บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาของโครงการ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยางธรรมชาติรายใหญ่ของโลก โดยมีพื้นที่ปลูกยางพารา 16.30 ล้านไร่ เป็นพื้นที่ให้ผลผลิต 11.42 ล้านไร่ มีผลผลิต 3.28 ล้านตัน และได้ผลผลิตเฉลี่ย 287 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) ก่อให้เกิดการจ้างงานปีละหลายล้านคน มีเกษตรกรประกอบอาชีพทำสวนยางมากกว่า 1 ล้านครอบครัว โดยส่วนใหญ่จะมีสวนยางขนาดเล็ก (2-50 ไร่) เมื่อกรีดยางเกษตรกรจะรวบรวมน้ำยางขายเป็นน้ำยางสดหรือทำเป็นยางแผ่น โดยทั่วไปเกษตรกรนิยมทำยางแผ่น เนื่องจากสะดวกในการจัดเก็บและขาย ประกอบกับรัฐบาลได้ส่งเสริมให้มีการรวมกลุ่มเกษตรกรเพื่อผลิตยางแผ่นและมีโรงอบยางของเกษตรกร

ยางธรรมชาติผลิตจากน้ำยางของต้นยางพารา *(Hevea brasiliensis)* มีองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นอนุภาคของยางเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน มีชื่อทางเคมีว่า โพลีไอโซพรีน ซึ่งจะถูกหุ้มด้วยไขมันและโปรตีน และส่วนที่ไม่ใช่ยาง เช่น ซีรั่ม ประกอบด้วยเกลืออนินทรีย์ กรดอะมิโน โปรตีน อิโนซีทอล และคาร์โบไฮเดรต (Linos *et al*, 2000; Ohya and Koyama, 2001) ขั้นตอนการผลิตยางแผ่นของเกษตรกรประกอบด้วยการกรีดยาง การรวบรวมน้ำยาง การทำให้ยางจับตัวเป็นก้อน การนวดและการรีดแผ่นยาง การล้างและการผึ่งยางให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นจะนำยางแผ่นดิบไปตากแห้งหรือรมควันให้แห้ง ยางแผ่นดิบมีลักษณะเป็นแผ่นสีขาวมีความชื้นสูง การตากหรือการรมควันจะช่วยลดความชื้นบนยางแผ่นทำให้สามารถเก็บยางแผ่นได้นานขึ้น โดยทั่วไปพบว่าความปราณีตในการทำยางแผ่นของเกษตรกรสวนยางแต่ละแห่งจะแตกต่างกันทำให้คุณภาพของยางแผ่นแตกต่างกัน (ต่อสู้ โตรักษา, 2536) ยางดิบและยางแผ่นที่แห้งแล้วบางครั้งจะพบว่ามีเชื้อราเจริญเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะในสภาวะที่บรรยากาศโดย รอบมีความชื้นสูง นอกจากนี้ในระหว่างการผลิตยางแผ่นตั้งแต่การกรีดยาง การรวบรวมน้ำยาง การรีดยาง การขนส่ง และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต เป็นสิ่งที่ควบคุมได้ยาก จึงมีโอกาสที่จะมีเชื้อราปนเปื้อน และก่อให้เกิดความเสียหายแก่ยางแผ่น (วราภรณ์ ขจรไชยกูล, 2524)

ในการขายยางแผ่นของเกษตรกรจะมีการกำหนดชั้นยางตามคุณภาพของยางเป็น 6 ระดับ ยางชั้นพิเศษและยางชั้น 1 เป็นยางที่มีคุณภาพดีไม่มีเชื้อราเจริญ แต่พบว่ายางแผ่นที่เกษตรกรผลิตขายส่วนใหญ่มีเชื้อราเจริญอยู่จัดเป็นยางแผ่นชั้น 3 และชั้น 4 ทำให้ขายได้ราคาลดลง

เชื้อราเป็นสิ่งมีชีวิตที่สำคัญ มีบทบาทเป็นผู้ย่อยสลายหลักในการย่อยสลายอินทรีย์ สามารถเจริญเติบโตบนวัตถุได้หลากหลาย แม้จะเป็นวัตถุที่มีน้ำน้อย ในสภาวะที่แห้งแล้งเชื้อราก็เจริญได้ดีกว่า

แบคทีเรีย (Kieft, 2000) เชื้อราหลายชนิดมีลักษณะเป็นเส้นสาย ซึ่งสามารถแทรกซึมเข้าสู่วัตถุได้เป็นอย่างดี (Brock *et al.*, 2000) เชื้อราสามารถย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ในยาง เพื่อใช้เป็นสารอาหารสำหรับการเจริญเติบโต โดยเฉพาะเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus, Penicillium, Fusarium* และ *Cladosporium* (Borel *et al.*, 1982) นอกจากนี้เชื้อราหลายชนิดก็ใช้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนของยางได้ (Lines and Steinbüchel, 2001) มีเชื้อราหลายชนิดเมื่อเจริญบนยางแผ่น นอกจากจะทำให้คุณภาพของยางแผ่นลดลงแล้ว ยังเป็นปัญหากับสุขภาพของเกษตรกร (Deacon, 1997; Chew, *et al.*, 2001; Clausen and Yang, 2003)

การที่มีเชื้อราเจริญบนยางแผ่น นอกจากจะทำให้ยางแผ่นมีคุณภาพลดลง เกษตรกรขายยางแผ่นได้ในราคาต่ำแล้ว ยังอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพของเกษตรกร ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงได้ศึกษาสาเหตุที่ทำให้เชื้อราเจริญบนยางแผ่น จำแนกชนิดของเชื้อราที่พบ และการหาวิธีป้องกันไม่ให้เชื้อราเจริญบนยางแผ่น เพื่อให้ได้ยางแผ่นที่มีคุณภาพ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรชาวสวนยางโดยตรง และยังจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการผลิตยางแผ่นรมควัน และยางแท่ง STR ด้วย

2. ลักษณะและองค์ประกอบของน้ำยาง

น้ำยางสดจากต้นยางพารา มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวหรือสีครีม ในทางเคมีน้ำยางสดจัดเป็นสารแขวนลอย มีความหนาแน่น 0.975-0.980 กรัมต่อมิลลิลิตร มีพีเอชประมาณ 6.5-7.0 มีความหนืดและมีส่วนประกอบของสารต่างๆ ไม่แน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์ยาง อายุต้นยาง การกรีด และฤดูกาล (วราภรณ์ ขจรไชยกูล, 2524) น้ำยางธรรมชาติเมื่อกรีดมาจากต้นยาง มีปริมาณของเนื้อยางแห้งอยู่ระหว่าง 25 ถึง 45% (เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี, 2546) สำหรับสมบัติและส่วนประกอบของน้ำยางธรรมชาติ และเนื้อยางแห้ง แสดงไว้ดังตาราง 1และตารางที่ 2

ส่วนประกอบของน้ำยางสดแบ่งได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

2.1 ส่วนที่เป็นยาง (dry rubber content) หรือเนื้อยางแห้ง ประกอบด้วยอนุภาคยาง โปรตีน และไขมัน โดยอนุภาคยางเป็นสารประกอบไฮโดรเจนที่มีคาร์บอน 5 อะตอม และไฮโดรเจน 8 อะตอม เขียนเป็นสูตรเคมีคือ $(C_5H_8)_n$ เรียกชื่อทางเคมีว่า โพลีไอโซพรีน (polyisoprene) (ภาพที่ 1) และมีโครงสร้างสามมิติดังแสดงในภาพที่ 2 รูปร่างของอนุภาคยางเป็นรูปกลม (ภาพที่ 3) ขนาด 0.05-5.0 ไมครอน มีประจุไฟฟ้าที่ผิวเป็นลบ เคลื่อนที่แบบบราวเนียนไปมาตลอดเวลา ยางมีความยืดหยุ่นได้เนื่องจากโมเลกุลขนาดใหญ่ของยางแต่ละโมเลกุล เป็นของสายโมเลกุลที่เกิดจากหน่วยย่อยไอโซพรีนต่อเนื่องกัน ยางชิ้นหนึ่งจะประกอบด้วยขดของสายโมเลกุลที่พันกันอย่างยุ่งเหยิง สายโมเลกุลเหล่านี้มีสมบัติถูกหักงอหรือยืดได้ การดึงหรือยืดชิ้นยางก็เท่ากับยืดสายโมเลกุลของยางให้คลายออกแต่เมื่อปล่อยคืนให้ความเป็นอิสระกับชิ้นยาง สายโมเลกุลยางก็จะพยายามหดตัวกลับมาอยู่ในสภาพเดิม (ชอบ บุญช่วย, 2541)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของน้ำยางธรรมชาติ

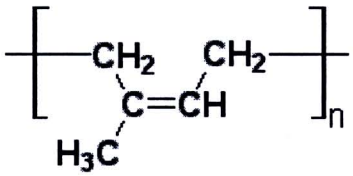
องค์ประกอบ	ร้อยละโดยน้ำหนัก
ของแข็งทั้งหมด	27-48
เนื้อยางแห้ง	25-45
โปรตีน	1-1.5
เรซีน	1-2.5
เถ้า	1
น้ำตาล	1

ที่มา : เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี (2546)

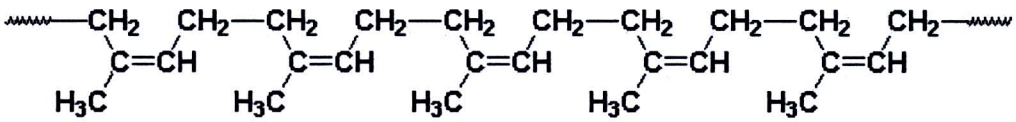
ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของเนื้อยางแห้ง

องค์ประกอบ	ร้อยละ
ไฮโดรคาร์บอน	86
น้ำในอนุภาคยาง	10
โปรตีน	1
ลิปิด	3

ที่มา : เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี (2546)



a.



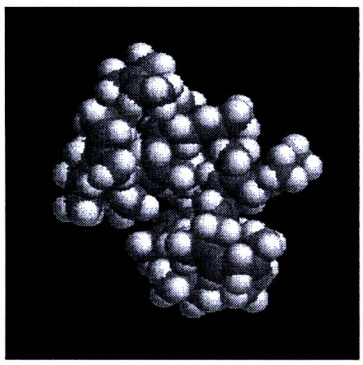
b.

ภาพที่ 1 โครงสร้างของ polyisoprene

a. สูตรโครงสร้างของ polyisoprene

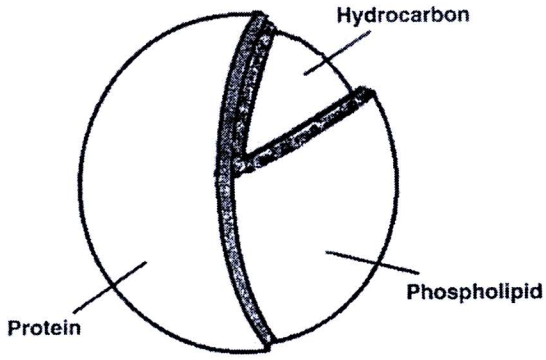
b. โครงสร้างของ polyisoprene แบบสายโซ่ยาว

ที่มา : Michalovic (2007)



ภาพที่ 2 โครงสร้างสามมิติของ polyisoprene

ที่มา: Polymer Science Learning Center (2007)



ภาพที่ 3 ภาพวาดลักษณะผิวโมเลกุลของอนุภาคยาง

ที่มา : Ohya and Koyama (2001)

อนุภาคยางถูกห่อหุ้มด้วยสารจำพวกโปรตีนและไขมัน (ภาพที่ 3) โดยโปรตีนจะอยู่ชั้นนอก และจะมีอยู่ประมาณ 25% ของโปรตีนทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำยาง ส่วนที่เหลือประมาณ 50% จะอยู่ในชั้นน้ำ และอีก 25% จะปะปนอยู่ในส่วนของสารลูทอยด์ (lutoid) โปรตีนที่อยู่ในน้ำยางส่วนใหญ่เป็นชนิดแอลฟาโกลบูลิน (α-globulin) และฮีวิน (hevein) ส่วนของไขมันอยู่ระหว่างผิวของอนุภาคยางและโปรตีน ส่วนใหญ่เป็นสารพวก ฟอสโฟลิปิด ชนิดอัลฟาเลซิติน α-lecithin เชื่อว่าทำหน้าที่ยึดโปรตีนให้เกาะอยู่บนผิวของอนุภาคยาง (เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี, 2546)

2.2 ส่วนประกอบที่ไม่ใช่ยาง (non rubber content) เป็นส่วนประกอบอื่นๆ ทั้งหมดที่ไม่ใช่ส่วนที่เป็นยาง เมื่อปั่นเหวี่ยงน้ำยางจะเกิดการแยกชั้นดังภาพที่ 4 ซึ่งพบว่าประกอบด้วย

2.2.1 ส่วนที่เป็นน้ำหรือซีรั่ม (serum) มีความหนาแน่นประมาณ 1.02 กรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งประกอบด้วยสารชนิดต่าง ๆ คือ

ก. คาร์โบไฮเดรต ส่วนใหญ่เป็นพวกแอลเมธิลอิโนซิทอล (L-methylinositol) (ชอบ บุญช่วย, 2541) และ คิวบราซิทอล (quebrachitol) (เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี, 2546) ส่วนคาร์โบไฮเดรตอื่นๆมีอยู่จำนวนน้อย ได้แก่ กลูโคส ซูโครส ฟรุกโตส และกาแลคโตส น้ำตาลเหล่านี้เมื่อถูกออกซิไดส์โดย จุลินทรีย์ จะเปลี่ยนสภาพเป็นกรดระเหยได้ (volatile fatty acid) เช่น กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก และกรดโพรพิโอนิก

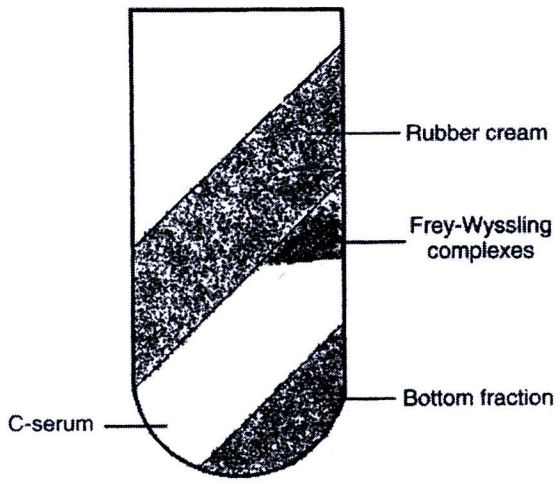
ข. โปรตีนและกรดอะมิโน ส่วนที่อยู่ในซีรั่มของน้ำยางโดยมากคือ แอลฟาโกลบูลิน (α-globulin) ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิว จะอยู่บริเวณรอยต่อระหว่างน้ำและอากาศ และน้ำมันกับน้ำ

2.2.2 ส่วนของลูทอยด์และองค์ประกอบอื่นๆ

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

ข. อนุภาคเฟรย์-วิสลิ่ง (Frey-Wessling) อยู่ติดกับเนื้อยางมีลักษณะเป็นอนุภาคเช่นเดียวกับยางแต่มีสีเหลืองเวลาเหวี่ยงแยกมักปนอยู่ในส่วนของซีรั่ม (ภาพที่ 4) (สุรศักดิ์ สุทธิสงค์, 2532)

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



ภาพที่ 4 การปั่นเหวี่ยงแยกชั้นของน้ำยางพารา (*Hevea brasiliensis*)

ที่มา : Ohya and Koyama (2001)

3. กระบวนการผลิตยางพาราแผ่นในสหกรณ์โรงรมยาง

กระบวนการผลิตยางพาราแผ่นในสหกรณ์โรงรมยาง จะมีขั้นตอนของการดำเนินการดังนี้ (สถิตย์พันธ์ ธรรมสถิตย์, 2537)

3.1 การรวบรวมน้ำยางจากชาวสวนยาง

3.1.1 น้ำยางที่นำส่งโรงรมยางต้องสด สะอาด ไม่เจือปนสิ่งอื่นใดลงในน้ำยาง ต้องใช้ภาชนะบรรจุที่สะอาดในการบรรจุน้ำยางและใช้เวลานำส่งจากสวนยางถึงโรงงานภายใน 1 ชั่วโมง

3.1.2 ไม่ควรผสมแอมโมเนียเข้มข้นลงในน้ำยาง เพราะเป็นผลให้น้ำยางบูดเสียหายและแผ่นยางแห้งที่ได้จะมีสีคล้ำกว่าปกติ หากจำเป็นต้องใส่สารกันบูดเน่าของน้ำยาง จะใช้โซเดียมซัลไฟท์ในรูปของสารละลาย 3% ของน้ำหนักต่อปริมาตร ในอัตรา 0.02-0.05%

3.1.3 เทน้ำยางจากถังเก็บน้ำยางของสมาชิกที่ส่งยาง ผ่านตะแกรงกรองน้ำยางเบอร์ 40 เมส ลงสู่ถัง 50 ลิตร แล้วชั่งและจดน้ำหนักน้ำยางสดไว้ในทะเบียนแสดงจำนวนยางของสมาชิก และมีการหาเนื้อยางแห้งจากน้ำยางสดโดยการอบแห้ง เพื่อชั่งหาน้ำหนักยางที่แท้จริง

3.1.4 เมื่อชั่งน้ำยางของสมาชิกแต่ละคนเสร็จแล้ว เทน้ำยางผ่านตะแกรงเบอร์ 60 เมส ลงในถังรวมน้ำยางของโรงงาน เพื่อหาความเข้มข้นใหม่

3.2 การทำยางแผ่น

ปัจจัยสำคัญของการทำยางแผ่น คือ

3.2.1 ต้องทราบความเข้มข้นของเนื้อยางแห้งในน้ำยางสด (dry rubber content, DRC) ของสมาชิกที่เทรวมกันแล้ว ว่ามีความเข้มข้นเท่าไร ซึ่งต้องทำให้เร็วที่สุด มีวิธีหา 2 วิธีคือ การใช้เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะของน้ำยาง ที่เรียกว่า เมโทรแลค และการใช้สถิติเฉลี่ยความเข้มข้นของน้ำยางที่สมาชิกนำส่งโรงรมยาง

3.2.2 ต้องทราบวิธีการเจือจางน้ำยางสด ให้มีความเข้มข้นถูกต้อง ตรงตามชนิดของยางแผ่นดิบรมควัน แต่เนื่องจากความเข้มข้นของน้ำยางมีการเปลี่ยนทุกวัน จึงได้มีการกำหนดสัดส่วนของการใช้น้ำยาง และน้ำสะอาด ตามความผันแปรของความเข้มข้นของน้ำยาง

3.2.3 การคำนวณการใช้กรดฟอร์มิก สำหรับการทำยางแผ่นรมควัน ใช้กรดฟอร์มิก 94% ประมาณ 300 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำสะอาด 3,000 มิลลิลิตร ได้กรดฟอร์มิก 5% ปริมาตร 3,300 มิลลิลิตร (สหกรณ์ตำบลพิจิตร จำกัด)

3.2.4 ปล่อยน้ำยางจากถังรวมน้ำยาง ผสมกับน้ำสะอาดตามสัดส่วน ซึ่งจะได้ความจุตะกงทั้งหมด 38 ขีดตะกง ใช้ไม้พายกวนให้น้ำยางและน้ำผสมกันอย่างทั่วถึง และรีบเติมน้ำกรดผสมที่

เตรียมไว้แล้วจำนวน 8.2 ลิตรต่อหนึ่งตะกง ใช้ไม้พายกวนให้เข้ากันอีกครั้ง กวาดฟองที่เกิดขึ้นบนผิวตะกงออก เพราะฟองนี้จะทำให้เกิดตำหนิในแผ่นยาง หลังจากนั้นให้ใส่แผ่นเสียบให้ตรงกับช่องเสียบแต่ละช่อง (แผ่นเสียบ 49 แผ่น ต่อหนึ่งตะกง) เมื่อยางแข็งตัวแล้ว (หลังจากใส่น้ำกรดประมาณ 4 ชั่วโมง) ให้ฉีดน้ำสะอาดลงไปในตะกงให้น้ำท่วมยางทุกส่วน เพื่อป้องกันผิวยางเป็นสีคล้ำ

3.3 การรีดยาง หลังจากยางแข็งตัวแล้ว ให้ดึงแผ่นเสียบออกจากตะกง แล้วนำไปล้างให้สะอาดในรางล้างยาง พร้อมที่จะป้อนยางเข้าแท่นจักรรีดต่อไป (ขับเคลื่อนด้วยพลังไฟฟ้า 3.75 กิโลวัตต์) ซึ่งจะได้ความหนาของยางแผ่นประมาณ 2-3 มิลลิเมตร นำยางที่รีดแล้วไปวางพาดบนราวไม้ไผ่ เพื่อให้สะเด็ดน้ำประมาณ 24 ชั่วโมง ก่อนนำเข้าห้องอบ/รมยาง

3.4 การอบ/รมยาง นำยางแผ่นที่สะเด็ดน้ำแล้วเข้าห้องรมควัน โดยควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 50-70 องศาเซลเซียส (สูงสุดไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส) โดยใช้การเผาไหม้ของฟืนในเตา โดยปกติจะใช้เวลารมควัน 4 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความชื้นในอากาศด้วย

3.5 การคัดชั้นยาง การคัดชั้นยางนั้นจะใช้การสังเกตเป็นการตัดสินตามหลักการที่กำหนดโดยสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร ซึ่งมีข้อกำหนดของยางแผ่นรมควันชั้นต่างๆ คือ

3.5.1 ยางแผ่นรมควันชั้นพิเศษ ต้องเป็นยางแผ่นรมควันที่ผลิตโดยมีการควบคุมอย่างดี ยางแต่ละแผ่นต้องไม่ขึ้นรา ไม่ปรากฏจุดหรือริ้วรอยด่างดวงของยางถูกรมควันมากเกินไป แผ่นยางต้องแห้งดี สะอาด รมควันสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น ปราศจากฟองอากาศ และสิ่งสกปรก ตลอดจนสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ

3.5.2 ยางแผ่นรมควันชั้น 1 ยางแต่ละแผ่นต้องไม่ขึ้นรา ไม่ปรากฏจุดหรือริ้วรอยของยางถูกรมควันมากเกินไป ยางต้องแห้งดี สะอาด รมควันสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น ปราศจากฟองอากาศ และสิ่งสกปรก ตลอดจนสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ

3.5.3 ยางแผ่นรมควันชั้น 2 ยางแต่ละแผ่นมีราขึ้นได้บ้าง แต่ต้องไม่เกิน 5% ของยางแผ่น แผ่นยางมีฟองอากาศบ้าง แต่ปราศจากร่องรอยของการถูกรมควันไม่สม่ำเสมอ ยางต้องแห้งดี สะอาด ไม่มีจุดด่างของสิ่งสกปรกหรือสิ่งแปลกปลอม

3.5.4 ยางแผ่นรมควันชั้น 3 ยางแต่ละแผ่นมีราขึ้นได้บ้าง แต่ต้องไม่เกิน 10% ของยางแผ่น แผ่นยางมีจุดด่าง และฟองอากาศบ้าง แต่ต้องไม่มีร่องรอยของยางถูกรมควันไม่สม่ำเสมอ ยางต้องแห้งดี สะอาด ไม่มีสิ่งแปลกปลอม

3.5.5 ยางแผ่นรมควันชั้น 4 ยางแต่ละแผ่นมีราขึ้นได้บ้าง แต่ต้องไม่เกิน 20% ของยางแผ่น แผ่นยางมีจุดด่าง ฟองอากาศ และร่องรอยของการรมควันไม่ถูกต้องปานกลาง ยางต้องแห้งดี ไม่มีสิ่งแปลกปลอม

3.5.6 ยางแผ่นรมควันชั้น 5 ยางแต่ละแผ่นมีราขึ้นได้บ้าง แต่ต้องไม่เกิน 30% ของยางแผ่น แผ่นยางมีจุดด่าง ฟองอากาศ และร่องรอยของการรมควันไม่ถูกต้องขนาดใหญ่

4. ลักษณะของเชื้อรา

เชื้อราเป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในพวก ยูคาริโอท (eukaryote) คือเซลล์ที่นิวเคลียสมีเยื่อหุ้ม (nuclear membrane) มีเอนโดพลาสมิกเรติคูลัม (endoplasmic reticulum) และไมโทคอนเดรีย (mitochondria) เซลล์ของเชื้อราคล้ายกับเซลล์ของพืชชั้นสูง เพราะมีผนังเซลล์หุ้ม ทำให้เซลล์คงรูปร่างอยู่ได้ และคล้ายกับเซลล์สัตว์ด้วย เพราะมีเชื้อราหลายชนิดที่เซลล์มีแส้เซลล์ (flagella) ทำให้เซลล์เคลื่อนที่ได้ แต่ก็ต่างจากพืชคือ ไม่มีคลอโรฟิลล์ จึงไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ (นวลจิรา ภัทรรังรอง และ วราภรณ์ วุฑฒะกุล, 2538; Verrecchia, 2000) จัดอยู่ในลำดับที่ 5 ของอาณาจักรสิ่งมีชีวิต เชื้อราที่พบและรู้จักชื่อมีประมาณ 70,000 สปีชีส์ (Hawksworth, 2004; Gonçalves *et al.*, 2006)

ตามธรรมชาติเชื้อราส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำ ดิน และสิ่งเน่าเสีย เชื้อราส่วนใหญ่เจริญได้ในภาวะที่มีออกซิเจน มีบ้างที่เจริญได้ในภาวะที่มีหรือไม่มีออกซิเจนก็ได้ เป็นเฮเทอโรโทรป (heterotrophy) เชื้อราส่วนใหญ่จะปล่อยเอนไซม์ออกมานอกเซลล์ เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นอาหารเหลวแล้วจึงดูดซึมเข้าไปในเซลล์

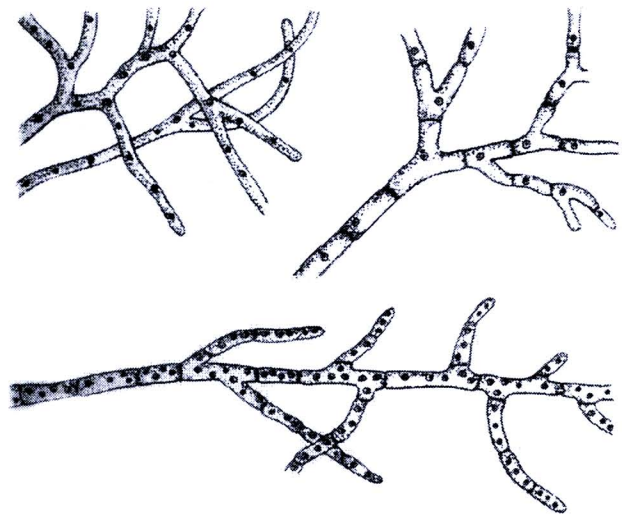
เชื้อรามีทั้งที่ให้คุณและให้โทษ เช่น เชื้อราที่เป็นแซพโพรไฟท์อยู่ในดินช่วยย่อยสลายซากพืชและสัตว์ให้เป็นฮิวมัส ยีสต์หลายชนิดมีความสำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ทำขนมปัง เนยแข็ง และแอลกอฮอล์ เชื้อราหลายชนิดทำให้เกิดโรคพืชซึ่งทำให้สูญเสียทางด้านเศรษฐกิจอย่างมาก

ราสายหรือราฝอยหรือโมลด์ (molds หรือ moulds) เป็นเชื้อราที่มีหลายเซลล์ (multicellular) มีลักษณะเป็นเส้นสาย ประกอบด้วยเส้นใย หรือไฮฟา ซึ่งเป็นท่อทรงกระบอกกลวง กลุ่มของเส้นใยที่รวมตัวกัน เรียกว่า ไมซีเลียม (mycelium) เส้นใยที่เจริญลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อดูดซึมอาหาร เรียกว่า เวจีเททีพไฮฟา (vegetative hypha) หรือซับสเตรทไฮฟา (substrate hypha) อีกชนิดหนึ่งคือ แอเรียลไฮฟา (aerial hypha) ซึ่งแอเรียลไฮฟานี้มักสร้างสปอร์ (spore) เพื่อใช้ในการสืบพันธุ์เมื่อเติบโตเต็มที่ จึงมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า เส้นใยสืบพันธุ์ (reproductive hypha) เจริญโดยยืดยาวออกทางส่วนปลาย (apical elongation)

เส้นใยของเชื้อราสายมี 3 แบบ (ดังภาพที่ 5) คือ แบบแรกเส้นใยไม่มีผนังกั้น (aseptate หรือ nonseptate หรือ coenocytic hypha) ทำให้มีนิวเคลียสจำนวนมากกระจัดกระจายอยู่ในไซโทพลาซึม แบบที่สองเส้นใยมีผนังกั้นและมีนิวเคลียสอันเดียวในแต่ละเซลล์ แบบที่สามเส้นใยที่มีผนังกั้น และมีนิวเคลียสหลายอันในแต่ละเซลล์ (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ, 2544) เส้นใยและ

คอนิเดีย (conidia) ของราสายบางชนิดจะมีสารสีเมลานิน (melanin pigment) ทำให้สายรามีสีน้ำตาล เรียกเชื้อราพวกนี้ว่า ดีมาทิเอเชียส ฟังไจ (dematiaceous fungi) ส่วนเชื้อราที่ไม่มีสารสีเมลานิน สายราจะใสไม่มีสี (hyaline) เรียก โมนิลิเอเชียส ฟังไจ (moniliaceous fungi)

เชื้อราส่วนใหญ่จำแนกชนิดได้ โดยดูลักษณะสัณฐานของโคโลนี (macroscopic morphology) และลักษณะจุลสัณฐาน (microscopic morphology) สัณฐานของโคโลนี ได้แก่ ลักษณะที่เป็นเส้นสาย อัตราการเติบโตของโคโลนี รูปร่าง สีของโคโลนี เช่น แบบฟูคล้ายปุยฝ้าย (cottony) คล้ายกำมะหยี่ (velvetty) เป็นเม็ด (granular) หรือเป็นผง (powdery)



ภาพที่ 5 เส้นใยของเชื้อรา 3 แบบ

a) เส้นใยไม่มีผนังกั้น

b) เส้นใยที่มีผนังกั้นมีนิวเคลียสอันเดียวต่อเซลล์

c) เส้นใยที่มีผนังกั้นมีนิวเคลียสหลายอันต่อเซลล์

ที่มา : นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ (2544)

นอกจากนี้โคโลนีของเชื้อรายังมีลักษณะทางโทโปกราฟฟี (topography) แตกต่างกันหลายแบบ เช่น โคโลนีแบบเรียบ (flat) โคโลนีมีร่องจากตรงกลางเป็นรัศมีไปยังขอบเรียก รูโกส (rugose) โคโลนีลักษณะคล้ายกระดุม คือ ตรงกลางนูนสูงกว่าขอบ เรียก อัมโบเนต (umbonate) ถ้าโคโลนีเหี่ยวย่นผิวนูนสูงขึ้นคล้ายหูด เรียก เวอรูโคส (verrucose) และถ้าโคโลนีคล้ายสมองเรียก เซเรบริฟอร์ม (cerebriform)

สีของโคโลนีของเชื้อราหลายชนิดแม้มาจากสายพันธุ์เดียวกันก็อาจแตกต่างกันได้ จึงไม่ควรยึดเป็นหลักในการจำแนกชนิด สีบนผิวของโคโลนีมักเกิดจากสีของสปอร์ ส่วนสีทางด้านหลังของโคโลนีเกิดจากสารสีที่ปล่อยออกมาในอาหารเลี้ยงเชื้อและสีของเวจีเททีฟไฮฟา ส่วนลักษณะจุลสัณฐานของเชื้อราได้แก่ ลักษณะของเส้นใย ชนิดของสปอร์ทั้งแบบมีเพศ (sexual) และแบบไม่มีเพศ (asexual) (นวลจิรา ภัทรรังรอง และ วราภรณ์ วุฑฒะกุล, 2538)

เชื้อราบางชนิดมีเส้นใยที่มีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งช่วยในการจำแนกชนิดของเชื้อราได้ เช่น เส้นใยรูปร่างขดเกลียว (spiral หรือ coiled hyphae) รูปร่างคล้ายเขากวาง (favic chandeliers) รูปร่างคล้ายแรกเกต (racquet hyphae) รูปร่างคล้ายหวี (pectinate hyphae) รูปร่างคล้ายกระดูก (peridial hyphae) และรูปร่างเป็นปม (nodular organ) เป็นต้น

การแยกเชื้อราให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์จำเป็นอย่างยิ่งในการนำเชื้อราเหล่านั้นไปศึกษาลักษณะต่างๆ ทางสัณฐานวิทยา และทางสรีรวิทยา เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการจัดจำแนกหมวดหมู่

5. ชนิดของจุลินทรีย์ที่เจริญบนยางแผ่น

แบคทีเรียที่เจริญบนยางแผ่นมักอยู่ในพวก Actinomycetes เช่น *Streptomyces, Micromonospora, Actinoplanes, Gordonia* และ *Nocardia* (Linos *et al.*, 2000: Rifaat and Yosery, 2004) แบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *Xanthomonas* sp.และ *Pseudomonas aeruginosa* (Rifaat and Yosery, 2004) แบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ *Mycobacterium* sp. และ *Bacillus* sp. (Linos *et al.*, 2000)

เชื้อราที่พบบนยางแผ่นได้แก่ *Aspergillus, Fusarium, Penicillium, Paecilomyces* และ *Trichoderma* (Linos and Steinbüche, 2001) Nette และคณะ (1959 อ้างโดย Linos และ Steinbüche, 2001) กล่าวถึงการแยกเชื้อราและแบคทีเรียได้หลายไอโซเลตจากชิ้นยางแผ่นที่มีการปนเปื้อน และพบว่าน้ำหนักของยางลดลง ซึ่งเชื้อที่พบเป็นเชื้อ Actinomycetes 3 สายพันธุ์ (*Proactinomyces* 1 สายพันธุ์ และ *Actinomyces* 2 สายพันธุ์) ซึ่งทำลายยางไปทำให้น้ำหนักยางหายไป 25.8% และ 43.2% ของน้ำหนักยางเริ่มต้น และเชื้อ *Bacillus, Mycobacterium* ทำให้น้ำหนักยางลดลงไป 20.7% และ17.2% ตามลำดับ

ยางแผ่นรมควัน (ประกอบด้วยยางแห้ง 93%) เป็นแหล่งคาร์บอน ให้กับเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าน้ำหนักมวลของเชื้อราเพิ่มขึ้น 6% ของน้ำหนักเดิม และน้ำหนักสุดท้ายของยางหายไป 15.5% หลังบ่มไว้ 19 เดือน หลังจากนั้น 5 ปีน้ำหนักยางหายไป 30.9% ซึ่งเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งพบว่าน้ำหนักยางหายไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Linos and Steinbüche, 2001)

Kwiatkowska และคณะ (1980 อ้างโดย Linos และ Steinbüche, 2001) กล่าวถึงการศึกษาน้ำหนักยางที่หายไปเพิ่มขึ้นเป็น 40% จากเดิม หลังบ่มเชื้อไว้เป็นเวลา 91 วัน โดยพบเชื้อ *Fusarium solani* เป็นเชื้อหลัก การทำลาย cis-1,4-polyisoprene โดยเชื้อราได้มีรายงานระหว่างช่วงค.ศ. 1982 ซึ่งในการทดลองใช้เชื้อ *Penicillium* และ *Aspergillus* ในการศึกษาการทำลายเนื้อยาง โดยทำเป็น spore suspension เพาะบนยางแผ่นรมควัน แล้วหาน้ำหนักของเซลล์โปรตีนทุก 14 วัน ซึ่งพบว่า น้ำหนักยางหายไปเพิ่มเป็น 13% หลัง 56 วัน

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

6. สาเหตุที่เชื้อราเจริญบนยางแผ่น

ยางแผ่นที่มีเชื้อราเจริญ มีสาเหตุจากการรมควันน้อยเกินไป การนำยางที่ยังไม่สะเด็ดน้ำเข้ารม ยางมีความชื้นมาก ยังไม่แห้ง ความร้อนเริ่มแรกต่ำเกินไป (ต่อสู้ โตรักษา, 2536) ยางแผ่นที่มีเชื้อราเจริญมาก น้ำหนักจะลดลงประมาณ 2% ในเวลา 1 เดือน ยางแผ่นรมแล้วเกิดราสนิมเนื่องจากผึ่งยางไว้นานเกินไปก่อนเข้ารม หรือความชื้นสูง ไม่ได้ทำความสะอาดยางที่เข้ารม ราสนิมเกิดจากการแห้งตัวอย่างช้าๆในระยะแรกของการรม การแก้ไขทำได้โดยจุ่มยางแผ่นดิบด้วยสารละลายพาราไนโตรฟีนอล ควรผึ่งยางให้สะเด็ดน้ำก่อนนำเข้ารม แล้วรีบนำเข้ารมทันที เตรียมห้องรมให้มีความร้อนพร้อมก่อนนำยางเข้ารมไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง และยางแผ่นดิบที่แขวนบนราวไม้ ไม่ควรวางซ้อนทับกัน (เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี, 2546; จักรี เลื่อนราม และ สุรศักดิ์ สุทธิสงค์, 2536)

อุณหภูมิ ความชื้น ค่าพีเอช มีผลทำให้เชื้อราเจริญได้เช่นกัน เนื่องจากเชื้อราที่เจริญได้บนยางแผ่นมักเป็นเชื้อราในกลุ่มที่เจริญบนผลิตภัณฑ์ขนมอบ หรือเมล็ดธัญพืช ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้ก็มักเกิดปัญหาจากการเจริญของเชื้อราเช่นกัน Abdullah และคณะ (2000) รายงานถึงความชื้นของธัญพืชที่เชื้อราเจริญได้พบว่าที่ค่าน้ำอิสระ (a_w) 0.65 ไม่พบการเจริญของเชื้อราในเวลา 2 เดือน โดยเก็บไว้อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-98% โดยที่ความชื้นเริ่มต้นของข้าวคือ 9.3% ส่วน glutinous rice four มีค่าความชื้นต่ำสุดที่ 5.8% Lian และคณะ (2008) รายงานว่าช่วงของค่าพีเอชที่เชื้อราสามารถเจริญได้ดี โดยปกติอยู่ระหว่าง พีเอช 5 - 6 และ *Aspergillus fumigatus* จะเจริญได้อย่างรวดเร็วในช่วงพีเอชดังกล่าว

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

7. สารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

7.1 กรดอะซิติก (acetic acid) ความเข้มข้น 5%ในน้ำ สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้หลายชนิด ทั้งเชื้อรา *Candida* และแบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa* แต่ถ้าใช้ความเข้มข้นต่ำกว่านี้จะมีฤทธิ์เพียงยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ สารละลายความเข้มข้น 1% ในน้ำ สามารถใช้ทำความสะอาดแผลผ่าตัดได้ (พิชัย เจนจำรัสศรี, 2538) Lind และคณะ (2005) ศึกษาค่า MIC ต่อการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus fumigatus, A. nidulans, Penicillium roqueforti, P. commune, Fusarium sporotrium* พบว่ากรดอะซิติกมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ความเข้มข้น 20-120 mM ที่พีเอช 5 สำหรับที่พีเอช 7 ต้องใช้ความเข้มข้น >500 mM

โซเดียมอะซิเตต (sodium acetate) เป็นเกลือของกรดอะซิติก มีสีขาว หรืออาจเป็นผลึกสีอ่อน ละลายได้ในน้ำ และละลายได้ในเอธานอลเล็กน้อย โซเดียมอะซิเตตสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในขนมปังและส่วนผสมของแป้ง และ สำนักงานอาหารและยาประเทศสหรัฐอเมริกา รับรองให้ใช้เติมในอาหารได้โดยตรง (Windholz, 1983)

7.2 แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต (ammonium bicarbonate) มีลักษณะเป็นผงผลึกสีขาวที่อุณหภูมิห้อง สามารถละลายน้ำได้ ทำให้ได้สารละลายด่างและจะเสื่อมสภาพที่อุณหภูมิ 36 - 60 องศาเซลเซียส นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (Wikipedia, 2005a) นอกจากนี้ Palmer และคณะ (1997) พบว่าแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต โปแทสเซียมไบคาร์บอเนต โซเดียมไบคาร์บอเนต สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ แอมโมเนียมไบคาร์บอเนตสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีกว่า โปแทสเซียมไบคาร์บอเนต และโซเดียมไบคาร์บอเนต ที่พีเอชในช่วง 7.8 – 8.3 ที่ความเข้มข้นของสาร 50 mM

7.3 กรดเบนโซอิก (benzoic acid) มักนิยมใช้ในรูปของเกลือ เช่น โซเดียมเบนโซเอต (sodium benzoate) หรือ โปแตสเซียมเบนโซเอต (potassium benzoate) สามารถละลายน้ำได้ดีกว่ากรดเบนโซอิก เมื่อเปลี่ยนไปอยู่ในรูปกรด และถ้ามีพีเอช 4.0 หรือต่ำกว่า จะทำให้กรดคงรูปซึ่งอยู่ในรูปที่ไม่แตกตัว (undissociated form) ซึ่งเป็นรูปที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด สามารถทำลายจุลินทรีย์พวกยีสต์ แบคทีเรีย และรา ได้ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2520) Guynot และคณะ (2005a) ทำการศึกษาผลของสารโซเดียมเบนโซเอต, แคลเซียมโพรพิโอเนต และโปแตสเซียมซอร์เบตต่อการเจริญของเชื้อรา 7 ชนิด ได้แก่ *Eurotium amstelodami, E. herbariorum, E. rubrum, E. repens, Aspergillus flavus, A. niger* และ *Penicillium corylophilum* พบว่าสารทั้ง 3 ชนิดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีเหมือนกัน ที่ความเข้มข้นของสาร 0.3% และค่าน้ำอิสระ (a_w) 0.8

7.4 แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (calcium hydroxide) มีลักษณะเป็นผลึกหรือเป็นผงสีขาว ถ้าอยู่ที่อุณหภูมิสูงจะเสียสภาพได้ ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย และสามารถยับยั้งเชื้อราได้ (Wikipedia, 2005b)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 25 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 246394
เลขเรียกหนังสือ

Bigg และคณะ (1997) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของกลุ่มเกลือของแคลเซียม ซึ่งพบว่า แคลเซียมไฮดรอกไซด์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Monilinia fructicola*

7.5 กรดโพรพิโอนิก (propionic acid) เป็นกรดอินทรีย์มีความสามารถในการทำลายแบคทีเรีย และราได้ดีกว่ายีสต์ นิยมใช้ในรูปของเกลือโพรพิโอเนต (propionate) และไม่พบอันตรายที่เกิดจากการใช้โพร พิโอเนตสำหรับมนุษย์ เนื่องจากถูกย่อยสลายได้เช่นเดียวกับกรดไขมันอื่นๆ Biggs (1999) พบว่าเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporoides* และ *C. acutatum* ซึ่งเป็นเชื้อราก่อโรค เมื่อนำมาทดสอบการยับยั้งด้วยแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมโพรพิโอเนต และแคลเซียมซิลิเคต ในปริมาณ 1,000 ไมโครกรัมของความเข้มข้นของแคลเซียมต่อลิตร ผลของแคลเซียมคลอไรด์และแคลเซียมโพรพิโอเนตสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญของเชื้อราได้ถึง 41 และ 50% ตามลำดับ นอกจากนี้ Mazzani และคณะ (1995) พบว่า โซเดียมโพรพิโอเนตและ โปแทสเซียมโพรพิโอเนต สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus, A. ochraceus, A. terreus, Fusarium moniliforme* และ *Penicillium citrinum* ได้ โดย *A. flavus* และ *A. terreus* ถูกยับยั้งที่ความเข้มข้น 3,000 ppm *P. citrinum* และ *A. ochraceus* ถูกยับยั้งที่ความเข้มข้น 2,000 ppm และ *F. moniliforme* ถูกยับยั้งที่ความเข้มข้น 1,000 ppm

7.6 โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (sodium metabisulphite) มีลักษณะเป็นผง สีขาวจนถึงสีเหลืองอ่อน ใช้เป็นวัตถุกันเสียในอาหาร (Wikipedia, 2005c) และยังสามารถใช้ป้องกันการเสื่อมเสียของน้ำยางโดยมีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา (เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี, 2546; US Patent 6776998, 2001) โดยที่ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เป็นหนึ่งในสารเติมแต่งที่มีการใช้กันมาตั้งแต่โบราณ พบว่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์และเกลือของมันถูกนำมาใช้เป็นสารถนอมอาหารอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีผลในการป้องกันเกิดสีคล้ำโดยเอนไซม์ (browning) (Aubourg, *et al.*, 2007) และมีผลในการป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อรา ยีสต์ และแบคทีเรียด้วย (Pateraki, *et al.*, 2007)

Aubourg และคณะ (2007) ได้ศึกษาการใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 0.5% ในการป้องกันการเกิดสีคล้ำในกุ้ง ความเข้มข้นปริมาณ 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถเก็บรักษาความสดได้ถึง 9 วัน ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและมีปริมาณไม่เกินที่กฎหมายได้กำหนดไว้ นอกจากนี้ Joseph และ Akinyosoye (1997) ได้ใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ในการป้องกันการเน่าเสียของมะม่วง และยังใช้เป็นสารป้องกันการเจริญของเชื้อราและแบคทีเรีย Magan (1993 อ้างโดย Pateraki และคณะ (2007) มีการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อยับยั้งการเจริญ *Aspergillus* และ *Penicillium* ซึ่งมีผลร่วมกันกับปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม เช่น ค่าน้ำอิสระซึ่งมีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ

7.7 กรดซอร์บิก (sorbic acid) ละลายน้ำได้เล็กน้อยจึงนิยมใช้ในรูปของเกลือเช่นกันโดยเฉพาะโปแตสเซียมซอร์เบต ในการป้องกันการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ เพราะเป็นกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว มีความเป็นอันตรายน้อย เกลือซอร์เบทสามารถทำลายยีสต์และราได้ดีกว่าพวกแบคทีเรีย และความสามารถในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้จะทำได้ดีที่พีเอชต่ำ โดยค่าพีเอชที่เหมาะสมที่สุดคือ 5.5 นอกจากนี้รายงานว่าปริมาณในการใช้สารขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสปอร์ของเชื้อราด้วย ยิ่งมีปริมาณความเข้มข้นของสปอร์โคนิเดียมากขึ้น ค่า MIC ของสารยับยั้งก็จะเพิ่มขึ้นด้วย โดยจะยับยั้งการงอกของสปอร์และการเจริญของเส้นใยเชื้อรา และพบว่าเมื่อเติมสาร กรดซอร์บิก 3.0 mM จะทำให้สปอร์ของเชื้อรางอกช้ากว่าเดิมอย่างน้อยที่สุด 24 ชั่วโมง (Plumridge, *et al,* 2004) นอกจากนี้มีการศึกษาการยับยั้งการเสื่อมเสียของเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* และ *Penicillium* โดยใช้โปแตสเซียมซอร์เบตที่ความเข้มข้น 0.3% (Marin, *et al.*, 2002) และมีการใช้กรดซอร์บิกและ p-hydroxybenzoic acid esters เติมลงไปในตัวอย่างเสื้อโค้ทเพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา (Allaire, *et al.*, 2005)

Clausen และ Yang (2003) ศึกษาการยับยั้งเชื้อ *Penicillium chrysogenum, Aspergillus niger* และ *Trichoderma viride* บนไม้สน โดยใช้สารเคมีหลายกลุ่ม โดยที่สารในกลุ่มที่ใช้ในการถนอมอาหาร ประกอบด้วยโซเดียมเบนโซเอต, โปแตสเซียมซอร์เบต, แคลเซียมโพรพิโอเนต, โปแตสเซียมซอร์เบต, โซเดียมฟอร์เมต และ โซเดียมไนไตรท์ พบว่าโซเดียมเบนโซเอตและโปแตสเซียมซอร์เบตสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ทั้ง 3 สายพันธุ์ ในขณะที่แคลเซียมโพรพิโอเนต สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *A. niger* ได้เท่านั้น

นอกจากนี้ Lennox และ Mcelroy (1984) พบว่าโปแตสเซียมซอร์เบตและโซเดียมโพรพิโอเนตสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Penicillium expansum* ที่ความเข้มข้น 0.03 – 0.3% ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่ใช้ในการเติมผสมในอาหารได้ โดยโซเดียมโพรพิโอเนตยับยั้งการเจริญได้น้อยกว่าโปแตสเซียมซอร์เบต แต่สามารถยับยั้งการสังเคราะห์สารพิษ patulin ของเชื้อราได้ดีกว่า

7.8 น้ำส้มควันไม้ (smoked acid, wood vinegar หรือ pyroligneous acid) เป็นของเหลวที่เป็นผลพลอยได้จากการเผาถ่านไม้ในสภาพอับอากาศ โดยได้จากแก๊ส (ควัน) ที่เกิดขึ้นจากขบวนการการเผาไหม้ เมื่อผ่านความเย็นจะรวมตัวกลั่นเป็นของเหลวมีสีน้ำตาลอ่อนปนแดง มีกลิ่นควันไฟ เป็นกรดอ่อน มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย ค่าพีเอชประมาณ 3.0 มีค่าความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.015 มีสารประกอบทางเคมีมากกว่า 200 ชนิด องค์ประกอบหลัก คือ กรดอะซิติก ฟอร์มัลดีไฮด์ เมทานอล อะซิโตน ทาร์ เป็นต้น โดยที่องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดอะซิติก (Yatagai, *et al.*, 2002) ประโยชน์ใช้เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เป็นสารช่วยในการปรับปรุงบำรุงดิน เป็นสารช่วยดับกลิ่น และฆ่าเชื้อ และมีผลในการป้องกันการเจริญของเชื้อราบนผิวไม้ได้ (Kartal, *et al.*, 2004) เป็นสารควบคุมพืชทางอ้อม มี

ความปลอดภัยต่อสัตว์และสิ่งแวดล้อม น้ำส้มควันไม้ที่กลั่นแล้วสามารถใช้ในกระบวนการถนอมอาหาร โดยการพ่น หยด รม เคลือบ หรือเติม เช่น ในเนื้อปลา ไส้กรอก เป็นต้น เพื่อช่วยให้การรักษาความสดของเนื้อปลา และเนื้อสัตว์ (น้ำส้มควันไม้, 2548)

8. ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ (พิชัย เจนจำรัสศรี, 2538)

8.1 ธรรมชาติของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์บางชนิดจะทนสารเคมีบางอย่างได้ดี ระยะการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่อยู่ในช่วง log phase จะถูกทำลายได้ง่ายกว่าในช่วงอื่น การมีลักษณะพิเศษอื่นๆ เช่น สปอร์หรือแคปซูล จะถูกทำลายได้ยาก และจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในระยะเริ่มต้นมีน้อยก็จะถูกทำลายได้ง่าย

8.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ จะขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมี ความเข้มข้น พีเอช อุณหภูมิ และธรรมชาติของจุลินทรีย์ เมื่อจุลินทรีย์ได้รับสารเคมีในอัตราความเข้มข้นหนึ่งๆ แม้แต่ที่ความเข้มข้นสูงมาก จุลินทรีย์ทุกตัวก็ไม่ได้ตายพร้อมกัน แต่จำนวนจุลินทรีย์ที่มีชีวิตจะค่อยๆ ลดลง ดังนั้นการฆ่าเชื้อ (disinfection) จึงมักจะเป็นขบวนการที่จุลินทรีย์ถูกฆ่าในระยะเวลาที่เหมาะสม ประชากรของจุลินทรีย์ประกอบด้วยเซลล์ที่มีความต้านทานต่างๆ กัน เซลล์ส่วนใหญ่จะมีความต้านทานปานกลาง ส่วนน้อยจะมีความต้านทานสูง และความต้านทานต่ำ เมื่อได้รับสารเคมีเซลล์ส่วนใหญ่จะตายก่อน แล้วพวกที่มีความต้านทานสูงจึงค่อยๆ ตาย เซลล์ที่มีอายุน้อยและกำลังเจริญเติบโตจะมีความไวต่อสารเคมีมาก ส่วนเซลล์ที่เจริญเต็มที่ หรืออยู่ในระยะพักตัวจะทนทานต่อสารเคมี

8.3 แรงตึงผิว เป็นสิ่งสำคัญในการฆ่าเชื้อ สารที่ลดแรงตึงผิว (surfactant) จะมีหน้าที่สองอย่าง คือ การเกาะดูดสารฆ่าเชื้อและการทำให้คุณสมบัติในด้านการเปียกน้ำและการกระจายของสารฆ่าเชื้อดีขึ้น หน้าที่ทั้งสองอย่างนี้จะเป็นผลให้สารฆ่าเชื้อรวมตัวอยู่ที่ผิวเซลล์ จึงทำลายเซลล์เร็วขึ้น

8.4 ความเข้มข้นและปริมาณที่ใช้ของสารฆ่าเชื้อ มีอิทธิพลต่ออัตราการตายของแบคทีเรีย ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิด และสภาวะที่สารฆ่าเชื้อนั้นถูกใช้ และการใช้สารฆ่าเชื้อปริมาณมาก จะมีประสิทธิภาพฆ่าเชื้อได้ดีกว่าการใช้ในปริมาณที่น้อย แม้ว่าจะมีความเข้มข้นเท่ากัน เนื่องจากสารฆ่าเชื้อปริมาณมากจะถูกทำลายฤทธิ์โดยสารต่างๆ น้อยกว่า

8.5 พีเอช มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพของน้ำยาฆ่าเชื้อหลายชนิด ความเข้มข้นของ H^+ จะมีอิทธิพลต่อการทำงานของสารเคมี โดยจะมีผลต่อทั้งแบคทีเรีย และสารฆ่าเชื้อเอง ถ้าแบคทีเรียอยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีพีเอช 8 แบคทีเรียจะมีประจุลบ หากเพิ่มพีเอช ขึ้น ประจุก็จะเพิ่มขึ้น และอาจจะทำให้ความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อที่ผิวของแบคทีเรียเปลี่ยนไปด้วย นอกจากนี้พีเอชยังเป็นตัวกำหนดอัตรา

การแตกตัวของสารฆ่าเชื้อ โดยทั่วไปสารฆ่าเชื้อที่อยู่ในรูปไม่แตกตัวจะผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไปในเซลล์ได้ดีกว่าโมเลกุลที่แตกตัว

8.6 อุณหภูมิ จะเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของการใช้สารฆ่าเชื้อในการควบคุมจุลินทรีย์ เนื่องจากการตายของจุลินทรีย์เป็นกระบวนการทางเคมีอย่างหนึ่ง และอัตราของปฏิกิริยาเคมีจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ ดังนั้นการควบคุมจุลินทรีย์จึงเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงได้รวดเร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ

8.7 การเข้าสัมผัสกับเชื้อจุลินทรีย์ การออกฤทธิ์ของสารฆ่าเชื้อต้องอาศัยการที่สารจะสัมผัสกับจุลินทรีย์ และเชื้อเหล่านี้ดูดน้ำยาเข้าไป ดังนั้นจึงต้องไม่มีสิ่งกีดกั้นการเข้าสัมผัสระหว่างน้ำยาฆ่าเชื้อกับเชื้อจุลินทรีย์

8.8 การเสื่อมสลายของสารฆ่าเชื้อบางชนิด จะเกิดขึ้นหลังจากการเตรียมทิ้งไว้หลายวัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของสารฆ่าเชื้อและอุณหภูมิ

8.9 การดื้อยา จุลินทรีย์บางชนิดจะเกิดการดื้อยาขึ้นง่าย เมื่อเวลาผ่านไปจะต้องใช้ความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อสูงมากขึ้น จึงจะสามารถหยุดยั้งการเจริญของเชื้อได้

9. วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อแยกและจำแนกชนิดของเชื้อราที่เจริญบนยางแผ่น
2) เพื่อหาสารเคมีที่สามารถยับยั้งและป้องกันการเจริญของเชื้อราบนยางแผ่น
3) เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้เชื้อราเจริญบนยางแผ่น
4) เพื่อให้เกษตรกรสวนยางนำผลการศึกษาไปใช้