บทนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยางธรรมชาติแปรรูปรายใหญ่ที่สุดของโลกในปัจจุบัน โดยมีปริมาณการผลิตราว 3 ล้านตันต่อปี (สถาบันวิจัยยาง, 2550) แม้ว่าจะเป็นผู้นำในการผลิตและการส่งออกยางธรรมชาติแต่ยังมีปัญหาที่พบอยู่ในปัจจุบัน คือ เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงผลิตยางแผ่นดิบคุณภาพต่ำ นั่นคือ การมีเชื้อราเจริญอยู่บนยางแผ่น การที่เชื้อราเจริญบนยางแผ่นเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ เช่น ยางแผ่นมีความชื้นสูงและบรรยากาศโดยรอบมีความชื้นสูง นอกจากนี้ในระหว่างการผลิตยางแผ่นทั้งหมดตั้งแต่ขั้นตอนการกรีดน้ำยาง การขนส่ง อีกทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต (วราภรณ์ , 2524) เป็นสิ่งที่ควบคุมค่อนข้างยากที่จะให้ปราศจากเชื้อโดยสิ้นเชิง ทำให้มีโอกาสสูงในการปนเปื้อนของเชื้อราที่ก่อให้เกิดความเสียหายบนยางแผ่นได้ และเนื่องจากน้ำยางประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ คือ ส่วนที่เป็นเนื้อยาง 35 % และส่วนที่ไม่ใช่ยาง 65 % ในส่วนของเนื้อยางแห้งมีอนุภาคยางซึ่งมีชื่อทางเคมีว่าไอโซพรีน ถูกห่อหุ้มด้วยสารจำพวกไขมันและโปรตีน สำหรับส่วนที่ไม่ใช่ยาง เช่น เซรุ่ม มีคาร์โบไฮเดรตในกลุ่มของสารพวกแป้งและน้ำตาล ส่วนใหญ่แล้วเป็นชนิดคิวบาซิทอล และมีน้ำตาลชนิด กลูโคส ซูโครส ฟรุกโตส เพียงเล็กน้อย แต่จุลินทรีย์ก็สามารถใช้เป็นอาหารได้ (เสาวนีย์, 2546) ซึ่งระหว่างการล้างยางแผ่นด้วยน้ำไม่สะอาด ทำให้มีสารพวกน้ำตาลและโปรตีนจากน้ำยางยังหลงเหลืออยู่ในแผ่นยาง เชื้อราจึงเจริญได้ทำให้ได้ยางแผ่นคุณภาพไม่ดีและขายได้ราคาต่ำ ส่งผลให้เกษตรกรผู้ผลิตเองได้รับผลกระทบจากราคาซื้อขายในตลาดด้วย ดั้งนั้นจึงมีการศึกษาหาแนวทางในการควบคุมและป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อราโดยการใช้สารเคมี พบว่าสารเคมีที่มีประสิทธิภาพดีและมีการใช้ในการยับยั้งเชื้อราบนแผ่นยาง คือ พาราไนโตรฟีนอล แต่ปัจจุบันพบว่าพาราไนโตรฟีนอลนั้นเป็นสารที่อันตราย คือ ทำให้ระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ หากกินหรือกลืนเข้าไปจะทำให้ระคายเคืองต่อระบบย่อยอาหาร ถ้าสัมผัสถูกตา จะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตาและปวดตาได้ และยังเป็นสารก่อมะเร็ง (เสาวลักษณ์ และอรัญ, 2549) ทำให้ต้องมีการเลิกใช้สารเคมีชนิดนี้ไป จึงยังไม่สามารถหาวิธียับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นได้ จุลินทรีย์เป็นแหล่งของสารปฏิชีวนะที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคต่างๆ รวมทั้งเชื้อราด้วย ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงศึกษาเพื่อคัดเลือกหาเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถสร้างสารยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่น ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่อาจนำมาใช้ควบคุมและป้องกันเชื้อราบนยางแผ่นได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรชาวสวนยางและผู้ผลิตยางแผ่นรมควัน

บทตรวจเอกสาร

ยางพารา

น้ำยางสดจากต้นยางพารา มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวหรือสีครีม ในทางเคมีจัดเป็นสารแขวนลอย มีความหนาแน่น 0.975-0.980 กรัม/มิลลิลิตร มีค่า pH ประมาณ 6.5-7.0 ความหนืดไม่แน่นอน มีส่วนประกอบของสารต่างๆ ไม่แน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์ยาง อายุต้นยาง การกรีด และฤดูกาล น้ำยางธรรมชาติเป็นสารที่ไม่บริสุทธิ์ เมื่อกรีดมาจากต้นยาง มีปริมาณของเนื้อยางแห้งอยู่ระหว่าง 25 ถึง 45 เปอร์เซ็นต์ (เสาวนีย์, 2546)

สมบัติและส่วนประกอบของน้ำยางธรรมชาติโดยปริมาตร มีดังนี้

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก)
ของแข็งทั้งหมด	27-48
เนื้อยางแห้ง	25-45
สารพวกโปรตีน	1-1.5
สารพวกเรซิน	1-2.5
เถ้า	สูงถึง 1
น้ำตาล	1
น้ำ	ส่วนที่เหลือจนครบ 100

ที่มา : เสาวนีย์ (2546)

ส่วนประกอบของน้ำยางสด แบ่งได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนที่เป็นยาง (dry rubber sheet) ประกอบด้วยอนุภาคยาง โปรตีน และไขมัน โดยอนุภาคยางเป็นสารประกอบไฮโดรเจนที่มีคาร์บอน 5 อะตอม และไฮโดรเจน 8 อะตอม เขียนเป็นสูตรเคมีคือ $(C_5H_8)_n$ เรียกชื่อทางเคมีว่า โพลีไอโซพรีน (polyisoprene) รูปร่างของอนุภาคยางเป็นรูปกลม ขนาด 0.05-5.0 ไมครอน มีประจุไฟฟ้าที่ผิวเป็นลบ ยางมีความยืดหยุ่นได้ เนื่องจากโมเลกุลขนาดใหญ่ของยางแต่ละโมเลกุลเป็นของสายโมเลกุลที่เกิดจากหน่วยย่อยไอโซพรีนต่อเนื่องกัน ยางชิ้นหนึ่งจะประกอบด้วยขดของสายโมเลกุลที่พันกันอย่างยุ่งเหยิง สายโมเลกุลเหล่านี้มีสมบัติถูกหักงอหรือยืดได้ การดึงหรือยืดชิ้นยางก็เท่ากับยืดสายโมเลกุลของยางให้คลายออกแต่เมื่อปล่อยคืนให้ความเป็นอิสระกับชิ้นยาง สายโมเลกุลยางก็จะพยายามหดตัวกลับมาอยู่ในสภาพเดิม (ชอบ, 2541) อนุภาคยางถูกห่อหุ้มด้วยสารจำพวกไขมันและโปรตีน โดยโปรตีนจะอยู่ชั้นนอก และจะมีอยู่

ประมาณ 25% ของโปรตีนทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำยาง ส่วนที่เหลือประมาณ 50% จะอยู่ในชั้นน้ำ และอีก 25% จะปะปนอยู่ในส่วนของสารลูทอยด์ (lutoid) และโปรตีนที่อยู่ในน้ำยางส่วนใหญ่เป็นชนิดแอลฟาโกลบูลิน (α-globulin) และฮีวิน (hevein) ส่วนของไขมันอยู่ระหว่างผิวของอนุภาคยางและโปรตีน ส่วนใหญ่เป็นสารพวก ฟอสโฟลิปิด ชนิด α-lecithin เชื่อว่าทำหน้าที่ยึดโปรตีนให้เกาะอยู่บนผิวของอนุภาคยาง (เสาวนีย์, 2546)

2. ส่วนประกอบที่ไม่ใช่ยาง (non rubber content) เป็นส่วนประกอบอื่นๆ ทั้งหมดที่ไม่ใช่ส่วนที่เป็นยาง ซึ่งพบว่าประกอบด้วย

2.1 ส่วนที่เป็นน้ำ หรือซีรั่ม (serum) มีความหนาแน่นประมาณ 1.02 กรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งประกอบด้วยสารชนิดต่าง ๆ คือ

ก. คาร์โบไฮเดรต ส่วนใหญ่เป็นพวกแอลเมธิลไลโนซิทอล (L-methylinositol) (ชอบ, 2541) และ คิวบราซิทอล (quebrachitol) (เสาวนีย์, 2546) ส่วนคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ ซึ่งมีอยู่จำนวนน้อย ได้แก่ กลูโคส ซูโครส ฟรุกโตส และกาแลคโตส น้ำตาลเหล่านี้เมื่อถูกออกซิไดส์โดยจุลินทรีย์ จะเปลี่ยนสภาพเป็นกรดระเหยได้ (volatile fatty acid) เช่น กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก และกรดโพรพิโอนิก

ข. โปรตีนและกรดอะมิโน ส่วนที่อยู่ในซีรั่มของน้ำยางโดยมากคือ แอลฟาโกลบูลิน ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีสมบัติเป็น surface active agent จะอยู่บนรอยต่อระหว่างน้ำและอากาศและน้ำมันกับน้ำ

2.2 ส่วนของลูทอยด์และองค์ประกอบอื่นๆ

ก. ลูทอยด์ เป็นอนุภาคค่อนข้างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 ถึง 3.0 ไมครอน ห่อหุ้มด้วยเยื่อบาง ภายในมีทั้งสารละลายและสารแขวนลอย โดยมีโปรตีนที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ นอกจากนี้ยังมีส่วนของสารฟอสโฟลิปิดแขวนลอยประมาณ 0.5% และมีสารโพลีฟีนอลออกซิเดส ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ยางมีสีเหลืองหรือสีคล้ำเมื่อสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ (เสาวนีย์, 2546)

ข. อนุภาคเฟรย์-วิสลิ่ง (Frey-Wessling) อยู่ติดกับเนื้อยางมีลักษณะเป็นอนุภาคเช่นเดียวกับยางแต่มีสีเหลืองเวลาเซนตริฟิวจ์มักปนอยู่ในส่วนของเซรุ่ม (สุรศักดิ์, 2532)

ค. องค์ประกอบอื่น ส่วนประกอบของไนโตรเจนอิสระ เช่น โคลีน (choline) เมธิลลามีน (methylamine) กรดอินทรีย์ กรดอนินทรีย์ อนุมูลของสารอินทรีย์โดยเฉพาะพวกฟอสเฟตและคาร์บอเนต และอนุมูลของโลหะ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกเหล็ก แมกนีเซียม โพแทสเซียม โซเดียม ทองแดง นอกจากนี้ยังมีไซยาไนด์ประมาณ 0.25% (ชอบ, 2541)

ขั้นตอนการทำยางแผ่น

นำน้ำยางสดมากรองผ่านตะแกรงกรองเบอร์ 40 และ 60 เพื่อแยกสิ่งสกปรกออก โดยวางตะแกรงกรอง 2 ชั้น เบอร์ 40 ไว้ข้างบนและเบอร์ 60 ไว้ข้างล่าง จากนั้นเจือจางน้ำยางโดยนำน้ำยางที่กรองแล้วมา 1 ส่วน ผสมกับน้ำสะอาด 1 ส่วน (บางสวนยางอาจใช้น้ำยางสด 3 ส่วน ผสมกับน้ำ 2 ส่วน) ใส่ลงในตะกงแล้วกวนให้เข้ากัน ผสมกรดฟอร์มิกเพื่อให้ยางจับตัว โดยเตรียมกรดฟอร์มิกในอัตราส่วนกรดฟอร์มิก 30 มิลลิลิตร (2 ช้อนแกง) ผสมน้ำสะอาด 1,170 มิลลิลิตร (3 กระป๋องนม) ตวงกรดฟอร์มิกที่ผสมแล้ว 390 มิลลิลิตร (1 กระป๋องนม) ค่อยๆ เทลงในน้ำยางให้ทั่วตะกง กวนช้าๆ แล้วปาดฟองยางออกปล่อยน้ำยางให้เกิดการจับตัวเป็นเวลาประมาณ 30-45 นาที โดยมีภาชนะปิดตะกงป้องกันสิ่งสกปรกตกลงไป เมื่อยางจับตัวโดยสมบูรณ์แล้วเติมน้ำสะอาดลงไปจนคลุมผิวยาง ทำให้ยางที่จับตัวหลุดออกจากขอบตะกง เทยางในตะกงที่จับตัวดีแล้ว นวดยางด้วยมือหรือไม้ให้ได้ยางที่บางค่อนข้างสม่ำเสมอ ประมาณ 1 เซนติเมตร นำยางที่นวดแล้วเข้าเครื่องรีดลูกกลิ้งผิวเรียบ 3-4 ครั้ง ให้บางประมาณ 3-4 มิลลิลิตร นำยางเข้าเครื่องรีดลายดอก ล้างแผ่นยางที่รีดแล้วด้วยน้ำสะอาดเพื่อล้างกรดและสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ตามผิวของแผ่นยาง ผึ่งยางในที่ร่มประมาณ 6 ชั่วโมง เป็นอย่างน้อย โดยนำเข้าผึ่งลมในโรงเรือนหรืออบในโรงอบยางพลังงานแสงอาทิตย์ (http://www.doa.go.th/pl_data/RUBBER/6product/pro01.html)

ชนิดและผลของจุลินทรีย์ที่เจริญบนยางแผ่น

เชื้อราที่พบบนยางแผ่นมีหลายชนิด ได้แก่ *Aspergillus, Fusarium, Penicillium, Paecilomyces* และ *Trichoderma* (Linos and Steinbüchel, 2001) สำหรับประเทศไทยมีการศึกษาในโครงการการหาสาเหตุและการป้องกันการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่น โดยการเก็บตัวอย่างยางแผ่นใน 14 จังหวัดภาคใต้ แล้วนำมาแยกเชื้อราพบว่ามีเชื้อราหลายชนิดที่เจริญอยู่บนแผ่นยาง ได้แก่ *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Fusarium* spp., *Cladosporium* spp., *Rhizopus* sp., *Mucor* sp., *Geotrichum* sp., *Trichoderma* sp., *Tritirachium* sp, และ ที่ยังไม่ทราบชนิด (Chanduaykit, *et al.*, 2006) นอกจากเชื้อราแล้วยังมีแบคทีเรียที่สามารถพบได้บนยางแผ่น โดยแบคทีเรียที่เจริญบนยางแผ่นมักเป็นกลุ่ม actinomycetes เช่น *Streptomyces, Micromonospora, Actinoplanes, Gordonia, Nocardia* และยังมีแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *Xanthomonas* sp. และ *Pseudomonas aeruginosa* (Rifaat and Yosery, 2004)

ยางแผ่นรมควันเป็นแหล่งคาร์บอน (ประกอบด้วยยาง 93%) ให้กับเชื้อจุลินทรีย์ มีการศึกษาพบว่า เมื่อบ่มเชื้อราบนยางแผ่นเป็นเวลา 19 เดือน น้ำหนักมวลของเชื้อราเพิ่มขึ้น 6% ของน้ำหนักเดิม และน้ำหนักสุดท้ายของยางหายไป 15.5% หลังบ่มไว้ หลังจากนั้น 5 ปีน้ำหนักยางหายไป 30.9% ซึ่งเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งพบว่าน้ำหนักยางหายไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Linos and Steinbüchel, 2001)

Kwiatkowska *et al.* (1980) อ้างโดย Linos and Steinbüchel (2001) กล่าวถึงการศึกษาน้ำหนักยางที่หายไป 40% จากเดิม หลังบ่มเชื้อไว้เป็นเวลา 91 วันโดยพบเชื้อ *Fusarium solani* เป็นเชื้อหลัก การทำลาย cis-1,4-polyisoprene โดยเชื้อราได้มีรายงานระหว่างช่วง ค.ศ. 1982 ซึ่งในการทดลองใช้เชื้อ *Penicillium* และ *Aspergillus* ในการศึกษาการทำลายเนื้อยาง โดยทำเป็น spore suspension เพาะบนยางแผ่นรมควัน แล้วหาน้ำหนักของเซลล์โปรตีนทุก 14 วัน ซึ่งพบว่า น้ำหนักยางหายไป 13% หลัง 56 วัน

มีการศึกษาเพาะเลี้ยงเชื้อราบนผิวยางพบว่าน้ำหนักยางหายไป 20% และความหนืดลดลง 35% ซึ่งเชื้อราที่ศึกษาได้แก่ *Fusarium solani*, *Cladosporium cladosporioides* และ *Paecilomyces lilacinus* (Borel, *et al.*, 1982; Linos and Steinbüchel, 2001)

สาเหตุที่เชื้อราเจริญบนยางแผ่น

ยางแผ่นที่มีราขึ้น สาเหตุเกิดจากการรมน้อยเกินไป การนำยางที่ยังไม่สะเด็ดน้ำเข้ารม ยางแผ่นยังมีความชื้นมาก ยังไม่แห้ง ความร้อนเริ่มแรกต่ำเกินไป ยางแผ่นที่มีรามากน้ำหนักจะลดลงประมาณ 2% ในเวลา 1 เดือน สำหรับการเกิดราสนิมบนยางแผ่นรมควันนั้นเกิดเนื่องจากผึ่งยางไว้นานเกินไปก่อนเข้ารม หรือความชื้นสูง ยางที่เข้ารมไม่ได้ทำความสะอาด และระหว่างรมความร้อนสารจะถูกขับออกมาจากแผ่นยาง แล้วแผ่ออกไปเคลือบที่ผิว ราสนิมเกิดจากการแห้งตัวอย่างช้าๆ ในระยะแรกของการรม (ต่อสู้, 2536) นอกจากนี้การวางแผ่นยางซ้อนกันแน่นเกินไปก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เชื้อราเจริญบนแผ่นยาง (เสาวลักษณ์ และอรัญ, 2549)

จุลินทรีย์ยับยั้งเชื้อรา

เชื้อ *Bacillus* เป็นจุลินทรีย์กลุ่มหนึ่งที่นิยมนำมาศึกษาในการยับยั้งเชื้อรา ซึ่งจากการศึกษาของ Dass and Teyegaga (1996) พบว่าเชื้อ *Bacillus* มีหลายสายพันธุ์ที่สามารถยับยั้งเชื้อราได้ เช่น *Bacillus subtitis* มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราที่ทำให้ไม้ผุ (Wood-Decay) ได้ 5ชนิด คือ *Coriolus* spp., *Poria* sp., *Stereum* sp., *Hexagonia discopoda*, *Schizophyllum commune* และยังสามารถยับยั้งเชื้อราอื่นๆ อีก 5 ชนิด คือ *Candida* sp., *Fusarium* sp., *Curvularia geniculata*., *Penicillium digitatum* และ *Trichoderma viride*

จากการศึกษาของ Basha and Ulaganthan (2002) พบว่า *Bacillus* sp.สายพันธุ์ BC 121 ที่แยกได้จากบริเวณรากของข้าวฟ่าง มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *Curvularia lunata* สำหรับประเทศไทยได้มีการศึกษาโดย Pengnoo *et al.* (2006) พบว่า *Bacillus* ที่แยกได้สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Rhizoctonia solani* ได้ดี และจากการศึกษาของ Li *et al.* (2005) พบว่า *B. subtilis* สามารถยับยั้งเชื้อราที่ทำให้เกิดการติดเชื้อในรากพืช *R. solani* SX-6, *Pythium aphanidermatum*

ZJP-1, *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerium* ZJF-2 นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพในการฆ่าพวก nematode (*Meloidogyne javanica*) ได้อีกด้วย

Yoa *et al.* (2003) ได้ศึกษาสารที่เชื้อ *B. subtilis* B3 สร้างมายับยั้งเชื้อราก่อโรคพืช เช่น *Fusarium graminearum, R. solani, R. cerealis* และ *Pyricularia grisea* พบว่าเป็นสารกลุ่ม lipopeptide, iturins และ fengycin และจากการศึกษาของ Leelasuphakul *et al.* (2006) พบว่า *B. subtilis* NSRS 89-24 สร้างสารปฏิชีวนะและ β-1,3-glucanase ในการยับยั้งเชื้อ *P. grisea* และ *R. solani* สำหรับการศึกษาของ Kim and Chung (2004) พบว่า *Bacillus amyloliquefaciens* MET 0908 สร้างโปรตีนในการยับยั้งเชื้อ *Collectotrichum lagenarium* ซึ่งเมื่อนำโปรตีนนี้ไปเทียบกับฐานข้อมูล NCBI BLAST พบว่าไม่เหมือนกับโปรตีนใดในฐานข้อมูล ดังนั้นโปรตีนที่ได้นี้อาจเป็นชนิดใหม่

เชื้อ actinomycetes เป็นแบคทีเรียอีกกลุ่มหนึ่งที่นำมาศึกษาการยับยั้งเชื้อรา โดยพบว่า actinomycetes สามารถยับยั้งเชื้อราที่ก่อโรคพืชหลายชนิด เช่น *Alternaria* (Chattopadhyay and Nandi, 1982), *Rhizoctonia* (Merriman *et al.*, 1974; Rothrock *et al.*, 1984) *Verticillium*, (Wadi and Easton, 1985), *Fusarium* (Cao *et al.*, 2004) และ *Macrophomina* spp. (Hussain *et al.*, 1990) เชื้อกลุ่ม actinomycetes โดยเฉพาะ genus *Streptomyces* ได้มีการนำไปใช้ในการควบคุมโรคพืชในจีนมามากกว่า 30 ปี ปัจจุบันได้นำไปใช้ในการป้องกันเชื้อราก่อโรคในฝ้าย (Yin *et al.*, 1965) และขณะนี้ได้มีการพัฒนาเป็น biofungicide ที่มี *Streptomyces griseoviridis* ที่มีชีวิตร่วมอยู่ด้วยเพื่อป้องกันการติดเชื้อจาก *Fusarium* และ *Alternaria* นอกจากนี้เชื้อกลุ่ม actionomycetes ยังสามารถใช้ในการควบคุมเชื้อ *Phytophthora* (Valois *et al.*, 1996) และ *Pythium* (Broadbent *et al.*, 1972; Knauss, 1976)

Hwang *et al.* (2001) ได้ศึกษาสาร SH1 และ SH2 ที่สร้างมาจาก *Streptomyces humidus* สายพันธุ์ S5-55 ซึ่งสามารถยับยั้งเชื้อ *Pythium ultimum, Phytophthora capsici* และ *R. solani* ได้ พบว่า SH1 คือ phenylacetic acid และ SH2 คือ sodium phenylacetate และจากการศึกษาของ Frändberg *et al.* (2000) เชื้อ *Streptomyces halstedii* K122 สร้าง bafilomycin B1และ C1 ในการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus fumigatus, Mucor hiemalis, Penicillium requeforti* และ *Paecilomyces variotii* นอกจากนี้ยังพบว่า *Streptomyces aureofaciens* CMUAc 130 ที่แยกได้จากเนื้อเยื่อบริเวณรากของขิง สามารถยับยั้งเชื้อ *Colletotrichum musae* และ *Fusarium oxysporum* เมื่อนำไปสกัดและแยกสารบริสุทธิ์พบว่าสารที่ยับยั้งเชื้อรา คือ 5,7-dimethoxy-4-p-methoxylphenylcoumarin และ 5,7-dimethoxy-4-phenylcoumarin (Taechowisan *et al.*, 2005)