 1.0-9.5% moisture, 0.032-1.225 mg/g protein and pH 6.0-8.0. In addition to molds 5 genus of yeasts (*Candida*, *Cryptococcus*, *Pichia*, *Rhodotorula* and *Trichosporon*) were found on contaminated rubber sheets. The most frequently found yeasts were *Pichia ohmeri*, *Candida ciferri* and *Trichosporon asahii*.

Thirteen chemicals (acetic acid, ammonium carbonate, calcium propionate, calcium hydroxide, potassium sorbate, potassium benzoate, sodium metabisulfite, sodium nitrate, sodium acetate, smoked acid and ρ-nitrophenol were tested against 27 fungal isolates from contaminated rubber sheets. Five chemicals, acetic acid, potassium sorbate, potassium benzoate, sodium metabisulfite and smoked acid from bamboo showed good inhibition. The minimum inhibitory concentrations (MIC) of these 5 chemicals against *Aspergillus* (10 isolates) were 0.313, 10, 5, 5 and 6.25%, respectively. *Aspergillus* SR09 was the most tolerant to these chemicals. The MIC of

246394

these 5 chemicals against *Fusarium* spp. (4 isolates) were 1.5, 0.625, 2.5, 0.156 and 1.5%, respectively, and *Penicillium* spp. (6 isolates) were 0.156, 1.25, 5.0, 0.156 and 3.125%, respectively.

The effect of relative humidity (RH) and temperature on the growth of *Aspergillus* SR09, *Penicillium* TT04 and *Fusarium* MT05 on rubber sheets were investigated. These three molds grew very well at 25 ^{o}C with 80%RH and showed slight growth at 37 ^{o}C with 62.7%RH. No growth was observed at 45 and 65 ^{o}C. At 25 ^{o}C with the RH 57-67% the molds showed slightly growth on the rubber sheets but at 80-90%RH , the growth was very high.

One day air-dried rubber sheets were dipped in sodium metabisulfite, acetic acid and smoked acid. Then the sheets were inoculated with *Aspergillus* SR09, *Penicillium* TT04 and *Fusarium* MT05 and kept at room temperature with the RH 70.7% and 80%. The results showed that sodium metabisulfite 5% could inhibit all three molds and the rubber sheets had whiter color than control. When the rubber sheets were dipped in 10% sodium metabisulfite and kept in the air atmosphere (73.4%RH) and 80%RH compared to the used of commercial substance. The results showed that 10% sodium metabisulfite could delay fungal growth to 5 days but the commercial substance 4 days, However, at 80%RH rubber sheets with 10% sodium metabisulfite showed no fungal growth for 30 days but with commercial substance the growth occurred at day 2.

Five kinds of acids, formic acid, acetic acid, lactic acid, sulfuric acid and phosphoric acid were used to coagulate rubber particles to make rubber sheets. The rubber sheets prepared by coagulation with acetic acid showed mold growth on day 5 while the sheets prepared from formic acid, lactic acid and sulfuric acid showed mold growth on day 4 and phosphoric on day 3. After preparing the rubber sheets according to the method of farmers by coagulating with formic acid, the sheets were washed by rubbing and shaking in water. The results showed that protein and sugar in the sheets were reduced and could delay the growth of molds on the sheets. After air drying rubber sheets one day, they were smoked for 1-4 days at 50 ^{o}C. This process certainly could reduce the moisture and the mold growth on the sheets.

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	(3)
บทคัดย่อ	(4)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(10)
รายการภาพ	(12)
บทที่	
1. บทนำ และตรวจเอกสาร	
1. ความเป็นมาของโครงการ	1
2. ลักษณะและองค์ประกอบของน้ำยาง	2
3. กระบวนการผลิตยางพาราแผ่นในสหกรณ์โรงรมยาง	7
4. ลักษณะของเชื้อรา	9
5. ชนิดของจุลินทรีย์ที่เจริญบนยางแผ่น	11
6. สาเหตุที่เชื้อราเจริญบนยางแผ่น	12
7. สารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์	13
8. ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ	16
9. วัตถุประสงค์ของโครงการ	17
2. วิธีการวิจัย	
1. การเก็บตัวอย่าง	18
2. การวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่พบในบรรยากาศขณะตากหรือเก็บยางแผ่น	18
3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของยางแผ่น	18
4. การแยกเชื้อราจากตัวอย่างยางแผ่น	19
5. การจำแนกชนิดของเชื้อรา	19
6. การศึกษาผลของสารยับยั้งต่อการเจริญเชื้อรา	20
7. การศึกษาการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่น	22
8. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อราของสารเคมี	22
9. จำนวนซ้ำและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์	23

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเก็บตัวอย่างยางแผ่นและการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมจากที่เก็บตัวอย่าง 24
2. การวิเคราะห์คุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของยางแผ่น 27
3. การศึกษาชนิดของเชื้อราบนยางแผ่นและจากบริเวณที่ตากหรือเก็บยางแผ่น 31
4. การศึกษาชนิดของกรดที่ใช้ในการตกตะกอนยางต่อการเจริญของเชื้อราบนแผ่นยาง 44
5. การศึกษาผลของการล้างแผ่นยางต่อการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่น 44
6. การศึกษาผลของสารยับยั้งต่อการเจริญของเชื้อราที่แยกได้จากยางแผ่น 51
7. การศึกษาการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่น 75
8. ปัจจัยที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อราของสารเคมีบนยางแผ่น 79
9. ผลของการรมควัน ต่อการเจริญของเชื้อราบนแผ่นยาง 87

4. สรุปผลการทดลอง 89

เอกสารอ้างอิง 91

ภาคผนวก 101

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนประกอบของน้ำยางธรรมชาติ	3
2	ส่วนประกอบของเนื้อยางแห้ง	3
3	ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และอุณหภูมิของสถานที่เก็บตัวอย่างยางแผ่นจากแหล่งต่างๆ	26
4	จำนวนชนิดเชื้อราที่แยกได้จากตัวอย่างยางแผ่นและอากาศจากแหล่งต่างๆ ที่เก็บตัวอย่าง	32
5	ลักษณะสัณฐานวิทยาของโคโลนีเชื้อราที่พบบ่อยบนยางแผ่น	42
6	ยีสต์ที่แยกได้จากยางแผ่นจำแนกชนิดด้วย API 20c AUX Kit	43
7	องค์ประกอบทางเคมี (ปริมาณโปรตีน น้ำตาลทั้งหมด น้ำตาลรีดิวซ์) และความชื้นของยางแผ่นที่ตกตะกอนด้วยกรดชนิดต่างๆ	46
8	การเจริญของเชื้อราบนยางแผ่นตากที่ตกตะกอนด้วยกรดชนิดต่างๆ แล้วเก็บที่อุณหภูมิห้องความชื้นสัมพัทธ์ 65%	46
9	องค์ประกอบทางเคมี (โปรตีน น้ำตาลทั้งหมด น้ำตาลรีดิวซ์) และความชื้นของยางแผ่นสดต่อสภาวะการล้างที่ต่างกัน	47
10	การเจริญของเชื้อราบนยางแผ่นตากที่ล้างแบบต่าง ๆ แล้วเก็บที่อุณหภูมิห้องความชื้นสัมพัทธ์ 65%	48
11	การเจริญของเชื้อรา *Aspergillus niger* บนยางแผ่นตากที่ล้างแบบต่าง ๆ แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างกัน	49
12	การเจริญของเชื้อรา *Aspergillus niger* บนยางแผ่นอบที่ล้างแบบต่าง ๆ แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างกัน	50
13	ผลของสารยับยั้งเชื้อรา 13 ชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อเชื้อรา 27 ชนิดที่แยกได้จากยางแผ่น	53
14	ผลของชนิดและความเข้มข้นสารยับยั้งเชื้อราที่มีฤทธิ์ยับยั้งดีต่อการเจริญของเชื้อราที่แยกได้จากยางแผ่น	62
15	ช่วงของค่า MIC และ MFC ของสารยับยั้งการเจริญของเชื้อราต่อเชื้อราที่พบบ่อยบนยางแผ่น	74
16	ช่วงของค่า MIC และ MFC ต่อเชื้อราที่แยกได้จากยางแผ่น	75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17	ผลของอุณหภูมิต่อการเจริญของเชื้อรา 3 ชนิดบนยางแผ่นตากที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ	76
18	ผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อการเจริญของเชื้อรา 3 ชนิด บนยางแผ่น	78
19	การเจริญของ *Aspergillus*, *Penicillium* และ *Fusarium* บนยางแผ่นที่จุ่มด้วยสารยับยั้งเชื้อราที่ความเข้มข้นต่างกันที่ความชื้นสัมพัทธ์ 80%	81
20	การเจริญของ *Aspergillus*, *Penicillium* และ *Fusarium* บนยางแผ่นที่จุ่มด้วยสารยับยั้งเชื้อราที่ความเข้มข้นต่างกันที่ความชื้นสัมพัทธ์ห้อง (70.7%)	82
21	ประสิทธิภาพของสารยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นโดยการไม่เพาะสปอร์ของเชื้อราโดยตรง ที่ความชื้นสัมพัทธ์ห้องและอุณหภูมิห้อง	85
22	ประสิทธิภาพของสารยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นโดยการไม่เพาะสปอร์ของเชื้อราที่ความชื้นสัมพัทธ์ 80% และอุณหภูมิห้อง	85
23	การเจริญของเชื้อราบนยางแผ่นที่ใช้สารผสมในน้ำยางขณะตกตะกอนยางที่ความเข้มข้นต่างกัน ที่สภาวะ Natural infection ภายใน 7 วัน	86
24	ค่า MIC และ MFC ของสารยับยั้งเชื้อราต่อเชื้อรา *Aspergillus* spp. ที่แยกได้จากยางแผ่น	103
25	ค่า MIC และ MFC ของสารยับยั้งเชื้อราต่อเชื้อรา *Penicillium* spp. ที่แยกได้จากยางแผ่น	104
26	ค่า MIC และ MFC ของสารยับยั้งเชื้อราต่อเชื้อรา *Fusarium* spp. ที่แยกได้จากยางแผ่น	105
27	ค่า MIC และ MFC ของสารยับยั้งเชื้อราต่อเชื้อรา *Cladosporium* spp. ที่แยกได้จากยางแผ่น	106
28	ค่า MIC และ MFC ของสารยับยั้งเชื้อราต่อเชื้อรา *Rhizopus* spp. *Mucor* sp. และ *Geotrichum* sp.ที่แยกได้จากยางแผ่น	107

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงสร้างของ polyisoprene	4
2	โครงสร้างสามมิติของ polyisoprene	4
3	ภาพวาดลักษณะผิวโมเลกุลของอนุภาคยาง	5
4	การปั่นเหวี่ยงแยกชั้นของน้ำยางพารา	6
5	เส้นใยของเชื้อรา 3 แบบ	10
6	ลักษณะการเจริญของเชื้อราบนตัวอย่างยางแผ่นที่ใช้ในการทดลอง	25
7	ลักษณะการเก็บยางแผ่นของเกษตรกร	25
8	ปริมาณความชื้นของตัวอย่างยางแผ่นจากแหล่งต่าง ๆ	28
9	ปริมาณโปรตีน น้ำตาลทั้งหมด และ น้ำตาลรีดิวซ์ ของยางแผ่นจากแหล่งต่าง ๆ	29
10	ค่าพีเอชของตัวอย่างยางแผ่นจากแหล่งต่าง ๆ	30
11	ปริมาณเชื้อราจากตัวอย่างยางแผ่นจากแหล่งต่าง ๆ	33
12	ลักษณะโคโลนีของเชื้อราที่แยกได้จากยางแผ่นที่ปนเปื้อนเชื้อรา	34
13	ลักษณะจุลสัณฐานภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อราที่พบได้บ่อยบนยางแผ่น (400X)	35
14	ชนิดของเชื้อรา (150 ไอโซเลต) ที่แยกได้จากยางแผ่นที่ปนเปื้อน	37
15	ชนิดของเชื้อรา (81 ไอโซเลต) ที่แยกได้จากอากาศจากแหล่งที่เก็บตัวอย่างยางแผ่น	37
16	แผนภูมิกิ่งไม้ของเชื้อราที่ไม่สร้างสปอร์ : *Daldinia eschscholzii* (TL4 และ TC127)	38
17	แผนภูมิกิ่งไม้ของเชื้อราที่ไม่สร้างสปอร์ : *Schizophyllum commune* (NY10)	39
18	ผลของสารยับยั้งต่อการเจริญของเชื้อราโดยวิธี hyphal extension inhibition	63
19	ผลของสารยับยั้งเชื้อราต่อการเจริญของ *Aspergillus* (PB03)	63
20	ผลของสารยับยั้งเชื้อราต่อการเจริญของ *Aspergillus* (TL03)	64
21	ค่า MIC ของสารยับยั้งเชื้อรา 5 ชนิดต่อ *Aspergillus* spp. ที่แยกได้จากยางแผ่น	70
22	ลักษณะของ สปอร์ของเชื้อรา *Aspergilllus* (SR09) (400X)	71
23	ค่า MIC ของสารยับยั้งเชื้อรา 5 ชนิดต่อ *Fusarium* spp. ที่แยกได้จากยางแผ่น	71
24	ค่า MIC ของสารยับยั้งเชื้อรา 5 ชนิดต่อ *Penicillium* spp. ที่แยกได้จากยางแผ่น	72
25	ค่า MIC ของสารยับยั้งเชื้อรา 5 ชนิดต่อ *Cladosporium* spp. ที่แยกได้จากยางแผ่น	72
26	ค่า MIC ของสารยับยั้งเชื้อรา 5 ชนิดต่อ *Rhizopus* spp. (MT1 และ SR12), *Mucor* sp. (SR13) และ *Geotrichum* sp.(MT_3) ที่แยกได้จากยางแผ่น	73
27	ลักษณะการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่น ส่องด้วยกล้องสเตอริโอในวันที่ 7	79

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
28	การเปรียบเทียบสีของยางแผ่นเมื่อชุบสารยับยั้งเชื้อรา	83
29	ยางแผ่นที่เก็บไว้เป็นระยะเวลา 7 วัน ในกล่องควบคุมความชื้น 80%RH	87
30	ยางแผ่นที่จุ่มหรือแช่สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้น 10% ที่ผ่านการรมควัน	88