# บทที่ 2
# ทบทวนเอกสาร

## มะม่วง

มะม่วง (*Mangifera indica* L.) เป็นไม้ผลยืนต้นไม่ผลัดใบ มีถิ่นกำเนิดในเขตอินเดียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้แล้วแพร่ไปยังประเทศอื่นๆทั้งในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนของโลก (บุญเลิศ, 2532)

มะม่วงจัดอยู่ใน Class Dicotyledonae Sub-class Archichlamydeae Order Sapindales และ Family Anacardiaceae (วิจิตร, 2529) ปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย ขึ้นได้ดีในดินแทบทุกชนิด ดินที่เหมาะสำหรับมะม่วงคือ ดินร่วนที่มีการระบายน้ำได้ดีมีความเป็นกรดด่างของดินไม่เกิน 7.5 สามารถปลูกได้ตั้งแต่ในที่แห้งแล้งจนถึงในที่มีฝนตกชุก จากสถิติการเพาะปลูกมะม่วง ในปี 2544 ของฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร (2546) รายงานว่าพื้นที่เพาะปลูกมะม่วงรวมทั้งประเทศประมาณ 244,859 ไร่ ได้ผลผลิตรวม 170,870 ตัน และมีแนวโน้มว่าจะมีการส่งออกเพิ่มมากขึ้น มะม่วงที่นิยมรับประทานกันในปัจจุบันสามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ คือ มะม่วงรับประทานดิบหรือมะม่วงมัน มีรสหวานเมื่อตอนแก่จัดแม้ยังไม่สุกหรือมีรสมันไม่เปรี้ยวแม้ผลยังเล็ก เก็บไว้ในลักษณะมะม่วงแก่ได้ไม่กี่วันก็จะเริ่มสุก ซึ่งโดยมากจะมีรสจืดไม่อร่อยเหมือนในขณะดิบ เช่น มะม่วงเขียวเสวย มะม่วงรับประทานสุก เมื่อยังดิบจะมีรสเปรี้ยวมาก จึงนิยมเก็บจากต้นเมื่อผลแก่เต็มที่แล้วบ่มให้สุกก่อนรับประทาน เมื่อสุกจะมีรสหอมหวาน เช่น มะม่วงน้ำดอกไม้ มะม่วงอกร่อง และมะม่วงที่ใช้แปรรูป เป็นมะม่วงที่มีผลดก ผลขนาดเล็กถึงปานกลาง เมื่อแก่จัดจะมีรสมันอมเปรี้ยว เมื่อสุกจะมีรสหวานอมเปรี้ยวหรือจืดชืด ผลดิบใช้ทำมะม่วงตากแห้งหรือมะม่วงดอง ผลสุกใช้ทำมะม่วงกวน มะม่วงแผ่น เช่น มะม่วงแก้ว (ภูวนาท, ไม่ระบุปีที่พิมพ์)

มะม่วงพันธุ์มหาชนกจัดเป็นมะม่วงพันธุ์ใหม่ (รวีและเปรมปรี, 2542; มนตรี, 2542) ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ซันเซท (Sunset) กับพันธุ์หนังกลางวัน มะม่วงพันธุ์ซันเซทมีผลขนาดเล็กค่อนข้างกลม สีเหลืองแดง ติดผลดกลักษณะเป็นพวง จัดเป็นกลุ่มสายพันธุ์อินเดีย (Indian type) ส่วนมะม่วงหนังกลางวัน โดยทั่วไปเมื่อผลสุกจะมีสีเหลืองอ่อน เนื้อเหลืองซีดจัดเป็นกลุ่มสายพันธุ์อินโดจีน (Indochinese type) ดังนั้นมะม่วงพันธุ์มหาชนกนี้จึงมีเหตุผลที่เชื่อได้ว่าน่าจะเกิดจากการผสมข้ามโดยธรรมชาติโดยได้ละอองเกสรของพันธุ์หนังกลางวันที่ปลูกอยู่ใกล้ๆกับต้นมะม่วงพันธุ์ซันเซท เนื่องจากมีลักษณะของทั้ง 2 พันธุ์ร่วมกัน มะม่วงมหาชนกจัดเป็นมะม่วงในกลุ่มใช้รับประทานผลสุกและมะม่วงแปรรูป

ลักษณะประจำพันธุ์ของมะม่วงมหาชนก

1. ใบ มีขนาดใหญ่ หนา ใบอ่อนมีสีแดง ปลายใบแหลม ใบแก่มีสีเขียวเข้ม

2. ลำต้นแข็งแรง พุ่มใหญ่ กิ่งอวบใหญ่ ข้อนูน

3. ดอก ออกตามฤดูกาล ก้านช่อมีสีแดง ช่อดอกใหญ่ มีดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) สูง ช่วงฤดูกาลที่ออกดอกเหลื่อมล้ำกันได้ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์

4. ผล ทรงผลยาวคล้ายพันธุ์หนังกลางวันแต่สั้นกว่า ผลมีขนาดปานกลางน้ำหนักผลประมาณ 350-500 กรัม ผิวเปลือกของผลอ่อนจะมีสีเขียวอ่อน เปลือกหนา เนียน เรียบ ผิวเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีแดงได้เมื่อถูกแสงแดดแม้ผลจะยังไม่แก่ก็ตาม ผลแก่เมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอม-เขียว เหลืองส้ม เหลืองเข้ม ส้ม ส้มจัดปนสีแดง การเปลี่ยนแปลงของสีนี้จะผันแปรไปตามสภาพ-แวดล้อมโดยเฉพาะอุณหภูมิและแสงแดด อุณหภูมิต่ำและแสงแดดจัดจะช่วยให้การพัฒนาของเม็ดสีที่ผิวผลเป็นไปได้ดี เนื้อเมื่อดิบมีสีขาวเขียว เมื่อสุกเนื้อสีเหลือง ละเอียด แน่น มีเยื่อใยน้อย รสชาติเมื่อดิบรสเปรี้ยวมากและมีกลิ่นยาง ผลห่ามมีรสเปรี้ยวอมหวานเล็กน้อย แต่เมื่อสุกมีรสหวานอมเปรี้ยว ไม่หวานจัด มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ประมาณ 18 องศาบริกซ์

5. เมล็ด มีขนาดเล็กและแบนมากทำให้มีเนื้อ ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ (recovery percentage) สูงถึง 79 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบน้อยมากในมะม่วงพันธุ์อื่น

ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของการปลูกมะม่วงพันธุ์มหาชนก คือการเน่าของผลหลังเก็บเกี่ยว ซึ่งเกิดจากโรคแอนแทรคโนสมีผลทำให้เกิดการสูญเสียทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ (นวลวรรณและอุดม, 2543)

**โรคแอนแทรคโนสในมะม่วง**

โรคแอนแทรคโนสของมะม่วงเกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. จัดเป็นโรคที่แพร่ระบาดอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแหล่งปลูกที่มีความชื้นสูง (นิพนธ์, 2542) โรคแอนแทรคโนสเกิดขึ้นได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 10-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 95-97 เปอร์เซ็นต์ ระบาดโดยลมและฝนเป็นพาหะ โดยสปอร์ของเชื้อราจะปลิวไปตามลมและฝน (ชลอ, 2539) เชื้อรา *C. gloeosporioides* ที่แยกได้จากใบมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เป็นโรคบนอาหาร PDA มีลักษณะโคโลนีสีขาวอมเทา เส้นใยฟู สร้างกลุ่มโคนิเดีย สีส้มอมชมพู ลักษณะเป็นวงๆซ้อนกัน (concentric ring) โคนิเดียมีรูปร่างแบบทรงกระบอก หรือรี หัวท้ายมนและส่วนปลายเรียวแหลม เซลล์เดียว ใส ไม่มีสี ขนาดประมาณ 2.5-5x15-17.5 ไมโครเมตร ก้านชูโคนิเดียสีน้ำตาลอ่อน เชื้อรานี้มีการเจริญอยู่ในโครงสร้างสืบพันธุ์ที่มีลักษณะคล้ายจานที่เรียกว่า acervuli (วีระณีย์และคณะ, 2537)

สำหรับลักษณะการเข้าทำลายของเชื้อราชนิดนี้ในเนื้อเยื่อผลมะม่วง อังสุมา (2530) รายงานว่าสปอร์ของเชื้อจะงอก germ tube และสร้าง appressorium บนผิวผล จากนั้นเชื้อราจะสร้าง infection hypha ผ่านชั้น cuticle เข้าไปในผิวของผลแล้วแฝงตัวอยู่ในรูปเส้นใยที่เจริญแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ในชั้น epidermis และจะพักตัวในผลมะม่วงจนกระทั่งผลสุกหรือได้รับสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญจึงจะแสดงอาการของโรคออกมา จากการศึกษาการติดเชื้อแบบแฝงของเชื้อรา *C. gloeosporioides* Penz. บนผลและใบมะม่วงพันธุ์มหาชนกขณะที่ยังอยู่บนต้น พบว่าสปอร์จะงอก germ tube และสร้าง appressorium สีน้ำตาลเข้มภายใน 12 ชั่วโมง หลังปลูกเชื้อ หลังจากนั้น appressorium จะสร้าง infection peg งอกลึกลงไปในชั้น cuticle เมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง infection peg บางอันงอก primary hypha สั้นๆ และจะหยุดแฝงตัวในระยะนี้โดยไม่มีการเจริญต่อจนกว่าสภาพแวดล้อมเหมาะสมจึงแสดงอาการของโรค (ดวงใจ, 2545)

เชื้อรา *C. gloeosporioides* สามารถทำให้เกิดโรคได้ทุกระยะของการเจริญเติบโตของมะม่วง ซึ่งมีอาการของโรคดังนี้ (นิพนธ์, 2542)

ระยะต้นกล้า ต้นกล้าที่ติดเชื้อนี้จะเน่าดำ เชื้อราจะสร้างสปอร์ลักษณะคล้ายกลุ่มแป้งสีขาวหรือสีชมพูบริเวณกลางจุดที่เป็นแอ่งบุ๋ม ในกรณีที่มีการเข้าทำลายลำต้นกล้าอย่างรุนแรงจะพบจุดดำขนาดต่างๆ ตามลำต้น ทำให้ใบแห้งตายและร่วงในเวลาต่อมา

ระยะต้นโต พบการเข้าทำลายที่ใบอ่อนซึ่งแตกใหม่ทั่วทั้งยอด ทำให้ใบเป็นรูพรุน และสูญเสียการสังเคราะห์แสง ระยะใบแก่พบเป็นจุดรูพรุนมากในพันธุ์มหาชนก

ระยะแทงช่อดอก ดอกจะเน่าดำ แห้งและร่วง บริเวณก้านช่อดอกจะปรากฏเป็นจุดดำเล็กๆ เชื่อมกันทำให้ก้านช่อเน่าดำลุกลามจากยอดไปยังโคนช่อดอก

ระยะติดผล เชื้อราจะเข้าทำลายผลอ่อนตั้งแต่ระยะที่เป็นรังไข่ทำให้ผลเป็นจุดเน่าดำ ในกรณีอากาศแห้งเชื้อราจะพักตัวในเนื้อเยื่อใต้ผิวผลตลอดระยะที่ผลมะม่วงพัฒนาขนาด จนกระทั่งผลมะม่วงแก่จึงแสดงอาการจุดดำบนขั้วผลระยะใกล้เก็บเกี่ยวหรือจะปรากฏกับมะม่วงที่อยู่ระหว่างการบ่มและผลสุกในระยะหลังเก็บเกี่ยว โดยจุดดำจะขยายโตเป็นแอ่งบุ๋มเมื่อผลมะม่วงสุกงอมมากขึ้น บริเวณกลางจุดจะมีกลุ่มเมือกของสปอร์สีส้มหรือสีชมพูของเชื้อราทำให้ผลมะม่วงเน่านิ่มมีกลิ่นหมัก

**การป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนสในมะม่วง**

เนื่องจากโรคแอนแทรคโนสเป็นโรคที่แพร่หลายและสร้างความเสียหายอย่างรุนแรงให้แก่มะม่วง อีกทั้งสามารถแพร่ระบาดและเข้าทำลายมะม่วงได้ทุกระยะของการเจริญ ดังนั้นการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนสจึงต้องทำอย่างต่อเนื่อง ชลอ (2539) แนะนำว่าในระยะต้นกล้าควรป้องกัน

โดยการปลูกต้นกล้าให้ห่างพอประมาณ จะทำให้ไม่อับชื้น ถอนต้นที่พบโรคออกก่อนที่จะระบาด เมื่อเข้าสู่ระยะแตกใบอ่อนและระยะออกดอกออกผลให้ฉีดพ่นยากันราเป็นระยะโดยเฉพาะในช่วงที่มีฝนตกชุกและความชื้นสูง ยาที่ใช้ได้ผลดีได้แก่ แคปแทน ดูปราวิท ไซเนบ หรือยาที่มีสารออกฤทธิ์พวกบีโนมิล หลังการเก็บเกี่ยวผลจากต้นแล้ว นอกจากจะทำความสะอาดโดยการฆ่าเชื้อที่ติดตามภาชนะบรรจุหรือโรงคัดตลอดจนห้องเก็บรักษาแล้ว อาจใช้วิธีการเก็บรักษาผลิตผลในอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมเพื่อควบคุมไม่ให้เชื้อสาเหตุเจริญเติบโต การเก็บผลิตผลในสภาพดัดแปลงหรือควบคุมบรรยากาศ การฉายรังสี หรือการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนส พบว่าการใช้สารกำจัดเชื้อราประเภท benzimidazole เป็นประจำหรืออย่างต่อเนื่อง จะทำให้ประสิทธิภาพในการควบคุมโรคทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวลดลง เนื่องจากมีเชื้อราสายพันธุ์ที่ต้านทานสารดังกล่าว (Splading, 1982; Farungsang and Farungsang, 1992) อีกทั้งในปัจจุบันผู้บริโภคใส่ใจเรื่องสุขภาพมากขึ้นการใช้สารเคมีหรือการฉายรังสีจึงไม่เป็นที่นิยม ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีที่สามารถป้องกันและกำจัดโรคแอนแทรคโนสได้ดีและปลอดภัยต่อผู้บริโภค วิธีดังกล่าวได้แก่การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีและการใช้น้ำร้อน แต่เนื่องจากเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพด้อยกว่าการใช้สารเคมี ในการทดลองครั้งนี้จึงใช้ทั้ง 2 วิธีร่วมกัน

**การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี**

การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี หมายถึงการควบคุมโรคโดยใช้จุลินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นช่วยลดจำนวนประชากรของเชื้อโรค ลดการเกิดโรคหรือลดความเสียหายที่เกิดจากเชื้อโรค ซึ่งอาจรวมถึงจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ พันธุกรรมหรือผลผลิตจากพันธุกรรมด้วย ยกเว้นการกระทำโดยตรงของมนุษย์ต่อเชื้อโรคเท่านั้น (สืบศักดิ์, 2540) การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีมักมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณเชื้อก่อโรค ด้วยการลดความมีชีวิตอยู่รอดของเชื้อโรคในระยะที่ปลูกพืช หรือลดการแพร่กระจายและการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา ลดการติดเชื้อโรคบนสิ่งอาศัย และลดความเสียหายในการเข้าทำลายของเชื้อโรค (เกษม, 2532) จุลินทรีย์ปฏิปักษ์มีกลไกในการควบคุมเชื้อโรคพืชด้วยวิธีการต่างๆ แบ่งได้ 5 วิธี (เกษม, 2532; สืบศักดิ์, 2540) ได้แก่

1. การสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiosis) หมายถึงการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดหนึ่ง ที่เกิดขึ้นจากสารที่สร้างขึ้นจากจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่ง สารดังกล่าวนี้จะมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตและอาจทำให้ตายได้

2. การแข่งขันซึ่งกันและกัน (competition) เป็นความพยายามของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดหรือมากกว่า ในการที่จะได้รับอาหารหรือที่อยู่อาศัยจาก substrate เดียวกัน และเมื่ออาหารหรือที่อยู่อาศัยไม่เพียงพอทำให้เกิดการแข่งขันกันเพื่อการอยู่รอดและเจริญเติบโตต่อไป

3. การเป็นปรสิต (parasite) โดยตรง หมายถึงการที่เชื้อปฏิปักษ์เข้าทำลายส่วนต่างๆ ภายในเชื้อสาเหตุโรคพืชโดยตรง เช่น รา *Trichoderma harzianum* ทำลายเชื้อรา *Rhizoctonia solani*

4. การเป็นตัวห้ำ (predator) เป็นวิธีการที่คล้ายกับการเป็นปรสิตแต่ต่างกันตรงวิธีการกินหรือการทำลาย กล่าวคือตัวห้ำเป็นการกินทั้งตัว เช่น ไส้เดือนฝอย *Ditylenchus myceliophagus* กินเชื้อราหรือเส้นใยของดอกเห็ด

5. การสร้างภูมิต้านทาน หมายถึงการใช้สายพันธุ์ของเชื้อโรคที่อ่อนแอหรือจุลินทรีย์ต่างกลุ่มกัน กับพืชเพื่อป้องกันการทำลายของเชื้อสายพันธุ์ที่รุนแรงกว่า

เชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการควบคุมโรคหลังเก็บเกี่ยวต้องมีคุณสมบัติดังนี้คือ มีลักษณะพันธุกรรมที่คงตัว มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคในปริมาณความเข้มข้นต่ำ ควบคุมเชื้อสาเหตุได้กว้างหลายชนิด และในผลิตผลหลายอย่าง สามารถมีชีวิตอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ไม่มีผลทำให้เกิดโรคกับผลิตผล ทนทานต่อสารกำจัดศัตรูพืช ใช้ร่วมกันได้กับกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวทางการค้า ไม่สร้างสารเมตาโบไลท์ซึ่งมีพิษต่อมนุษย์ แพร่กระจายหรือขยายได้ง่าย ไม่ต้องการอาหารที่จำเพาะเจาะจง และสามารถเจริญได้บนอาหารที่มีราคาถูก (ดนัย, 2543)

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมานักวิจัยหลายคนพยายามศึกษาหาจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่เหมาะสมเพื่อใช้ควบคุมโรคพืชชนิดต่างๆโดยชีววิธี ซึ่งได้มีการนำทั้งเชื้อรา ยีสต์ และแบคทีเรีย มาใช้เป็นจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ เช่น การใช้เชื้อรา *Trichoderma koningii* isolate Ti17 ควบคุมโรคแอนแทรคโนสซึ่งเกิดจากเชื้อ *C.gloeosporioides* บนผลเสาวรสแบบชีววิธีในสภาพห้องปฏิบัติการ (Rocha and Oliveira, 1998) การใช้ *Trichoderma viride* ควบคุมโรคใบจุดและโรคใบไหม้ของผลสตรอเบอรีในสภาพห้องปฏิบัติการและเรือนทดลอง พบว่าจุลินทรีย์ปฏิปักษ์สามารถลดระดับการเกิดโรคได้ (ยอดชาย, 2544) นอกจากนี้ยังมีการนำเชื้อรา *T. harzianum, T. hamatum, T. viride, T. koningii* และ *T. pseudokoningii* มาควบคุมโรครากเน่าและโรคโคนเน่าจากเชื้อสาเหตุ 3 ชนิด คือ *Rhizoctonia* sp., *fusarium oxysporum* f. sp. *Fragariae* และ *Colletotrichum fragariae* บนต้นสตรอเบอรี โดยนำไปใช้ผสมดินรองก้นหลุมก่อนปลูกทำให้มีเปอร์เซ็นต์ของต้นที่เป็นโรคต่ำลง (วิรัชนีย์, 2544) สำหรับยีสต์ได้มีการนำมาใช้หลายชนิดเช่นกัน ได้แก่ *Cryptococcus albidus* เพื่อยับยั้งเชื้อ *Botrytis cineria* และ *Penicillium expansum* สาเหตุโรคเน่าหลังเก็บเกี่ยวในแอปเปิล พบว่า *C. albidus* ความเข้มข้น 1 x $10^8$ CFU/ml สามารถยับยั้งการเกิดโรคได้ทั้ง 2 อุณหภูมิของการเก็บรักษา คือ 1 และ 23 องศาเซลเซียส เมื่อปริมาณของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์เพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการยับยั้งจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อทดลองใช้ *C. albidus* ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์และ iprodione พบว่าสารทั้ง 2 ชนิดช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของ *C. albidus* (Fan and Tian,2001) การใช้ยีสต์ *Candida guilliermondii* strain A42 และ *Acremonium cephalosporium* strain B11 ควบคุมการเจริญของ *Botrytis cinerea, Aspergillus niger*

และ *Rhizopus stolonifer* ซึ่งทำให้เกิดโรคเน่าของผลองุ่น (Zahavi *et al.*, 2000) นอกจากนี้ยังมีการนำ *Candida inconspicua* , *Candida tropicalis* (IFRPD6010), *Torulopsis glabata* (IFRPD6035) และ *Pichia membranaefaciens* (IFRPD6031) มาใช้ควบคุมเชื้อ *Lasiodiplodia theobromae* สาเหตุโรคขั้วผลเน่าและเชื้อ *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วง (จินันทนา, 2543; Sangchote and Saoha, 1997)

จากรายงานข้างต้นจะเห็นว่าการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีเป็นที่นิยมและสนใจอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเป็นวิธีที่ค่อนข้างปลอดภัย อย่างไรก็ตามเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคนักวิจัยควรศึกษาคุณสมบัติของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่ใช้ให้รอบคอบเนื่องจากจุลินทรีย์เหล่านั้นอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภคได้ การทดลองครั้งนี้จึงเลือกใช้จุลินทรีย์จากผลิตภัณฑ์อาหารหมัก ซึ่งนิยมบริโภคและยอมรับว่ามีความปลอดภัยในระดับหนึ่ง

**จุลินทรีย์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการหมัก** (ไพโรจน์, 2536)

จุลินทรีย์ที่ใช้ในขบวนการหมักเท่าที่มนุษย์รู้จักในปัจจุบันมีเพียงไม่กี่สายพันธุ์ มีทั้งแบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์ จุลินทรีย์เหล่านี้จะใช้สารประกอบอินทรีย์ในอาหารเป็นแหล่งพลังงานเพื่อการเจริญเติบโต ขบวนการเหล่านี้เป็นขบวนการที่ค่อนข้างซับซ้อน เป็นขบวนการที่เรียกว่า catabolic process

การแบ่งกลุ่มของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ แบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์ แบคทีเรียที่สำคัญได้แก่ จีนัส *Propionibacterium* ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมนมโดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตเนยแข็ง จีนัส *Acetobacter* ซึ่งจะผลิต acetic acid เช่น *Acetobacter aceti, Acetobacter rancens* และ *Acetobacter xylinum* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซีติกจากการ oxidize alcohol เชื้อรามีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการผลิตซีอิ๊ว เต้าหู้ยี้ เต้าเจี้ยว เนยแข็งที่มีกลิ่นรสชนิดต่างๆ นอกจากนี้ยังมีความสำคัญในการผลิต ยาปฏิชีวนะ กรดอินทรีย์ และเอนไซม์ต่างๆ เชื้อราที่สำคัญได้แก่ *Mucor pusillus, M. hiemalis* ซึ่งใช้ในการทำเต้าหู้ยี้และเนยแข็ง *Rhizopus nigricans* ใช้ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากถั่วเหลือง *Aspergillus niger* ใช้ผลิตกรดซิตริก กรดกลูโคนิก และเอนไซม์ทางการค้า ส่วนยีสต์นั้นมีบทบาทต่ออุตสาหกรรมการหมักมานานในเรื่องเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ขนมปัง ยีสต์ที่สำคัญได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae* จัดเป็น top yeast ที่ใช้ในการหมักเบียร์ และยังเป็นยีสต์ที่ใช้ทำขนมปังด้วยเนื่องจากยีสต์ชนิดนี้มีความสามารถในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสามารถหมักน้ำตาลอื่นๆ อีก เช่น galactose, saccharose, maltose ส่วน raffinose จะหมักได้เพียง 1/3 เท่านั้น นอกจากนี้ยังมี *S. carlsbergensis* ซึ่งจัดเป็นพวก bottom yeast ใช้ในการผลิตเบียร์ได้เช่นกัน แต่ต่างจาก

*S. cerevisiae* คือสามารถหมัก raffinose ได้สมบูรณ์ *S. fragilis* เป็นยีสต์ที่สามารถหมักน้ำตาล lactose ใช้ในการเตรียมผลิตภัณฑ์หมักจากน้ำนม *S. lactis* ใช้ในอุตสาหกรรมโยเกิร์ต ยีสต์นี้สามารถใช้ lactose และ maltose ได้ *C. utilis* มีส่วนประกอบของโปรตีนสูงและยังประกอบด้วยวิตามินบี อาจนำมาเป็นอาหารคนและสัตว์ได้ มีความสามารถหมัก glucose, saccharose และ raffinose ตลอดจนสามารถใช้ในเตรทได้ *C. lipolytica* เป็นยีสต์ที่ไม่สามารถหมักน้ำตาล แต่สามารถย่อย gelatin ได้รวดเร็วและสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังสามารถสลายและเจริญบนไขมันได้ มักพบยีสต์ชนิดนี้ในเนย

**การใช้ความร้อนในการป้องกันและกำจัดโรคหลังเก็บเกี่ยว**

การใช้ความร้อนในการป้องกันและกำจัดโรคในผลไม้เป็นวิธีที่ทำกันมานานแล้ว เนื่องจากความร้อนสามารถกำจัดเชื้อราที่เป็นสาเหตุโรคหลังเก็บเกี่ยว กำจัดแมลง อีกทั้งยังมีผลต่อการสุกและคุณภาพของผลไม้ด้วย และสาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือความต้องการลดการใช้สารเคมีในผักผลไม้หลังเก็บเกี่ยว การใช้ความร้อนกับผักและผลไม้มี 3 วิธี ได้แก่ การใช้น้ำร้อน การใช้ไอน้ำร้อน และการใช้อากาศร้อน โดยเริ่มแรกมีการใช้น้ำร้อนเพื่อควบคุมเชื้อราต่อมาพัฒนาใช้ไอน้ำร้อนเพื่อควบคุมแมลง ส่วนการใช้อากาศร้อนสามารถควบคุมได้ทั้งเชื้อราและแมลง (Lurie, 1998)

ผลไม้ที่นิยมใช้ความร้อนในการป้องกันและกำจัดโรคหลังเก็บเกี่ยวได้แก่ ส้ม แอปเปิล มะนาว มะละกอ และมะม่วง โดยอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาที่ใช้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ของผลไม้นั้นๆ เช่น มีการใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 49 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที เพื่อกำจัดสปอร์ของเชื้อราบนผิวส้ม เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำร้อนเป็น 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สามารถกำจัดสปอร์ของราสีน้ำเงินได้ถึง 99 เปอร์เซ็นต์ (Wills *et al.*, 1981) ส่วนในมะละกอ จริงแท้ (2542) แนะนำว่าการควบคุมโรคแอนแทรคโนส สามารถทำได้โดยแช่ผลมะละกอในน้ำร้อนประมาณ 50-55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-10 นาที แต่ในมะนาวนั้นการใช้น้ำร้อน 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 60 วัน (สุทัศน์เทียม, 2544) สำหรับมะม่วงความร้อนที่ใช้มีอยู่หลายระดับขึ้นอยู่กับรูปแบบของความร้อน (น้ำร้อน ไอน้ำร้อน อากาศร้อน) และกรรมวิธีที่นำมาใช้ร่วมกับความร้อน เช่น ถ้าใช้ในรูปอากาศร้อนเพียงอย่างเดียวต้องให้อากาศร้อนกับมะม่วงจนมีอุณหภูมิภายใน 46, 47 และ 48 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24, 10 และ 8 นาที จึงจะสามารถควบคุมโรคแอนแทรคโนสได้ (Coates *et al.*, 1993) ถ้าใช้ในรูปน้ำร้อนต้องจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 51-55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 หรือ 30 นาที (Carlos and Misipati, 1992) แต่เมื่อใช้น้ำร้อนร่วมกับสารเคมี thiabendazole ความเข้มข้น 1,000 ppm อุณหภูมิของน้ำจะอยู่ในช่วง 52-54 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8-10 นาที เท่านั้น (Feng *et al.*,

1991) นอกจากนี้ Lonsdale (1993) รายงานว่าการจุ่มมะม่วงในน้ำร้อนผสม prochloraz ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 2 นาที แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 11 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน สามารถควบคุมโรคแอนแทรคโนสได้

สำหรับในประเทศไทยการใช้น้ำร้อนในการป้องกันและกำจัดโรคหลังเก็บเกี่ยวของมะม่วงมีทั้งที่ใช้น้ำร้อนเพียงอย่างเดียวและใช้ร่วมกับวิธีการอื่นๆ เช่น จริงแท้ (2542) แนะนำว่าการควบคุมโรคแอนแทรคโนสในผลมะม่วง สามารถทำได้โดยแช่ผลในน้ำร้อนประมาณ 50-55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-10 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของมะม่วง สำหรับมะม่วงพันธุ์มหาชนกยังมีข้อมูลในเรื่องนี้ไม่มากนักจึงต้องมีการศึกษาต่อไป

อย่างไรก็ตามแม้ว่าการใช้ความร้อนสามารถป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนสได้ดีแต่มีข้อควรระวังคือ ไม่ควรใช้อุณหภูมิสูงและนานเกินไปเพราะจะทำให้เกิดอาการผิดปกติที่ผิวของผลไม้ได้หรืออาจจะเร่งการหายใจและการผลิตก๊าซเอทธิลีนภายในผล กระตุ้นกระบวนการสุกทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง จึงจำเป็นต้องลดอุณหภูมิของผลไม้หลังการใช้ความร้อนโดยทิ้งไว้ให้ลมโกรกหรือใช้น้ำเย็นนาน 10 นาที (วิจิตร, 2529)