บทที่ 2
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มะม่วง(Mangifera indica L.) เป็นผลไม้เขตร้อน ซึ่งมีแบบแผนของการหายใจเป็นแบบ Climacteric สุกได้เร็วและเสียหายได้ง่าย ในช่วงเวลาการเก็บรักษา หรือวางจำหน่ายหรือขนส่ง ซึ่งสาเหตุการสูญเสียเกิดขึ้นเนื่องจากผลมะม่วงเป็นโรคโดยเฉพาะโรคแอนแทรคโนส ปริมาณการสูญเสียอาจมีมากถึง 97 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ที่ปลูก สถานที่ทำการเพาะปลูก การปฏิบัติดูแลรักษา ตลอดจนสภาพแวดล้อม (Vangnai and Kosiyachinda, 1985) สำหรับในประเทศไทย การสูญเสียภายหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลทางการเกษตรนับได้ว่า มีมากมายพบได้ทุกขั้นตอน ในการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ตั้งแต่การผลิต การเก็บเกี่ยว การคัดคุณภาพผลิตผล การบรรจุภัณฑ์ การเก็บรักษาจนถึงมือของผู้บริโภค ซึ่งการสูญเสียดังกล่าวหากประเมินเป็นมูลค่าของผลิตผล มีมูลค่าสูงหลายล้านบาท ดังนั้นการให้ความสำคัญกับการควบคุมการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วง โดยเฉพาะ การพัฒนาวิธีการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงที่มีประสิทธิภาพเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น

1. โรคแอนแทรคโนสในมะม่วง

การเกิดโรคแอนแทรคโนส ในมะม่วงที่มีเชื้อสาเหตุจากเชื้อ Colletotrichum gloeosporioides (Penz.) Sacc. (Tandon and Singh, 1968) โดยเชื้อจะเข้าทำลายผลิตผล เริ่มตั้งแต่อยู่ในแปลงผลิต เข้าทางช่องเปิดตามธรรมชาติ เช่น เลนติเซล และปากใบ จากการสัมผัสกับใบที่เป็นโรค หลังจากนั้นเชื้อโรคแอนแทรคโนส จะฟักตัวในช่องว่างระหว่างเซลล์ (intercellular space) จนกระทั่งมะม่วงถูกเก็บเกี่ยวหรือสุก หรืออยู่ในสภาพที่อ่อนแอเชื้อโรคแอนแทรคโนสจึงมีการพัฒนาและเจริญ จนปรากฏรอยโรคเป็นแผลค่อนข้างกลมสีน้ำตาลเข้มถึงดำ มีขอบเขตชัดเจนขอบแผลเป็นสันตรงกลางยุบลงเล็กน้อย เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมจะพบสปอร์สีส้มบริเวณกลางแผล (ดารา,2526)

Clara (1927) รายงานไว้เป็นครั้งแรกว่า C. gloeosporioides เป็นสาเหตุของโรคผลเน่า กับผลไม้ที่อยู่ในระหว่างการเก็บรักษา ต่อมา Doidge (1932) และ Wardlaw et al.(1939) พบว่าเชื้อราชนิดนี้เข้าทำลายเป็นแบบแฝง (latent infection) ตั้งแต่ผลไม้นั้นเติบโตอยู่บนต้นแม่ โดยเชื้อราจะพักตัวอยู่ในผล และพัฒนาอาการของโรคเป็นจุดสีดำขึ้นที่ผิวผล ภายหลังที่ผลไม้นั้นถูกเก็บเกี่ยว และนำมาบ่มหรือเก็บรักษาเป็นระยะเวลาหนึ่ง ในประเทศอินเดีย มีการศึกษายืนยันว่า ผลไม้ที่เน่าเสีย เนื่องจากโรคแอนแทรคโนสนั้น เกิดจากการที่เชื้อรา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เข้าทำลาย และฟักตัวอยู่ในผลมาก่อนตั้งแต่ผลยังเล็ก ๆ และมีสีเขียว แต่อาการของโรคจะแสดงออกให้เห็นอย่างชัดเจน เมื่อผลไม้นั้นเริ่มสุก (Chema et al.,1950) โดยปกติโรคแอนแทรคโนสไม่ค่อยเป็นปัญหาที่สำคัญกับผลิตผลทั่ว ๆ ไป แต่จะเป็นปัญหาที่สำคัญกับผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งอยู่ระหว่างการขนส่ง และการเก็บรักษา (Tandon and Singh ,1968b)

การศึกษาลักษณะการเข้าทำลายแบบแฝง (latent infection) ของเชื้อรา C. gloeosporioides ในมะม่วงโดยวิธี Tissue Transplanting อังสุมา (2530) พบว่าเชื้อราชนิดนี้สามารถเจริญอยู่ในเนื้อเยื่อผลมะม่วงในระดับความลึก 1-2 มิลลิเมตร เมื่อวัดจากผิวเปลือกของผล ส่วนเนื้อเยื่อในระดับที่ลึกกว่า 2 มิลลิเมตร ไม่พบการเจริญของเชื้อโรคแอนแทรคโนส ลักษณะการเข้าทำลายของเชื้อโรคแอนแทรคโนสในมะม่วง เริ่มจากการงอกส่วนของ germ tube ของสปอร์ตามด้วยการสร้าง appressorium ที่ส่วนปลายของ germ tube เพื่อใช้เป็นที่ยึดเกาะผิวมะม่วง หลังจากนั้นมีการเจริญของเส้นใยผ่านชั้น cuticle ลงไปยังชั้น epidermis มีการเจริญขยายเส้นใย ในช่องว่างระหว่างเซลล์ ซึ่งความลึกของบริเวณที่มีการเจริญของเส้นใย วัดจากผิวนอกของผลมะม่วง ไม่เกิน 90 - 205 ไมครอน พักตัวอยู่จนกระทั่งผลมะม่วงสุก หรือสภาวะที่เหมาะสมกับการเจริญ จึงแสดงอาการของโรคแอนแทรคโนสชัดเจน

เชื้อรา C. gloeosporioides สามารถทำให้เกิดอาการของโรคได้เกือบทุกส่วนของพืชที่อยู่เหนือดิน เช่น ใบ กิ่งอ่อน ดอก และ ผล เชื้อราสามารถเข้าทำลายได้ทุกระยะการเจริญเติบโต โดยอาการบนใบจะปรากฏชัดเห็นเป็นจุดแผลสีน้ำตาล ขอบแผลไม่เรียบ เมื่ออาการของโรคพัฒนาเต็มที่เนื้อบริเวณกลางแผลจะขาดหลุดไปเห็นเป็นรูกลางแผล (สุชาติ ,2521 ;Tricita and Quimio , 1974) สำหรับอาการบนแผลเริ่มแรกเห็นเป็นจุดสีน้ำตาลเล็ก ๆ บนแผลจะค่อย ๆ ขยายขอบเขตกว้างขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้คุณภาพผลต่ำลง และเน่าเสียไปในที่สุด

แม้ว่าเชื้อสาเหตุสามารถเข้าทำลายผลมะม่วงได้ทุกระยะก็ตามแต่สำหรับผลที่มีแผลจะอ่อนแอต่อโรคมากกว่าผลปกติ โดยบนผลที่เริ่มสุกและมีบาดแผลสามารถเห็นอาการเริ่มแรกด้วยตาเปล่าในเวลา 12 ชั่วโมง และผลที่ยังเป็นสีเขียวแต่มีรอยแผลสามารถเห็นอาการเริ่มแรกด้วยตาเปล่าในเวลา 24 ชั่วโมง หลังการปลูกเชื้อ ส่วนในผลที่ไม่มีบาดแผลเห็นอาการเริ่มแรกด้วยตาเปล่าในเวลา 48 ชั่วโมง ในผลที่เริ่มสุก และ 72 ชั่วโมง ถึง 96 ชั่วโมงในผลที่ยังเขียวอยู่หลังการปลูกเชื้อแล้ว ซึ่งสปอร์ของเชื้อนี้เริ่มงอกตั้งแต่ 6 ชั่วโมงแรกบนผิวผล และเริ่มเข้าไปในผลภายในเวลา 24 ชั่วโมงบนผิวผลมะม่วงที่เริ่มเหลือง และภายในเวลา 48 ชั่วโมงบนผิวผลมะม่วงที่ยังสด และเขียวอยู่ (Tricita and Quimio, 1974) หลังจากเชื้อเข้าทำลายได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แล้ว ถ้าผลมะม่วงยังไม่แก่เต็มที่เชื้อจะฟักตัวอยู่เป็นแบบแฝง โดยเชื้อสาเหตุจะสร้าง infection hyphae ออกมาจาก appressoria แล้ว hyphae เจริญลงไประหว่างเซลล์ ลึกลงไปประมาณ 2 - 3 ชั้นของเซลล์ผิวผล แล้วพักตัวอยู่เช่นนั้นจนกระทั่งผลไม้เริ่มสุกจึงเจริญ และเข้าทำลายผลต่อไป (Verhoeff, 1974)

เชื้อราชนิดนี้พบมากเสมอในแถบร้อนชื้นและกึ่งร้อน และมีการกระจายตัวอยู่ในเขตต่าง ๆ ทั่วไปในโลก (Sutton, 1980) ซึ่งมีผู้ศึกษาพบโรคนี้เกิดขึ้นบนผลมะม่วงในหลายประเทศ เช่น ในอาฟริกาใต้ (Jacobs et al. ,1973) ฟิลิปปินส์ (Tricita and Quimio, 1974) เปอร์โตริโก้ มาเลเซีย สหรัฐอเมริกา (ฟลอริดา และ ฮาวาย) อินเดีย และ ไทยเป็นต้น (นิพนธ์, 2526)

สำหรับประเทศไทยพบว่ามีโรคแอนแทรคโนสแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งเพาะปลูกมะม่วงและผลไม้ต่าง ๆ โดยเฉพาะกับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมจากประเทศผู้นำเข้ามะม่วง เช่น ประเทศฝรั่งเศส อังกฤษ (พิมพา, 2523) มะม่วงพันธุ์ดังกล่าวมีความอ่อนแอต่อโรคนี้มากที่สุด (นิพนธ์, 2526)

ลักษณะโดยทั่ว ๆ ไปสปอร์ของเชื้อรา C. gloeosporioides มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกตรง ปลายมนขนาด 9 - 24 x 3 - 4.5 ไมครอน โดยสร้าง appressoria ขนาด 6-20 x 4-12 ไมครอน รูปทรงกระบอง (clavate) หรือแตกต่างไปบ้างเล็กน้อย มีพืชอาศัยมากมายหลายชนิด อย่างไรก็ตามเชื้อราใน species นี้อาจแตกต่างกันได้บ้างในลักษณะบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphology)ของพืชอาศัย และความสามารถในการทำให้เกิดโรค ซึ่งจากความสามารถในการเข้าทำลายของเชื้อ และ การพัฒนาอาการของโรคบนผลมะม่วงขึ้นอยู่กับอายุ และความแข็งแรงของผลด้วยดังกล่าวมาแล้ว ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาจึงมีผลกระทบต่อการพัฒนาอาการของโรคในผลมะม่วง(Sutton, 1980)

โดยทั่วไป ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจของเนื้อเยื่อผลไม้ แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ พวก climacteric fruits และพวก non-climacteric fruits โดยพวกที่เป็น non - climacteric fruits หลังเก็บเกี่ยวมาแล้วอัตราการหายใจจะค่อย ๆ ลดลงจนถึงในระดับหนึ่งอัตราการหายใจค่อนข้างคงที่ โดยไม่มีการเพิ่มอัตราการหายใจ ในระยะที่ผลไม้เริ่มสุก ส่วนในพวกผลไม้ที่เป็น climacteric fruits หลังจากเก็บเกี่ยวมาแล้ว ในช่วง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงระยะสุดท้ายก่อนการสุก จะมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นมาก ซึ่งในช่วงนี้เป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในผล (McGlasson, 1985) ทั้งทางสรีรวิทยาและทางชีวเคมีหลายประการ เช่น ปริมาณกรดลดลง ปริมาณน้ำตาล และการสร้างเอทิลีนเพิ่มมากขึ้น เกิดกลิ่นเฉพาะตามชนิดผลไม้นั้น ๆ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากสารพวก ester มีการเปลี่ยนแปลงสีผิว และความอ่อนนุ่มของเนื้อผลเพิ่มมากขึ้น(Askar et al., 1983) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้มีผลในการช่วยให้เชื้อสาเหตุพัฒนาได้ดีขึ้น และทำให้เนื้อเยื่อพืชอ่อนแอมากขึ้น ทำให้อาการของโรคสามารถพัฒนาได้ดี และลุกลามเร็วขึ้นเมื่อผลไม้มีการสุกมากขึ้น โดยเฉพาะถ้าผลไม้นั้นมีบาดแผล หรืออยู่ในสภาพการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม การพัฒนาของโรคจะยิ่งรุนแรงมากขึ้น(Eckert and Ratnayake, 1983) เนื่องจากในพืชที่ถูกทำลายให้เกิดบาดแผลจะมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มมาก ซึ่งเอทิลีนส่วนที่เพิ่มขึ้นมานี้ เรียกว่า " wound ethylene " หรือ " stress ethylene " (Abeles, 1972) Williamson (1950) เป็นคนแรกที่ชี้ให้เห็นว่า injured cells มีการผลิตเอทิลีนมากกว่าเนื้อเยื่อปกติ Nadel et al. (1985) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลมะม่วงซึ่งได้รับการปลูกเชื้อรา Colletotrichum , Diplodia , Trichothecium และ Alternaria ปรากฏว่าเชื้อรา Colletotrichum ทำลายผลมะม่วงได้รวดเร็วมาก ซึ่งอัตราการหายใจของผลมะม่วงที่ได้รับการปลูกเชื้อราชนิดต่าง ๆ นี้เพิ่มขึ้นเร็วและสูงกว่าในผลมะม่วงปกติ โดยผลที่เป็นโรคมีอัตราการหายใจสูงสุดเพียง 110-150 mg CO_2/kg.hr ในขณะที่ผลปกติ มีอัตราการหายใจสูงสุดเพียง 90 mg CO_2 /kg.hr ส่วนอัตราการผลิตเอทิลีนก็เป็นไปในทำนองเดียวกันกับอัตราการหายใจ คือปริมาณการผลิตเอทิลีนในผลมะม่วงที่ได้รับการปลูกเชื้อเพิ่มขึ้นเร็วและสูงกว่าในผลมะม่วงปกติ

2. <u>การควบคุมโรคแอนแทรคโนสหลังการเก็บเกี่ยว</u>

วิธีการควบคุมโรคพืชของผัก และผลไม้สด ภายหลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการ ที่ไม่ใช้สารเคมีมีหลายวิธีการ เช่น การจุ่มผลิตผลในน้ำร้อน(hot water treatment) การอบผลิตผลด้วยไอน้ำร้อน(vapor heat treatment) หรือการอบผลิตผลด้วยอากาศร้อน(hot forced-air treatment) (McGuire, 1991; Barkai-Golan and Phillips, 1991) การฉายรังสีแกรมม่า(Broderick and Vander Linde, 1981; Johnson et al., 1990; Lonsdale et al., 1991) การฉายรังสีอัลตราไวโอเลต(Moy et al., 1978; Ben-Yehoshua et al., 1992; Rodov et al., 1992; Lu et al., 1987; Steven et al., 1990)การใช้สารชีวภาพ (Koomen, 1990; Koomen et al., 1992; Korsten et al., 1991) หรือการป้องกันตัวเองของผลิตผล(Droby et al., 1987; Mcpartland and Schovenewiss, 1984)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการควบคุมการพัฒนาอาการของโรคพืช สามารถทำได้ โดย การเลือกสายพันธุ์พืชที่มีระดับของสารต้านทานเชื้อราสูง (Droby et al., 1986) หรือ การเก็บรักษาผลิตผลในสภาวะที่สามารถชะลอการสุกได้โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตผล เช่น การเก็บรักษาภายใต้สภาพดัดแปลงบรรยากาศ (modified atmosphere) (Miller et al., 1986; Sornsrivichai et al., 1989; Lonsdale et al., 1991) การเก็บรักษาภายใต้สภาพควบคุมสัดส่วนของบรรยากาศ (controlled atmosphere) (Sommer, 1985) การเคลือบไข (Waxing) (Brown, 1986) และการกำจัดก๊าซเอทิลีนในสภาพแวดล้อมที่มีการเก็บรักษาผลิตผลร่วมกับการเก็บรักษาในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำ (Sommer, 1985; Schiffmann-Nadel et al., 1985; Johnson, 1992) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่มีผลกระทบต่อความต้านทานโรคหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผล เช่น สภาพแวดล้อมในแปลงผลิต การให้สารแคลเซี่ยมแก่ต้นพืช หรือผลิตผล (Sive and Resnizky, 1985) การขาดแคลนสารอาหารของต้นพืช (Ramos et al., 1991) และการให้น้ำแก่ผลิตผลในแปลงผลิต (Bower et al., 1985) เป็นต้น

ในการเก็บรักษาผลไม้ให้มีคุณภาพดี และแนวทางที่จะช่วยลดความรุนแรงหรือโอกาสการเกิดโรคบนผลิตผล ขั้นแรกควรพยายามรักษาความต้านทานแบบธรรมชาติ (natural resistance) ของพืชนั้น ๆ ไว้ (Eckert, 1983) เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการตื่นตัวในเรื่องของการตกค้างของสารเคมีที่นำมาใช้หลังการเก็บเกี่ยวที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค สิ่งแวดล้อม และการเกิดความต้านทานแบบ cross resistance ของจุลินทรีย์ต่อสารเคมี (Waard et al., 1982 ; Wild, 1983) ดังนั้นแนวทางในการใช้วิธีทางกายภาพเพื่อควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว จึงเป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจมาก

วิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการป้องกันกำจัดโรคหลังการเก็บเกี่ยว มีหลักการดังนี้ (Eckert, 1975)

1. ป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุ
2. การกำจัดเชื้อโรคที่เริ่มเข้าทำลายผลิตผลให้หมด
3. การทำให้โรคแสดงอาการช้าลง
4. การยับยั้งการแพร่กระจายของเชื้อสาเหตุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การควบคุมโรคเน่าของมะม่วงภายหลังการเก็บเกี่ยว ที่เกิดจากโรคแอนแทรคโนสมีหลายวิธี ทั้งวิธีการทางกายภาพ และวิธีการทางเคมี หรือการปฏิบัติร่วมกันทั้ง 2 วิธี ดังที่กล่าวมาแล้ว ข้างต้นสำหรับวิธีการปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวที่วิจัย เน้นศึกษาเกี่ยวกับวิธีการทางกายภาพ เช่น การใช้อุณหภูมิสูง และการใช้รังสีอัลตราไวโอเลต

2. การใช้อุณหภูมิสูง ควบคุมโรคแอนแทรคโนสหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วง

นอกจากการใช้สารเคมีแล้ว การใช้น้ำร้อนเป็นวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพดีมากในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าทำลายแบบแฝงอยู่ในผลิตผล (Burchill, 1964; Couey and Follstad, 1966) แต่วิธีการใช้น้ำร้อนนี้มีข้อจำกัด คือ ต้องใช้อุณหภูมิสูง ที่สามารถทำลายเชื้อสาเหตุโรคนั้น ๆได้ และต้องเป็นอุณหภูมิที่พืชสามารถทนทานได้ โดยที่ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตผล ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมในการปฏิบัตินี้มักเป็นอุณหภูมิสูงใกล้เคียงกับจุดที่เกิดอันตรายกับผลิตผลได้ สำหรับระดับอุณหภูมิ และระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับแต่ละผลิตผล และเชื้อแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน(Eckert and Sommer, 1967) โดยทั่วไปอาการผิดปกติเนื่องจากความร้อนสูงเกินไป (heat injury) บนผลมะม่วงจะปรากฏให้เห็นตั้งแต่อุณหภูมิ 55 °C ขึ้นไปซึ่งอุณหภูมิในระดับ 52 °C เป็นช่วงที่ปลอดภัยที่สุด สำหรับการปฏิบัติกับผลมะม่วง(Muirhead, 1976)

การปฏิบัติด้วยความร้อนภายหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผล มีวัตถุประสงค์ เพื่อทำลายหรือทำให้เชื้อก่อโรคพืชอ่อนแอ มีความแตกต่างจากการใช้ความร้อนภายหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ เช่น การใช้ความร้อนเพื่อยับยั้งไส้เดือนฝอย แมลง หรือไวรัส ซึ่งใช้เวลาในการปฏิบัติที่ยาวนานกว่า การให้ความร้อนแก่ผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อควบคุมโรคเน่า โดยปกติใช้เวลา 3-5 นาทีเท่านั้น เพราะว่า เชื้อโรคที่เป็นเป้าหมายมักพบที่บริเวณผิวหรือ ภายในเซลผิวชั้นนอกของผลิตผล ดังนั้นความสำเร็จของการควบคุมเชื้อก่อโรคพืชที่สำคัญ จึงมีความจำเป็นในการปฏิบัติเพื่อควบคุมการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ เฉพาะที่ผิวนอกของผลิตผลเท่านั้น (Barkai-Golan and Phillips,1991)

Barkai-Golan and Phillips (1991) กล่าวว่าการปฏิบัติด้วยความร้อนหลังการเก็บเกี่ยวเป็นการใช้ความร้อนอุณหภูมิมากกว่า 40 °Cโดยอาศัยตัวกลางการนำความร้อนเช่น น้ำ ไอน้ำ หรือ อากาศ สำหรับควบคุมเชื้อโรคภายหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งโดยปกติผลไม้ และผักมีความทนทานต่ออุณหภูมิ 50-60 °Cเป็นเวลา 5-10 นาที ดังนั้นการสัมผัสกับความร้อนในช่วงเวลาสั้น ๆ ที่อุณหภูมิดังกล่าว จึงสามารถควบคุมเชื้อก่อโรคพืชภายหลังการเก็บเกี่ยวหลายชนิดโดยไม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำให้เกิดความเสียหายกับผลิตผลเช่นเดียวกับที่ Smith et al.(1964) เคยรายงานว่าเชื้อก่อโรคสามารถถูกทำลาย หรือบอบช้ำ โดยที่แหล่งที่อยู่อาศัย (host) หรือเนื้อเยื่อของผลิตผลได้รับผลกระทบน้อยมาก ในปัจจุบันการควบคุมโรคพืชภายหลังการเก็บเกี่ยวโดยการใช้สารเคมี ไม่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคโดยส่วนใหญ่ ส่วนการใช้ความร้อนภายหลังการเก็บเกี่ยวเป็นวิธีการที่มีความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภค จึงควรมีการศึกษา และพัฒนาให้เหมาะสมกับการนำมาปฏิบัติกับผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว

การศึกษาผลกระทบของการใช้ความร้อนเพื่อควบคุมเชื้อ C. gloeosporioides ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง และมะละกอ ในเชิงการค้า โดย Eckert and Sommer(1967)รายงานว่า การเจริญของเชื้อโรคจะหยุดเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง อาจเนื่องมาจากความร้อนสามารถฆ่าเชื้อโรค โดยทำให้เอ็นไซม์ และโปรตีนเสียสภาพ ซึ่งเป็นผลเกี่ยวเนื่องมาจากอุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้ปฏิบัติ นอกจากนี้เชื้อราแต่ละชนิดมีการตอบสนอง ต่ออุณหภูมิที่แตกต่างกันไป เช่น Penicillium expansum สามารถทนความร้อน 53 ° C นาน 4 นาที Monilinia fructicola , Botrytis cinerea และ Cladosporium herbarum ทนความร้อนที่มีอุณหภูมิสูงถึง 43 - 47 °C เป็นต้น

ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความร้อน สำหรับป้องกันการเน่าเสีย ภายหลังการเก็บเกี่ยวของ ผลไม้หลายชนิด เช่น แอปเปิล (Lidster and Porritt, 1978), ส้ม (citrus) (Ben-Yehoshua et al., 1989; Chun et al., 1988; Hopkins and Louchs, 1948), มะม่วง (Spalding and Reeder, 1986), แตงโม (Teitel et al., 1989), แพร์ (pear)(Ben-Arie and Guelfat-Reich, 1969), สาลี่ (Phillips and Austin, 1982), สตรอเบอรี่ (Couey and Follstad, 1966), และ มะเขือเทศ (Barkai-Golan, 1973)

ในช่วงต้นปี ค.ศ.1948 (Hopkins and Louchs) กล่าวถึงราสีเขียวของผลส้ม (oranges) ที่มีสาเหตุจากเชื้อ P. digitatum ซึ่งแสดงให้เห็นการลดลงของเชื้อราดังกล่าวโดยการเก็บรักษาผลส้มที่ 30 °C และมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 90-100 % เป็นเวลาหลายวันหลังการเก็บเกี่ยว Brown (1973) และ Brown et al.(1978 and 1983) พบว่าสภาวะแวดล้อมในการเก็บรักษาดังกล่าวมีผลกระทบต่อการสังเคราะห์ทางชีววิทยาของลิกนินในส่วน flavedo ของผลส้ม ขณะเดียวกันมีการลดลงของการเติบโตของ P. digitatum

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Ben-Yehoshua et al. (1987 and 1989) กล่าวว่า การปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยวด้วยความร้อน (34-36 °C) ของผลส้มที่หุ้มผลด้วยพลาสติกฟิลม์ เร่งการสมานแผลของบาดแผลที่ผลและลดอาการเน่าเสียจากราสีเขียวอย่างชัดเจน การบรรจุภัณฑ์ด้วยพลาสติกฟิลม์ที่ปิดสนิทเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการปฏิบัติด้วยความร้อนให้ได้รับความสำเร็จ ทำให้เกิดสภาวะบรรยากาศที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำ ป้องกันการสูญเสียน้ำหนักสดของผลิตผล ป้องกันการกลับเข้าทำลายผลิตผลของเชื้อโรค และการป้องกันผลจากการเสียหายจากอุณหภูมิ(Ben-Yehoshua et al., 1987) สอดคล้องกับผลงานของ Chun et al.(1988) ซึ่งรายงานว่าการปฏิบัติด้วยความร้อนร่วมกับ การให้ความชื้นสูงสามารถลดอุบัติการณ์ของการเน่าจากเชื้อ P.digitatum ในผลเกรพฟรุท (grapefruit) ระหว่างการเก็บรักษา

Ben-Yehoshua et al. (1987) ได้แสดงให้เห็นว่ากลไกของปฏิกิริยาของการปฏิบัติด้วยความร้อน ในการลดการเน่าเสียจากราสีเขียวของผลส้มอาจเกิดขึ้นดังนี้ โดย 1) การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรค ด้วยความร้อน 2) ความร้อนชักนำให้ผลิตผลมีการสังเคราะห์สารที่คล้ายคลึงกับlignin และ 3) ความร้อนสนับสนุนกิจกรรมของสารต่อต้านเชื้อรา

2.1.1 การจุ่มผลมะม่วงในน้ำร้อน

การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมการเน่าเสียของผักและผลไม้ โดยวิธีการจุ่มผลิตผลในน้ำร้อน มีประสิทธิภาพในการควบคุมการเน่าเสียของผลิตผล แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช รูปแบบของสปอร์ของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรค ระดับของอุณหภูมิ และช่วงเวลาในการจุ่มน้ำร้อนของผลิตผล เช่นในการจุ่มผลแอปเปิลในน้ำร้อน 45 ° C นาน 10 นาที สามารถควบคุมโรคเน่าเนื่องจากเชื้อ Gloeosporium spp. และ P expansum ได้ แต่มีผลกระทบต่ออายุการเก็บรักษา ทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง (Edney and Burchill, 1967) การควบคุมโรคเน่าของผล grapefruits จากเชื้อ Phytophthora citrophthora ใช้อุณหภูมิน้ำร้อน 48 °C นาน 3 นาที (Schiffmann-Nadel and Cohen, 1966) การควบคุมโรค เน่าของมะนาว(Lemon)เนื่องจากเชื้อ P. digitatum และPhytophthora spp.ใช้อุณหภูมิน้ำร้อน 52 °C นาน 5-10 นาที (Houck, 1967) การควบคุมการเน่าเสียของลิ้นจี่จากเชื้อ Aspergillus spp. และ Rhizopus spp. ใช้อุณหภูมิน้ำร้อน 52 °C นาน 2 นาที สามารถควบคุมการเน่าหลังการเก็บเกี่ยวได้ แต่มีผลกระทบทำให้เกิดอาการผิดปกติสีน้ำตาลขึ้นที่ผิวผล(brownning reaction) (Scott et al., 1982) ในพริกไทย (peper ,bell) การจุ่มน้ำร้อน 53 °C นาน 1.5 นาที สามารถควบคุมการเน่าจากเชื้อ Erwinia spp.ได้ แต่ทำให้เกิดอาการผิดปกติที่ผิว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของผลิตผล (Johnson, 1968)

การใช้น้ำร้อนหลังการเก็บเกี่ยวมีประสิทธิภาพในการควบคุม การเข้าทำลายผลิตผลของเชื้อรา C. gloeosporioides ในผลไม้หลายชนิด เช่น มะละกอ (Akamine and Arisumi, 1953) และ มะม่วง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจุ่มผลมะม่วงพันธุ์ต่าง ๆ ในน้ำร้อนอุณหภูมิ ๆ

สายพันธุ์	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)	ผลการทดลอง	เอกสารอ้างอิง
Pahiri	51.7	20	ลดการเกิดโรคแอนแทรคโนส	Pennock and Maldonaldo
Alphous			ไม่เกิดอาการเสียหาย-	(1962)
Haden	52.2		เนื่องจากอุณหภูมิสูง	
Davies				
Lagra	50	15	ควบคุมโรคแอนแทรคโนส	Tandon and Singh 1968
Dashehri				
Causa	55	15	เก็บรักษา 9-10 °C	
Asaeijia			ได้นาน 5 สัปดาห์ โดย-	
Patthar			คุณภาพ และรสชาติไม่-	
Sukul			เปลี่ยนแปลง	
Kanchan				
Benhanya				
Keitt	55.5	5	ลดการเกิดโรคแอนแทรคโนส	Spalding and
Okrong	45-48	15	ไม่สามารถควบคุมโรคแอนแทรคโนส	Tongdee and Srivaradana (1973)
Carabao	53	10	เร่งการสุก, ควบคุมโรคแอนแทรคโนส	Quimo and Quimo (1974)
Pico	54, 57	10	พบความเสียหายของเนื้อเยื่อ	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สายพันธุ์	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)	ผลการทดลอง	เอกสารอ้างอิง
Alphonso	54 ± 1	5	เร่งการสุก การสูญเสียน้ำหนักลด ควบคุมโรคเน่าหลังเก็บเกี่ยว ปรับปรุงสีผิว เพิ่มปริมาณของแข็ง และปริมาณคาโรทีนอยด์ รสชาติไม่เปลี่ยนแปลง	Lakshminarayana et. al. (1974)
Kensington	51.5	5	ควบคุมโรคแอนแทรคโนส	Muirhead (1976)
	55.5	5	เกิดรอยด่างดำที่ผิวผล, เหี่ยว	
	52-56	20	อาการเสียหายเนื่องจากความร้อน	
Desi	55 ± 1	5	ลดการเกิดโรคแอนแทรคโนส ลดการเกิดโรคที่เกิดจากเชื้อ - แอสเปอร์จิลัส	Pathak and Shekhawat. (1976)
Keitt	55	5	ลดการเกิดโรคแอนแทรคโนส	Splanding and Reeder (1982)
Neelum	51-55	15	ควบคุมโรคเน่าที่มีสาเหตุจากเชื้อ	Liu(1985)
Okrong			*Diplodia natalensis* *C. gloeosporioides*	
น้ำดอกไม้	50	15	ควบคุมโรคแอนแทรคโนส	วัลลภา และ คณะ (2528)
หนังกลางวัน	55	5		
Keitt	46.1-46.7	45-65	ลดการเกิดโรคแอนแทรคโนส	Sharp (1986)
Tommy Atkins				
น้ำดอกไม้	53	7	ควบคุมโรคแอนแทรคโนส	อังสุมา (2530)
	55	5,7		
	57	3 ,5, 7		
	57	7	เกิดความเสียหายเนื่องจากความร้อน	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สายพันธุ์	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)	ผลการทดลอง	เอกสารอ้างอิง
Francis	46.1-46.7	15-60	ไม่พบอาการเสียหาย	Sharp et al. (1988)
	46.1-46.7	75	ลดการเกิดโรคเน่า	
	46.1-46.7	2 hr		
	46.1-46.7	4 hr		
Keitt	46	60-120	พบอาการเสียหายของเลนติเซล	Spalding et al. (1988)
Tommy Atkins	49	60		
Kent	45.9-47.1	20-80		Sharp et al. (1989)
Keitt	46.1	90	ลดการเกิดโรคเน่า เร่งการสุก	
Tommy Atkins				
Ataulfo	46.1	75-180		
Tommy Atkins	46.1-46.7	90	ไม่พบอาการเสียหายเนื่องจาก-	Sharp et al. (1989)
Keitt			ความร้อน และโรคเน่า	
Haden	46.1	90	ไม่พบอาการเสียหายเนื่องจาก-	Sharp et al. (1989)
Tommy Atkins		45-120	ความร้อน	
Keitt				
Kent				
Oro	46.1	75,90,105,120		
Kensington Pride	47,49	30 - 40		
Kensington	48-56	20	เร่งการสุก	Jacobi and Wong (1991)
			มีอาการด่างดำที่ผิวผล	
Tommy Atkins	46	90-115	ลดการเกิดโรคแอนแทรคโนส	McGUIRE (1991)
Keitt and Palmer	48	150	ควบคุมการเกิดโรคขั้วผลเน่า	
Kesar	54 ± 1	5	เร่งการสุก และควบคุมโรค-	Sighn (1991)
Amrapali			แอนแทรคโนส	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.2 การอบด้วยไอน้ำร้อน

การอบผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวด้วยไอน้ำร้อน เดิมที่เป็นวิธีการที่ใช้เพื่อควบคุมการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช เพื่อทดแทนการรมควันผลิตผลด้วยสารเคมีหลังการเก็บเกี่ยว เช่น Ethylene dibromime ซึ่งในปัจจุบันได้ถูกยกเลิกในการนำมาใช้หลังการเก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืช ตามกฎหมายกักกันพืชของประเทศผู้นำเข้าผลิตผลทางการเกษตรที่มีต่อประเทศผู้ส่งออกผลิตผลทางการเกษตร เนื่องจากการตระหนักถึงผลกระทบของสารเคมีที่ตกค้าง ภายในผลิตผลสด และ การตกค้างที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ และสัตว์ ตลอดจนการเพิ่มความต้านทานต่อสารเคมีของ สิ่งมีชีวิตพวกจุลินทรีย์ แมลงต่าง ๆ (APHIS, 1985) ตัวอย่างการนำวิธีการอบผลิตผลด้วยไอน้ำร้อน เพื่อควบคุมโรค และ แมลง หลังการเก็บเกี่ยว ที่นิยมปฏิบัติก่อนการส่งออกกับผลิตผลประเภทต่าง ๆ เช่น ส้ม ในฟลอริดา (Baker, 1952) มะละกอในฮาวาย (Seo, 1974) Green pepper และ มะเขือยาว (egg plant) ในญี่ปุ่น (Sugimoto, 1983 ; Furusawa et al., 1984) มะม่วงในประเทศไทย (Unahawatti et al., 1986)และ มะม่วงในประเทศฟิลิปปินส์ (Merino et al., 1985)

การอบผลิตผลด้วยไอน้ำร้อน เป็นวิธีการอบผลิตผลด้วยอากาศร้อน ที่คำนึงถึงปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่มีในอากาศร้อนที่ใช้อบโดยปกติในอากาศที่ใช้มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และมีความแปรปรวนสูง ในกรณีการอบด้วยไอน้ำร้อนมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงประมาณ 95 เปอร์เซนต์ขึ้นไป ในขณะทำการให้ความร้อนต่อผลิตผล (Jacobi et al., 1993) ข้อแตกต่างของวิธีการอบด้วยไอน้ำร้อน และการอบด้วยอากาศร้อน คือ ในการอบด้วยไอน้ำร้อน มีการควบคุมเปอร์เซนต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ใช้อบให้คงที่อยู่ในช่วงประมาณ 95 - 100 เปอร์เซนต์ตลอดเวลาในขณะที่มีการให้ความร้อนแก่ผลิตผล ในการปฏิบัติด้วยไอน้ำร้อนมีข้อจำกัด คือไม่สามารถควบคุมการเกิดการกลั่นตัวของหยดน้ำบนผิวผลิตผล ซึ่งอาจก่อให้เกิดความร้อนสะสมที่ผิวผลิตผล และเกิดอันตรายจากความร้อน(heat injury) (Mitcham and McDonald, 1993) การนำวิธีการอบด้วยไอน้ำร้อนมาปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผล อาศัยหลักการที่ว่า น้ำเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนที่ดี ดังนั้นปริมาณไอน้ำ ในอากาศจึงมีผลต่อการถ่ายเทความร้อน อากาศร้อนชื้นมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า ในการอบผลิตผลเมื่ออากาศที่ใช้อบมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และไม่มีการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่ผิวผลิตผล อัตราของการถ่ายเทความร้อนขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านผิวผลิตผล และ ประสิทธิภาพของการนำความร้อนของผลิตผล (Teitel et al.,1989)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

งานทดลองที่เกี่ยวข้องกับการอบด้วยไอน้ำร้อน เพื่อควบคุมโรคเน่าของผลไม้ภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่นการอบด้วยอากาศร้อนในแอปเปิล ใช้อุณหภูมิในการอบ 45 °C นาน 15 นาที 100 % RH สามารถควบคุมการเน่าเสียเนื่องจากเชื้อ Gloeosporium spp. และ เชื้อ P, expansum ได้ผลดี แต่ทำให้ผลิตผลเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น เมื่อเปรียบเทียบ กับชุดควบคุม (Edney and Burchill, 1967) การอบด้วยอากาศร้อน เพื่อควบคุมโรคเน่าเนื่องจากเชื้อ Alternaria spp. Botrytis spp. Cladosporium spp.และ Rhizopus spp. ในสตอเบอรี่ อุณหภูมิในการอบที่ใช้ได้ผลดี คือ 43 °C นาน 30 นาที 98 % RH โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตผล (Smith and Worthington, 1965) การควบคุมโรคเน่าเนื่องจากเชื้อ Monilinia fructicola และ Rhizopus stolonifer ในผลส้ม Necterine ใช้อุณหภูมิในการอบ 52 °C นาน 15 นาที 90-100 % RH สามารถควบคุมโรคเน่าได้ดี แต่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวภายหลังการอบเล็กน้อย เช่นเดียวกับการอบมะม่วงพันธุ์หนังกลางวันด้วยไอน้ำร้อนในประเทศไทยสำหรับส่งออกไปจำหน่ายในญี่ปุ่น โดยการนำมะม่วงมาอบด้วยไอน้ำร้อนจนกระทั่งอุณหภูมิเนื้อมะม่วงบริเวณกึ่งกลางผลมีค่า 46 °C คงที่ นาน 10 นาที มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตผลเพียงเล็กน้อย สามารถควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชหลังการเก็บเกี่ยวได้ผลดี ไม่มีผลกระทบต่อรสชาติ และการยอมรับของผู้บริโภค (Unahawatti et al., 1986)

ในปัจจุบันการใช้ความร้อนหลังการเก็บเกี่ยวมีวัตถุประสงค์หลัก คือ การควบคุมโรค และ แมลง จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความร้อนหลังการเก็บเกี่ยวกับผลมะม่วง Lizada (1991) กล่าวว่า ผลมะม่วงมักได้รับความเสียหายจากการจุ่มน้ำร้อน หรือการอบด้วยไอน้ำร้อน (hyperthermal injury) การอบมะม่วงพันธุ์ Carabao โดยใช้ไอน้ำร้อน ให้อุณหภูมิที่เนื้อมะม่วงมีค่า 46 ° C นาน 10 นาที ชักนำให้เกิดอาการแตกภายในผลมะม่วงในชั้นมีโซคาร์ป (mesocarp) (Esguerra and lizada, 1989; Esguerra et al., 1989) ส่วนอาการเสียหายอื่น ๆ ที่พบ คือการปรากฏร่องรอยของแป้งเป็นรอยสีขาวบริเวณรอยแตกภายในผล ซึ่งอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นอยู่กับแหล่งปลูกพืช และความแก่ของผล เช่นเดียวกับการบาดเจ็บเนื่องจากอุณหภูมิที่เย็นหรืออาการสะท้านหนาว (chilling injury) การเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิสูง มีผลกระทบต่อการเร่งอัตราการสุกของมะม่วงทำให้เกิดการสุกเร็วขึ้น การเกิดกลิ่นหมักในมะม่วงที่ผ่านการปฏิบัติด้วยความร้อน ซึ่งเกิดขึ้นจากผลิตผลมีเมตะบอลิสม์แบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งเป็นผลกระทบของความร้อนต่ออัตราการแพร่ของก๊าซออกซิเจน ภายในเนื้อเยื่อผลิตผล ดังนั้นจึงมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนภายในเนื้อเยื่อผล ซึ่งการอบมะม่วงด้วยไอน้ำร้อนมีผลกระทบต่อระดับของออกซิเจนในผลมะม่วงทำให้ค่าออกซิเจนลดลงต่ำกว่า 7 เปอร์เซนต์ (Esquerra et al., 1989) Dasuki (1987)ศึกษาการแตกภายในผล (internal breakdown)ของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มะม่วงพันธุ์ Carabao ที่เก็บไว้ที่ 33 °C นาน 4 วัน พบว่าการพัฒนาอาการที่ผิดปกติภายในผลมะม่วงสามารถเกิดขึ้นได้ เมื่อนำมะม่วงไปไว้ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง เช่น การนำผลมะม่วงไปวางผึ่งแดด มีผลทำให้มะม่วงมีอาการแตกภายในผลเร็วขึ้น ในขณะเดียวกันมีการลดลงของระดับก๊าซออกซิเจน ภายในผลลง 14 เปอร์เซนต์ Esquerra et al.(1989) กล่าวว่า การอบด้วยไอน้ำร้อนชักนำให้มะม่วงมีอัตราการหายใจสูงขึ้น มีการลดลงของก๊าซออกซิเจนภายในชั้นมีโซคาร์ปของผล ซึ่งชักนำให้เกิดขบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีการผลิตเอธานอล และอะเซตัลดีไฮด์สูงขึ้นในผลมะม่วง ก่อให้เกิดอาการตายของเนื้อเยื่อผล เนื่องจากความเป็นพิษต่อเซลล์ของเอธานอล และอะเซตัลดีไฮด์(acetaldehyde)ที่สะสมภายในเนื้อเยื่อผล

2.1.3 <u>การอบด้วยอากาศร้อน</u>

การอบผลิตผลด้วยอากาศร้อนมีวิธีการที่คล้ายคลึงกับการอบแบบใช้ไอน้ำร้อน แต่มีข้อแตกต่างเพียงเล็กน้อย คือ การอบด้วยอากาศร้อนมีการปรับค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ หรือลมร้อนที่ใช้อบผลิตผลตลอดเวลาในช่วงเวลาการปฏิบัติให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเกาะที่ผิวผลิตผล ซึ่งค่าของความชื้นสัมพัทธ์ในการอบด้วยอากาศร้อนมีความแปรปรวนตั้งแต่ 58 ถึง 90 % โดยปกติในการปฏิบัติมักมีการควบคุมให้อุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้อบเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ของอุณหภูมิของผิวผลิตผล จนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ ซึ่งมักเป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่ผลิตผลสามารถทนทานได้ โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายเนื่องจากความร้อน และมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อก่อโรคได้ดี (McGuire, 1991) ในขณะที่อบมีการควบคุมอุณหภูมิของจุดน้ำค้างแข็ง(dew point)ให้ต่ำกว่าอุณหภูมิที่ก่อให้เกิดการกลั่นตัวของหยดน้ำที่ผิวผล เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสะสมความร้อนชื้นที่ผิวผลิตผลเนื่องจากการกลั่นตัวของหยดน้ำ และเป็นการลดการเสียหายเนื่องจากความร้อนที่อาจเกิดขึ้นได้ (Gaffney and Armstrong, 1990 ; Sharp et al., 1991)

ตัวอย่างงานทดลองที่เกี่ยวข้องกับการอบผลิตผลด้วยอากาศร้อน เช่น การศึกษาคุณภาพของผลgrapefruits (<u>Citrus paradisi</u> Macf.) ภายหลังการอบด้วยอากาศร้อน โดย McGuire (1991) รายงานว่าในการอบผลgrapefruits ด้วยอากาศร้อน 48 °C 58 - 90 % RH มีความเร็วลมที่ผ่านผลิตผล 0.4 $m^3.s^{-1}$ นาน 3 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเก็บที่ 13 °C ภายหลัง 28 วันของการเก็บรักษา เมื่อนำผลิตผลมาวิเคราะห์คุณภาพพบว่าผลgrapefruits มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากขึ้น(3.3 %)ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม(2.7 %) มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวเร็วขึ้น ค่าความแน่นเนื้อลดลง เปอร์เซนต์ของการเสียหายเนื่องจากความร้อนมีค่าต่ำ(1.4%)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม(0.6 %) และค่าของเปอร์เซนต์การเกิดโรคมีค่าต่ำ(2.5 %) ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม(1.2 %) ส่วนในสาลี(Peach)ใช้อุณหภูมิ 54 °C 15 นาที 80 % RH สามารถควบคุมโรคเน่าจากเชื้อ M. fruticola และ R. stolonifer ได้ดี และไม่ก่อให้เกิดอาการเสียหายต่อผลิตผล (Anthony et al.,1989 ;Smith et al., 1964) ในมะม่วงการอบด้วยอากาศร้อน 46 หรือ 48 °C นาน 195 นาที และ 50 นาที ตามลำดับ สามารถควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะม่วงได้ดี (McGuire, 1991) ในการปฏิบัติโดยการอบด้วยอากาศร้อนกับมะม่วงหากควบคุม การเพิ่มอุณหภูมิมีความเหมาะสม สามารถลดความเสียหายของการเกิดรอยด่างดำ (darkening ,scalding)ที่ผิวผลได้ (Sharp,1989)

การอบมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins โดยใช้อากาศร้อนที่ 51.5 °C อุณหภูมิที่เนื้อมะม่วง 44.2 - 44.5 °C 58 -90 % RH นาน 125 นาที ตามด้วยการนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C นาน 1, 2 และ 3 สัปดาห์ หลังจากนั้นนำไปปล่อยให้สุกเองที่ 21 °C Miller and Mcdonald (1991) ให้ข้อสรุปดังนี้ เมื่อเปรียบเทียบมะม่วงที่ผ่านขบวนการอบด้วยอากาศร้อนกับชุดควบคุม พบว่า การปฏิบัติดังกล่าวมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตผลเพียงเล็กน้อย มีการสูญเสียน้ำหนักสดของมะม่วงประมาณ 1เปอร์เซนต์ มากกว่าชุดควบคุมมีการเกิดอาการผิดปกติ pitting ที่ผิวผลเพียงเล็กน้อย แต่ไม่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ปริมาณของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้ (13 %) ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุม ผลมะม่วงที่ผ่านการให้ความร้อนมีการสุกเร็วกว่ามะม่วงชุดควบคุม 1 วัน มีผลต่อการลดการเกิดโรคแอนแทรคโนส และโรคขั้วผลเน่า

3. การฉายรังสีอัลตราไวโอเลตหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วง

ผลไม้ เช่น สาลี และ แอปเปิลมีความอ่อนแอต่อโรคหลังการเก็บเกี่ยวโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง การใช้สารฆ่าเชื้อรา และ การเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคหลังการเก็บเกี่ยวในช่วงการเก็บรักษาผลิตผล และยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ให้นานขึ้น (Dezman et al., 1986) อย่างไรก็ตามสารฆ่าเชื้อราบางชนิดมีผลกระทบภายหลังการปฏิบัติต่อสุขภาพของผู้บริโภค สิ่งแวดล้อม และต่อความต้านทานของเชื้อโรค ดังนั้นวิถีทางเลือกอื่น ๆ ที่มีความปลอดภัยจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในปัจจุบัน

แม้ว่าการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตมีการพัฒนากลไกป้องกันตัวเอง การป้องกันตัวเองของสิ่งมีชีวิตเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างมาก เช่นในผลไม้ถ้ามีการเน่าของผลก่อนที่เมล็ดมีการพัฒนาอย่างสมบูรณ์ ย่อมก่อให้เกิดการสูญพันธุ์ของพืชชนิดนั้น ดังนั้นการศึกษากลไกการป้องกันตัวเอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของผลิตผลในการป้องกันโรคเน่า เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผล สิ่งสำคัญที่ควรพิจารณาคือ วิธีการที่นำมาประยุกต์ใช้ควรเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ ในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตผล ไม่มีการใช้สารเคมี และผลประโยชน์ที่ตามมา คือ การลดการตกค้างของสารเคมีในผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว(Ben-Yehoshua et al., 1992)

Hormesis เป็นการกระตุ้นพืชปรับตัวตอบสนองต่อสิ่งเร้า เช่น สิ่งต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความเครียด หรือ ตัวยับยั้ง โดยอาศัยหลักการสร้างความเครียดให้กับพืช ใช้การกระตุ้นในระดับที่ต่ำที่สุด โดยใช้สิ่งเร้าที่ก่อให้เกิดความเครียด(stress) หรือตัวยับยั้ง(inhibitor) เพื่อให้พืชมีความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปกติ เช่นการปรับตัวของพืชในภาวะการขาดแคลนน้ำของพืชในสภาพที่แห้งแล้ง การเพิ่มอุณหภูมิให้กับหัวมันฝรั่งที่ได้รับความเสียหายจากการเก็บเกี่ยวเพื่อเร่งให้ผลิตผลมีการสมานบาดแผล การปรับตัวของพืชในสภาพดินเค็ม (Luckey , 1982) การใช้รังสีอัลตราไวโอเลตฉาย บนผลิตผล เป็นวิธี การสร้างความเครียดให้กับผลิตผลวิธีการหนึ่ง รังสีอัลตราไวโอเลตช่วงความยาวคลื่น 200 - 280 nm จัดว่าอยู่ในระดับที่ต่ำเพียงพอในการกระตุ้นให้ผลิตผลที่เป็นแหล่งโรคพืช มีความต้านทานโรค

คุณสมบัติของรังสีอัลตราไวโอเลต Jagger(1967) กล่าวว่ารังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet)เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 1.0×10^{-7} ถึง3.8×10^{-7} เมตร หรือมีความยาวคลื่นตั้งแต่ 100 นาโนเมตร ถึง 380 นาโนเมตร คลื่นนี้เกิดจากการที่กระแสไฟฟ้าเดินทางผ่านตัวนำไฟฟ้า ดวงอาทิตย์เป็นต้นกำเนิดของรังสีอัลตราไวโอเลตที่สำคัญเมื่อรังสีอัลตราไวโอเลต จากดวงอาทิตย์มากระทบกับอะตอมของชั้นบรรยากาศ จะเกิดการแตกตัวเป็นไอออนขึ้นเป็นจำนวนมาก รังสีอัลตราไวโอเลตเป็นประโยชน์ในการฆ่าจุลชีพ และใช้ในทางการแพทย์ การจัดกลุ่มของรังสีอัลตราไวโอเลตตามความยาวคลื่น แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่หนึ่ง UV-A (320-380 nm) กลุ่มที่สอง UV-B (280-320 nm) และ กลุ่มที่สาม UV-C (200-320 nm) (Wellmann,1983) การใช้รังสีอัลตราไวโอเลต ช่วงความยาวคลื่น 250 - 270 nm (UV-C) มีประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรีย และสปอร์ของแบคทีเรีย สำหรับเชื้อ E. coli ความยาวคลื่นที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ 265 nm ส่วนกลไกของการเสียหายทางชีววิทยาจากแสงอัลตราไวโอเลตนั้นขึ้นอยู่กับการดูดคลื่นพลังงานซึ่งก่อให้เกิดอุณหภูมิสูงขึ้น และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากแสง (photochemical reactions) นอกจากนี้ขึ้นอยู่กับ ความยาวคลื่นของแสง และเนื้อเยื่อที่ถูกฉายแสง สำหรับมนุษย์รังสีอัลตราไวโอเลต ในช่วงความยาวคลื่น 290-320 nm เป็นสาเหตุทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รังสีอัลตราไวโอเลต มีผลกระทบต่อกระบวนการทางสรีรวิทยามากมายในพืช และเปลี่ยนแปลงการพัฒนาการของเชื้อก่อโรค(Andebrhan and Wood, 1980) การศึกษาผลกระทบ จากรังสีอัลตราไวโอเลต ต่อการสังเคราะห์สารไฟโตอเลกซิน (phytoalexins) ซึ่งเป็นสารที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคของผลิตผล มีผลงานวิจัยหลายฉบับ ที่สนับสนุน การชักนำให้เกิดสาร phytoalexins โดยการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต เช่นถั่ว (bean) (Andebrhan and Wood, 1980) องุ่นสำหรับทำไวน์ (grapevine) (Langcake and Pryce, 1977) ถั่วลิสง (peanut)(Fritzemeier et a1., 1983) ถั่ว (pea) (Hadwiger and Schwvchau, 1971) ข้าว (Bhardwaj and Singh, 1984) และ ถั่วเหลือง(soy bean) (Bridge and Klarman, 1973) การชักนำของการสร้างสารphytoalexins โดยรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นไปในทิศทางเดียวกับ การเพิ่มความต้านทานต่อเชื้อโรคของพืชที่ไวต่อการติดเชื้อ(Andebrhan and Wood, 1980; Bridge and Klarman, 1973) จากรายงานวิจัยดังกล่าวให้ข้อสรุปที่สอดคล้องกัน คือ การฉายรังสีอัลตราไวโอเลตชักนำให้พืชสังเคราะห์สาร Phytoalexins และ การเพิ่มปริมาณของสารดังกล่าวในพืชที่ถูกฉายด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตมีความสัมพันธ์กับความต้านทานต่อเชื้อโรค

การศึกษาผลกระทบของรังสีอัลตราไวโอเลตต่อเนื้อเยื่อของถั่วpea (Alaska pea ;Pisum sativum L.) พบว่า การเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของเอนไซม์ phenylalanine ammonialyase (PAL)ในเนื้อเยื่อที่ยังโตไม่เต็มที่(immature tissue)เป็นผลเนื่องจากการตอบสนองต่อรังสีอัลตราไวโอเลต และการเพิ่มของปริมาณ PALอย่างชัดเจนขึ้นอยู่กับการสังเคราะห์ RNA ตัวใหม่ และโปรตีน (Hadwiger and Schwochau , 1971) Kuhn et al. (1984) ศึกษาผลกระทบของการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ที่มีต่อเซลล์ของพาร์สเล่ย์ (parsley) พบว่า มีการชักนำให้เกิดการเข้าคู่ (encoding)ของ mRNAS ของเอนไซม์ 2 ชนิด คือ PAL และ 4CL(4-Coumarate: CoA ligase) ภายหลังการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต Chappell and Hahlbrock (1984) แสดงให้เห็นว่ารังสีอัลตราไวโอเลต ชักนำการตอบสนองต่อการป้องกันตัวเองของเซลล์พืชที่ได้รับอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยมีการควบคุมในระดับ Transcription ของ gene ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ของสารประกอบที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานต่อเชื้อจุลินทรีย์

การฉายรังสีอัลตราไวโอเลตหลังการเก็บเกี่ยว ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมโรค เช่น การฉายรังสีอัลตราไวโอเลต เพื่อลดการเน่าจากราสีเขียว(P. digitatum) ของผล grapefruits การเน่าของขั้วผล(Stem-end rot,Alternaria citri Ellis) และ การเน่าที่มีกลิ่นเปรี้ยว (Sour rot, G. candidum)ของส้ม Dancy tangerine (Stevens et al.,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1990) ผลกระทบของการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ต่อเนื้อเยื่อ flavedo Ben-Yehoshua et al.(1992) รายงานว่าการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ทำให้เกิดอาการผิดปกติที่ผิวของผลส้ม ในส่วน flavedo มีสีน้ำตาล หรือ สีบรอซน์ปนสีน้ำตาลนอกจากนี้รังสีอัลตราไวโอเลต ยังชักนำให้เกิดลักษณะเลื่อมมันที่ผลของผลส้ม และ เนื้อมีลักษณะแน่นขึ้น ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการชักนำ การสร้างสารคล้ายลิกนินในบริเวณดังกล่าว อาการผิดปกติปรากฏชัดเจน ในวันที่ 10-14 ของการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 17 °C ภายหลังการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ส่วนความรุนแรงของอาการเสียหาย ขึ้นอยู่กับสภาพของความแก่ หรือ สีของส่วน flavedo

Lu et al.(1987) กล่าวว่าการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ช่วงความยาวคลื่น 200 nm ถึง 280 nm มีปริมาณของรังสี 3.8 X 10^4 ถึง 7.3 X 10^4 erg/mm^2 สามารถลดการเน่าเสียของหัวหอมเนื่องจากจุลินทรีย์ได้ และมีเปอร์เซนต์ของหัวหอมที่สามารถจำหน่ายได้เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองฉายรังสีอัลตราไวโอเลต(254nm)ให้กับมันฝรั่งโดย Stevens et al.(1990) พบว่าการเน่าเสียของมันฝรั่งที่เก็บรักษามีเปอร์เซนต์การเน่าเนื่องจากจุลินทรีย์ลดลง ซึ่งปริมาณของรังสีที่ฉายมีค่า 3.6 x 10^4 ถึง 4.8 X 10^4 erg/mm^2 นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณแป้งของมันฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตมีปริมาณสูงกว่า มันฝรั่งที่ไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต

การทดลองฉายรังสีอัลตราไวโอเลต (254 nm) ให้กับสาลี่ และ แอปเปิลโดย Stevens et al.(1990) สรุปว่าภายหลังการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตให้กับผลิตผล โดยปริมาณของรังสีที่ฉายมีค่า 3.6 x 10^4 ถึง 4.8 X 10^4 erg/mm^2 สามารถควบคุมการเน่าเสียของผลสาลี่ และ แอปเปิลเนื่องจากเชื้อราในขณะที่เก็บรักษา มีเปอร์เซนต์การเน่าลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า การเพิ่มปริมาณของรังสีอัลตราไวโอเลต มีผลกระทบต่อ การเพิ่มขึ้นของความแน่นเนื้อ และความเป็นกรดมีค่าสูงขึ้น ส่วนค่าของความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้มีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต โดยปกติของผลไม้มีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น การเพิ่มขึ้นของการสังเคราะห์รงควัตถุ น้ำตาล ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณเอทิลีน และการลดลงของความแน่นเนื้อ ปริมาณแป้ง และวิตามินซี (Wills et al.,1982)

Moy et al.(1978) ทำการทดลองศึกษา ผลกระทบของการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ร่วมกับ การฉายรังสีแกรมม่าที่มีต่อโรคเน่าหลังการเก็บเกี่ยวของมะละกอ(Papaya; Carica papaya ,var.'Solo') ในประเทศฮาวาย โดยมีการกำหนดช่วงปริมาณของรังสี (selective dose) ที่ฉายบนผลิตผล รังสีอัลตราไวโอเลตที่ฉายให้กับผลไม้ ได้รับจากแหล่ง-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กำเนิด โดยใช้หลอดไอปรอท สำหรับฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ Uviarc^{R} มีการแปรผันปริมาณพลังงานจาก 1.22 X 10^{4} erg/mm^{2} ถึง 19.1 X 10^{4} erg/mm^{2} ขณะเดียวกันปริมาณรังสีแกรมม่าที่ฉายแปรผันจาก 25 ถึง 75 Krad สามารถลดอุบัติการณ์ของการเกิดโรคเน่าเสียเนื่องจากเชื้อราก่อโรคในมะละกอ เช่น Ascochyta spp., Colletotrichum spp., และ Phytophthora spp.ได้

สำหรับการนำรังสีอัลตราไวโอเลตมาฉายร่วมกับรังสีแกรมม่านั้น ไม่ได้แสดงให้เห็น ถึงการปรับปรุงคุณภาพของมะละกอ และ การยืดอายุการวางจำหน่ายของผลไม้ อย่างชัดเจน แต่การใช้รังสีแกรมม่าปริมาณ 25 Krad ฉายร่วมกับรังสีอัลตราไวโอเลต ปริมาณ 3.58 X 10^{4} erg/mm^{2} เพียงพอที่จะป้องกันการเติบโต และการเข้าทำลายของเชื้อ Phytophthora spp. ในขณะที่ปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตที่ใช้ร่วมกับรังสีแกรมม่า มีค่าเป็น 1.19 X 10^{4} erg/mm^{2} และ 150 Krad ตามลำดับ ใช้ในการควบคุมการเจริญของเชื้อ Colletotrichum spp. และเชื้อราทั้ง 3 ชนิด ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนเชื้อรา Ascochyta spp.มีความต้านทานต่อรังสีมากที่สุด ปริมาณของการฉายรังสีแกรมม่าที่ใช้ สูงถึง 250 Krad และปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลต สูงถึง 7.33 X 10^{4} erg/mm^{2} การฉายรังสีแกรมม่าหรือการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต อย่างเดียว หรือการฉายรังสีร่วมกัน ยังไม่เพียงพอที่จะป้องกันการเติบโต และการก่อรูปร่างของโคโลนีของเชื้อราดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ (Moy et al., 1978)

การคงอยู่ของสารต่อต้านเชื้อราในผลิตผล หรือในเนื้อเยื่อพืชแสดงให้เห็นถึงบทบาทในการต้านทานโรค (Darvill and Albersheim ,1984; Kuc, 1991) การสกัดสารต่อต้านเชื้อรา ในผลไม้จำพวกส้ม(citrus fruits)ที่ผ่านการปฏิบัติด้วยความร้อน หรือการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตหลังการเก็บเกี่ยว โดย Ben-Yehoshua et al.(1988) และ Kim et al. (1991) ได้แสดงให้เห็นถึงระดับที่เพิ่มขึ้นของสารต่อต้านเชื้อราในส่วนของ flavedo ของผลส้มอย่างชัดเจน ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นถึง การปรากฏอยู่ของ สาร Preformed antifungal compound ที่มีคุณสมบัติต่อต้านเชื้อรา อย่างชัดเจน Arimoto et al.(1986a) ทำการทดลองพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารต่อต้านเชื้อรา ในสารละลายที่สกัดได้จากเปลือกส้มแมนดารินพันธุ์ Satsuma ที่ไม่ติดเชื้อโรค พบว่า มีสารต่าง ๆ ดังนี้ Citrinol, Naringin และ Heperridin Ben-Yehoshua et al.(1988) ได้แยกสารต่อต้านเชื้อราจากเนื้อเยื่อส่วน flavedoของส้มโอได้สารอนุพันธุ์ preformed antifungal compound ที่มีคุณสมบัติต้านทานเชื้อรา ในกลุ่มสารCoumarin หลายตัว เช่น Osthol, Auraptene, Coumarin และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7 - geranoxy coumarin

ระดับของกิจกรรมของสารต่อต้านเชื้อราในส่วน flavedo ของ lemon โดยปกติมีการลดลงอย่างสม่ำเสมอ ระหว่างการเก็บรักษา (Kim et al.,1991) ความสัมพันธ์ระหว่างการลดลงของความต้านทานโรค (Ben-Yehoshua et al.,1988) เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติด้วยความร้อน และการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งสามารถยับยั้งการลดลงของกิจกรรมของสารต่อต้านเชื้อรา ซึ่งวิธีการใช้ความร้อน และการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต สมควรได้รับการพัฒนาเพื่อนำมาปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการเน่าเสียของผลส้ม ภายหลังการเก็บเกี่ยว (Ben-Yehoshua et al., 1987, 1988a) ผลส้มที่ผ่านการห่อหุ้มผลด้วยฟิลม์พลาสติก และผ่านการให้ความร้อนหลังการเก็บเกี่ยว ยังคงมีการดำเนินของกิจกรรมของสารต่อต้านเชื้อรา ภายหลังการเก็บเกี่ยวระหว่าง 70 วันของการเก็บรักษา (Kim et al., 1991) ยิ่งไปกว่านั้นมีการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนของกิจกรรมของสารต่อต้านเชื้อราที่ได้รับจากการสกัดเนื้อเยื่อส่วนflavedo ของ lemon ที่ผ่านการให้ความร้อน ตามด้วยการปลูกด้วยเชื้อ P. digitatum งานทดลองที่สอดคล้องกันโดย Kim et al.(1991) แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของผลกระทบของการปฏิบัติด้วยความร้อน และ การฉายรังสีอัลตราไวโอเลตหลังการเก็บเกี่ยว ที่มีต่อการชักนำการสร้างสาร scoparone ใน lemon สาร scoparone ที่เกิดจากการกระตุ้นด้วยความร้อนในเปลือก lemon และใน ผล kumquat หลังการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต (Ben-Yehoshua et al., 1991;Kim et al., 1991) เกี่ยวข้องกับการลดลงของความอ่อนแอต่อโรคเน่า (Rodov et al.,1992)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved