บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

มะม่วง

มะม่วง (mango) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Mangifera indica* Linn. โดยจัดอยู่ใน Class Dicotyledonae, Sub-class Archilamydeae, Order Sapindales และFamily Anacardiaceae (วิจิตร, 2529) เป็นไม้ผลยืนต้นไม่ผลัดใบ มีถิ่นกำเนิดในเขตอินเดียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้แล้วแพร่ไปยังประเทศอื่นๆ ทั้งในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนของโลก ปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย ขึ้นได้ดีในดินแทบทุกชนิดดินที่เหมาะสมคือ ดินร่วนที่มีการระบายน้ำได้ดีมีความเป็นกรดด่างของดินไม่เกิน 7.5 สามารถปลูกได้ตั้งแต่ในที่แห้งแล้งจนถึงในที่มีฝนตกชุก (บุญเลิศ, 2532)

ลักษณะ/พันธุ์

มะม่วงเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ ใบเดี่ยวสีเขียว ขอบใบเรียบ ฐานใบมน ปลายใบแหลม กลีบดอกมี 5 กลีบ ดอกออกช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ลูกดิบสีเขียว เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือเหลืองส้ม มีเมล็ดภายใน 1 เมล็ด พันธุ์มะม่วงที่นิยมปลูก ได้แก่ มะม่วงแก้วศรีสะเกษ มะม่วงพันธุ์มรกต มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวาย พันธุ์ฟ้าลั่น พันธุ์หนองแซง พันธุ์เขียวเสวย เป็นต้น และมีพันธุ์ส่งเสริมแยกตามลักษณะการรับประทานดังนี้ พันธุ์รับประทานสุก ได้แก่ น้ำดอกไม้ อกร่อง ทองดำ พันธุ์รับประทานดิบ ได้แก่ ฟ้าลั่น เขียวเสวย และแรด พันธุ์แปรรูป ได้แก่ แก้วสามปี

มะม่วงน้ำดอกไม้เป็นมะม่วงประเภทรับประทานสุกมีผู้นิยมปลูกกันมาก มีการเจริญเติบโตรวดเร็วใบใหญ่เป็นคลื่น ทรงพุ่มโปร่ง ส่วนมากมีนิสัยในการออกดอกทะวาย ออกดอกดก ติดผลปานกลาง ให้ผลทุกปี ผลมีขนาดใหญ่ น้ำหนักประมาณ 400 กรัม ผลอ้วนเกือบกลมหัวใหญ่ ปลายแหลม ผลค่อนข้างยาว เนื้อมาก เมล็ดเล็ก มีผิวบาง เมื่อดิบมีรสเปรี้ยว ผิวสีเขียวนวล เนื้อแน่น เมื่อผลสุกมีผิวสีเหลือง กลิ่นหอม เนื้อละเอียดมีเสี้ยนน้อย รสหวาน มะม่วงน้ำดอกไม้มีเปลือกบางจึงช้ำได้ง่าย และไม่ค่อยต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส อายุตั้งแต่ออกดอกจนถึงผลแก่ประมาณ 115 วัน มะม่วงน้ำดอกไม้เป็นมะม่วงที่ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ออกดอกง่าย สามารถตอบสนองต่อการบังคับให้ออกก่อนฤดูได้เป็นอย่างดี และเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะตรงกับความต้องการของตลาดต่างประเทศ พันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบันคือ พันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง (ภาพ 1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 1 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 (ซ้าย) และ มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง (ขวา)

มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ผลดิบจะมีสีผิวเป็นสีเหลืองอ่อนคล้ายมะม่วงสุกทั้งที่ผลยังอ่อนอยู่ (2-3 เดือนหลังดอกบาน) ซึ่งผลมะม่วงทั่วไปจะมีผิวสีเขียว ผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีผิวที่หนากว่าผิวผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ส่งผลให้ป้องกันการช้ำและต้านทานโรคแอนแทรคโนสได้ดีกว่าผลมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 รสชาติผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเมื่อผลอ่อนมีรสเปรี้ยว ผลแก่มีรสมัน เนื้อกรอบ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids) 17-18 เปอร์เซ็นต์ เนื้อไม่มีเสี้ยน เนื้อมีสีเหลือง เมล็ดบาง น้ำหนักต่อผลประมาณ 300-400 กรัม ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดโดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่น (นิทยา, 2548)

คุณค่าทางโภชนาการ

ยอดมะม่วง ใบอ่อน มีรสเปรี้ยวอมฝาดเล็กน้อย ผลดิบของมะม่วงรสเปรี้ยว ยอดอ่อนและใบอ่อนของมะม่วงยังไม่มีการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ผลมะม่วงแก่ดิบจะให้พลังงานต่อร่างกาย ซึ่งประกอบด้วย เส้นใย แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก เบต้าแคโรทีน วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง ไนอาซิน วิตามินซี เป็นต้น (ชานนท์, 2551)

การนำไปใช้ประโยชน์

ผลดิบสามารถแปรรูปเป็น มะม่วงดอง มะม่วงแช่อิ่ม และมะม่วงเค็ม เป็นต้น ส่วนผลสุกแปรรูปเป็น มะม่วงกวน น้ำมะม่วง และแยม เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประโยชน์ทางยาไทย

คือ เปลือกจากลำต้น และเนื้อในเมล็ด ใช้รักษาอาการท้องเสียแก้บิดและอาเจียนได้ ผลสดแก่รับประทานแก้คลื่นไส้อาเจียน วิงเวียน กระหายน้ำ ผลสุกหลังรับประทานแล้วล้าง เมล็ดตากแห้ง ต้มเอาน้ำดื่มหรือบดเป็นผง รับประทานแก้ท้องอืดแน่น ขับพยาธิ แก้ลำไส้อักเสบเรื้อรัง และแก้ปวดประจำเดือน เป็นต้น (ชานนท์, 2551)

การส่งออกมะม่วง

สามารถส่งออกนำเงินเข้าประเทศได้ปีละหลายล้านบาท ซึ่งสร้างรายได้ให้กับผู้ปลูกเป็นจำนวนมากดังตาราง 1 และตาราง 2 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555)

ตาราง 1 ปริมาณการส่งออกมะม่วงสดของประเทศไทย

ปริมาณ (กิโลกรัม)				
ปี พ.ศ. / เดือน	2551	2552	2553	2554
มกราคม	698,485	215,093	783,243	1,208,613
กุมภาพันธ์	943,536	493,286	3,153,389	5,427,713
มีนาคม	4,136,311	4,596,993	10,140,960	13,388,827
เมษายน	5,261,589	9,357,256	3,346,856	7,925,567
พฤษภาคม	2,793,572	6,198,596	1,503,089	5,859,811
มิถุนายน	591,216	1,205,337	1,602,895	1,920,089
กรกฎาคม	247,015	285,334	468,005	358,135
สิงหาคม	99,142	196,721	104,279	141,801
กันยายน	156,443	458,077	270,439	306,534
ตุลาคม	87,782	272,302	190,659	211,597
พฤศจิกายน	165,485	335,373	313,413	263,925
ธันวาคม	295,158	222,502	491,856	488,123
รวม	15,475,734	23,836,870	22,369,083	37,500,735

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2555)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2 มูลค่าการส่งออกมะม่วงสดของประเทศไทย

มูลค่า (บาท)				
ปี พ.ศ. / เดือน	2551	2552	2553	2554
มกราคม	28,196,659	17,035,644	21,574,189	36,465,613
กุมภาพันธ์	27,048,618	27,006,009	54,371,121	77,852,560
มีนาคม	69,921,017	85,980,410	160,685,111	171,962,592
เมษายน	88,307,093	133,713,580	78,000,874	131,959,620
พฤษภาคม	63,087,214	98,926,633	67,470,395	112,690,640
มิถุนายน	16,203,929	25,061,581	32,572,865	51,938,075
กรกฎาคม	6,777,771	14,855,395	9,555,002	7,765,224
สิงหาคม	6,670,351	9,794,083	7,119,820	10,233,873
กันยายน	9,554,768	20,869,993	12,949,587	15,120,171
ตุลาคม	7,158,421	13,866,248	12,710,375	21,328,920
พฤศจิกายน	10,979,010	18,058,663	21,812,086	26,161,494
ธันวาคม	20,277,019	19,409,008	26,379,417	39,990,263
รวม	354,181,870.00	484,577,247.00	505,200,842.00	703,469,045.00

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2555)

การเก็บรักษามะม่วง

สายชล (2530) กล่าวว่ามะม่วงเป็นผลไม้ที่เสียหายได้ง่ายชนิดหนึ่ง เมื่อเก็บผลจากต้นมาแล้วย่อมมีการเสื่อมสภาพ และอาจมีการเน่าเสียอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ทางเคมีและกายภาพ ซึ่งมีผลทำให้ผลมะม่วงเกิดกระบวนการสุกและมีการสูญเสียในระหว่างการเก็บรักษา เช่น การสูญเสียน้ำหนัก การอ่อนนิ่มของผล และการเน่าเสียของผล เป็นต้น ดังนั้นหากสามารถหาวิธียืดอายุการเก็บรักษามะม่วงได้ก็จะสามารถช่วยชะลอการเสื่อมสภาพ และการเน่าเสียได้ในการเก็บรักษาพืชผลสดต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่สำคัญได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องที่ใช้เก็บรักษาและสัดส่วนของก๊าซในบรรยากาศที่ใช้ในการเก็บรักษา โดยทั่วไปวิธีที่ใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากวิธีหนึ่ง คือ การใช้อุณหภูมิต่ำในการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เก็บรักษา เพื่อชะลอการหายใจ และการสุกของผลมะม่วง โดยทั่วไปจะเก็บที่อุณหภูมิประมาณ 10-13 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์เนื่องจากถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำเกินไปกระบวนการทางสรีรวิทยาของผลไม้เกือบทั้งหมดจะได้รับอันตรายที่อุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็ง ทำให้เกิดอาการผิดปกติที่เรียกว่าอาการสะท้านหนาว (chilling injury)

การเก็บรักษาผลมะม่วงมีหลายวิธีแต่ละวิธีมีความเหมาะสมต่างกันโดยไม่ว่าจะเป็นการเก็บรักษาด้วยวิธีใดก็ตามหลังจากเก็บรักษาแล้วทั้งมะม่วงดิบและสุกต้องมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สิ่งสำคัญคือ ผลมะม่วงก่อนที่จะนำไปเก็บรักษาต้องมีสภาพสมบูรณ์ดี ปราศจากโรค และแมลง ไม่บอบช้ำหรือมีบาดแผล ผลต้องสะอาดและถ้าเป็นมะม่วงดิบต้องแก่สมบูรณ์ และต้องใช้วิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสม เช่น การใช้อุณหภูมิต่ำ การควบคุมบรรยากาศหรือการดัดแปลงสภาพบรรยากาศ การฉายรังสี และการเคลือบผิว จึงจะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

การเก็บรักษาเป็นการปรับปัจจัยต่างๆ รอบผลิตผลเพื่อให้ผลิตผลมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด และในขณะเดียวกันก็ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่จะเข้าทำลายผลิตผลนั้น ปัจจัยที่สำคัญที่สุดในกรณีนี้ได้แก่อุณหภูมิ ทั้งนี้เพราะการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในผลิตผลตลอดจนกระบวนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่างๆ มีอัตราผันแปรตามอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงอัตราปฏิกิริยาหรือการเจริญเติบโตก็สูง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้เร็วขึ้นและส่งผลให้ผลิตผลมีอายุการเก็บรักษาสั้นลง

ดังนั้นการเก็บรักษาผลิตผลทุกชนิดจึงควรเก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดที่จะไม่เกิดอันตรายหรือก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ที่ไม่พึงประสงค์ โดยทั่วไปผัก และผลไม้ในเขตร้อนมักมีอุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงกว่าผักและผลไม้ในเขตกึ่งร้อนและเขตหนาวตามลำดับ อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ต่ำเกินไปอาจทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับผลิตผลได้ ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง น้ำในเซลล์จะแข็งตัวผลึกของน้ำแข็งที่เกิดขึ้นจะทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) และออร์แกเนลล์ (organelle) ต่างๆ ฉีกขาด และทำให้เซลล์ตายได้ ตัวอย่างงานทดลองที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เช่น ปิยฉัตร (2542) กล่าวว่า การเก็บรักษาขนุนทั้งผลพันธุ์ทองสุดใจในระยะสุกที่อุณหภูมิ 5องศาเซลเซียส จะช่วยรักษาคุณภาพและความสดของเนื้อยวงได้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 14วัน และสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าการเก็บผลสุกที่ 13 องศาเซลเซียส และการเก็บรักษาที่ 13องศาเซลเซียสนี้จะพบโรคเกิดที่ผลมาก กานดาและคณะ (2546) ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์มหาชนก พบว่าผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้เพียง 7 วันส่วนผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 13 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 21 วัน โดยผลมีการสุกได้ตามปกติที่อุณหภูมิห้องและมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 28 วัน ผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสพบว่าเกิดอาการสะท้านหนาว อาการสุกที่ผิดปกติ เปลือก และเนื้อผลมีสีเหลืองน้อยกว่าปกติ แต่ไม่พบในผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ Whangchai *et al.* (2000) พบว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ผ่านการอบไอน้ำร้อน (vapour heat treatment, VHT) เพื่อส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ได้ 21 วัน โดยไม่ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว

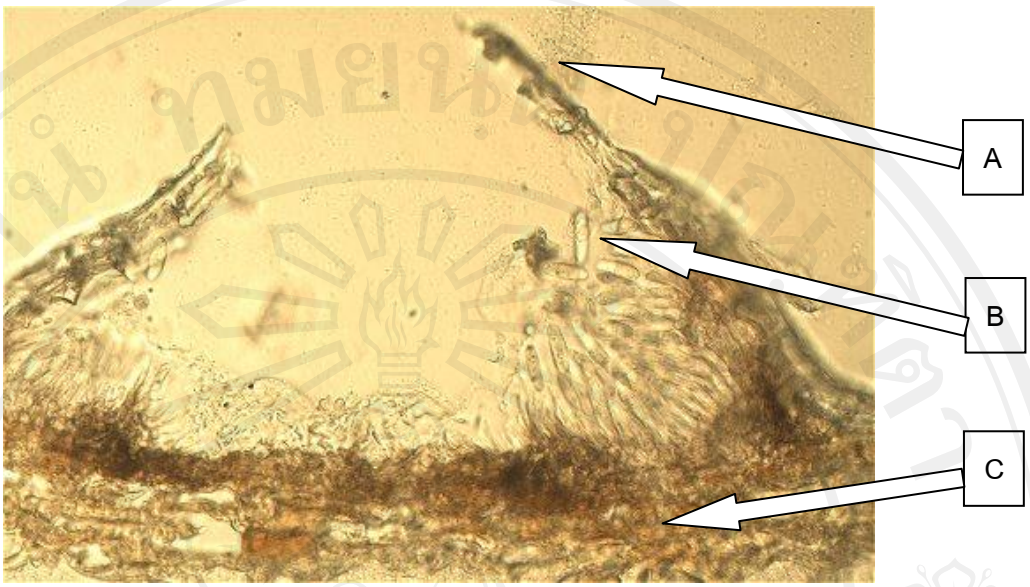
โรคของมะม่วงและการป้องกันกำจัด

1. โรคแอนแทรคโนส

โรคแอนแทรคโนสของมะม่วงเกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. จัดอยู่ในชั้น Deuteromycetes อันดับ Coelomycetes มีระยะ teleomorph คือ *Glomerella cingulata* (Stomen.) Spauld. (Bailey and Jerger, 1992) โดยเชื้อจะแพร่ระบาดอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะอย่างยิ่งในแหล่งปลูกที่มีความชื้นสูง เกิดได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 10-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 95-97 เปอร์เซ็นต์ ระบาดโดยลมและฝนเป็นพาหะโดยสปอร์ของเชื้อราจะปลิวไปตามลมและฝน (ชลอ, 2539) ซึ่งเป็นโรคที่สำคัญของมะม่วง ทำความเสียหายต่อทั้งปริมาณและคุณภาพของผลผลิตมะม่วงเป็นอย่างมาก สามารถเข้าทำลายได้เกือบทุกส่วนของมะม่วงตั้งแต่ต้นกล้า ยอดอ่อน ใบอ่อน ช่อดอก ดอก ผลอ่อนจนถึงผลแก่ และผลหลังการเก็บเกี่ยว ทำให้เกิดอาการอย่างน้อยก็เป็นจุดแผลตกค้างอยู่บน ใบ กิ่ง และผล หากการเข้าทำลายของโรครุนแรงก็จะเกิดอาการใบแห้ง ใบบิดเบี้ยว และร่วงหล่น ช่อดอกแห้งไม่ติดผล ผลเน่าร่วงตลอดจนผลเน่าหลังเก็บเกี่ยว ซึ่งจะเป็นผลเสียหายต่อการส่งมะม่วงไปจำหน่ายต่างประเทศ

สำหรับการเข้าทำลายของเชื้อราชนิดนี้ในเนื้อเยื่อผลมะม่วง อังสุมา (2530) รายงานว่าสปอร์ของเชื้อจะงอก germ tube และสร้าง appressorium บนผิวผล นอกจากนั้นเชื้อราจะสร้าง infection hypha ผ่านชั้น cuticle เข้าไปในผิวผลแล้วแฝงตัวอยู่ในรูปเส้นใยที่เจริญแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ในชั้น epidermis (ภาพ 2) และจะพักตัวในผลมะม่วงจนกระทั่งสุกหรือได้รับสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญจึงจะแสดงอาการของโรคออกมา จากการศึกษาการติดเชื้อแบบแฝงของเชื้อรา *C. gloeosporioides* บนผลและใบมะม่วงพันธุ์มหาชนกขณะที่ยังอยู่บนต้น พบว่าสปอร์จะงอก germ tube และสร้าง appressorium สีน้ำตาลเข้มภายใน 12 ชั่วโมง หลังปลูกเชื้อ หลังจากนั้น appressorium จะสร้าง infection hypha สั้นๆ และจะหยุดแฝงตัวในระยะนี้โดยไม่มีการเจริญต่อจนกว่าสภาพแวดล้อมเหมาะสมจึงแสดงอาการของโรค (ดวงใจ, 2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ที่มา : ชานนท์ (2551)

ภาพ 2 ลักษณะ acervulus ของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*

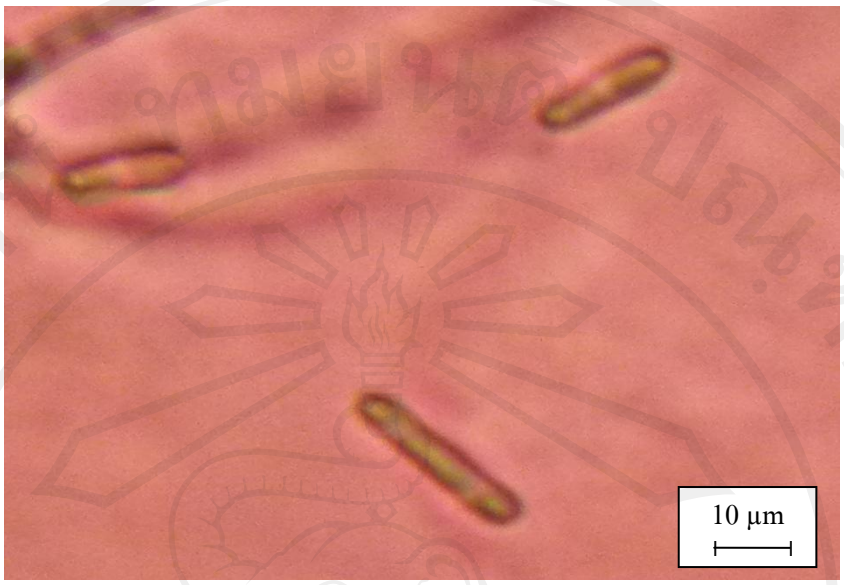
A = อิพิเดอร์มิสของพืชอาศัย

B = กลุ่มโคนิเดียของเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides*

C = เนื้อเยื่อของพืชอาศัย

เชื้อรา *C. gloeosporioides* ที่แยกได้จากใบมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เป็นโรค บนอาหาร PDA มีลักษณะโคโลนีสีขาวอมเทา เส้นใยฟู สร้างกลุ่มโคนิเดีย สีส้มอมชมพู ลักษณะเป็นวงๆ ซ้อนกัน (concentric ring) โคนิเดียมีรูปร่างแบบทรงกระบอกหรือรี หัวท้ายมน และส่วนปลายเรียวแหลมเซลล์เดียว ใสไม่มีสี ขนาดประมาณ 9.8-25.7 x 2.5-12.3 ไมโครเมตร (รัฐกร, 2549) (ภาพ 3 และ ภาพ 4) ก้านชูโคนิเดียสีน้ำตาลอ่อน เชื้อรานี้มีการเจริญอยู่ในโครงสร้างสืบพันธุ์ที่มีลักษณะคล้ายจานที่เรียกว่า acervuli (วีระณีย์และคณะ, 2537)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 3 สปอร์ของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*

ที่มา : Photita (2005)

ภาพ 4 โคโลนีของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

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

ระยะต้นกล้า จะพบอาการของโรคทั้งที่ใบและลำต้น ซึ่งถ้าต้นกล้าที่เป็นโรคอ่อนแอหรือตายไป ไม่สามารถทำเป็นต้นตอได้ จะทำความเสียหายแก่การผลิตกิ่งทาบเพื่อการค้าอย่างมาก อาการบนใบ เริ่มแรกจะเป็นจุดเล็กๆ บนใบอ่อน มองดูใสกว่าเนื้อใบรอบๆ จุดนี้จะขยายออกเป็นวงขนาดต่างๆ ขึ้นอยู่กับความชื้นและความแก่อ่อนของใบ โดยจะเห็นขอบแผลชัดเจนเป็นสีน้ำตาลเข้ม ในสภาพความชื้นสูง แผลที่เกิดบนใบอ่อนมากๆ จะมีขนาดใหญ่ ขยายออกได้รวดเร็ว และมีจำนวนแผลมากติดต่อกันทั้งผืนใบ ทำให้ใบแห้งทั้งใบหรือใบบิดเบี้ยวเมื่อแก่ขึ้นเพราะเนื้อที่ในบางส่วนถูกทำลายด้วยโรค ถ้าในสภาพที่อุณหภูมิความชื้นไม่เหมาะสม แผลบนใบจะมีลักษณะเป็นจุดขนาดเล็ก กระจัดกระจายทั่วไปบริเวณกลางแผล ซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อนกว่าขอบแผลและมีลักษณะบางกว่าเนื้อใบอาจจะฉีกขาดและหลุดออกเมื่อถูกน้ำ ทำให้แผลมีลักษณะเป็นรูคล้ายถูกยิงด้วยกระสุนปืน (ภาพ 5)

ที่มา : ชานนท์ (2551)

ที่มา : Cattlin (2010)

ภาพ 5 เชื้อเข้าทำลายทำให้ใบเหี่ยวแห้งมีสีน้ำตาล (ซ้าย) อาการจุดสีดำและใบบิดเบี้ยว (ขวา)

ระยะต้นโต อาการที่ลำต้นอ่อนจะเป็นแผลที่ค่อนข้างดำ ลักษณะแผลเป็นรูปไข่ยาวไปตามความยาวของลำต้น อาการของโรครุนแรง แผลจะขยายอย่างรวดเร็วจนกระทั่งรอบลำต้น (ภาพ 6) ทำให้ต้นแห้งตาย แต่ถ้าต้นกล้าเป็นโรคเมื่อเนื้อเยื่อเริ่มแก่แล้ว แผลอาจจะลุกลามไปได้ไม่มากนัก และเป็นจุดแผลมีลักษณะเป็นวงรีสีดำยุบตัวลงไปเล็กน้อยบริเวณกลางแผลจะเห็นเม็ดสีดำๆ หรือสีส้มปนบ้างเรียงเป็นวงอยู่ภายในแผล ถ้าโรคนี้เกิดกับยอดอ่อนก็จะทำให้ยอดแห้งเป็นสีน้ำตาลดำและอาจตายทั้งต้นได้เช่นเดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่มา : ชานนท์ (2551)

ภาพ 6 ต้นอ่อนที่ถูกทำลายโดยเชื้อ

ระยะแทงช่อดอก อาการที่ช่อดอกจะเห็นลักษณะอาการเป็นจุดสีน้ำตาลดำประปรายบนก้านช่อดอก และก้านดอก ซึ่งทำให้ดอกเหี่ยวและหลุดร่วง ถ้าไม่รุนแรงนักจะทำให้การติดผลน้อย แต่ถ้าเป็นมากๆ ก็จะไม่ได้ผลผลิตเลย ในบางครั้งจะพบอาการของโรคที่ก้านช่อดอกไหม้ดำ ซึ่งจะแห้งไปในที่สุด (ภาพ 7) ผลอ่อนๆ อาจจะถูกเชื้อโรคทำลายทำให้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำและร่วงหล่น ผลที่มีขนาดโตขึ้นแต่ยังไม่แก่ก็เป็นโรคได้เช่นเดียวกัน หากสภาพแวดล้อมเหมาะสม กล่าวคือ มีความชื้นสูงและอุณหภูมิพอเหมาะ (24-32 องศาเซลเซียส)

ที่มา : ชานนท์ (2551)

ภาพ 7 เชื้อเข้าทำลายทำให้ดอกเหี่ยว

ระยะติดผล ลักษณะอาการบนผล จะเป็นจุดสีดำ รูปร่างกลม หรือรูขนาดตั้งแต่เล็กเท่าหัวเข็มหมุด จนถึงขนาดใหญ่เส้นผ่าศูนย์กลาง 2-4 เซนติเมตร แล้วแต่ความรุนแรง บริเวณแผลจะพบรอยแตกและมีเม็ดเล็กๆ สีดำเรียงรายเป็นวงภายในแผล เมื่อมะม่วงเริ่มแก่ในระหว่างการบ่มหรือขนส่ง แผลเหล่านี้จะขยายใหญ่ขึ้น และลุกลามออกไป ทำให้ผลเน่าทั้งผลได้ อาการจุดเน่าดำบนผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นี้พบทำความเสียหายกับมะม่วงเกือบทุกพันธุ์ เชื้อราโรคแอนแทรคโนส ยังสามารถติดอยู่กับผลโดยไม่แสดงอาการใดๆ แต่เมื่อสภาพแวดล้อมภายหลังเหมาะสม เช่น ผลสุก หรือมีความชื้นสูงระหว่างการเก็บรักษา หรือบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่ง ก็จะแสดงอาการได้ (ภาพ 8) ซึ่งก็ทำความเสียหายเป็นอย่างมาก (นิพนธ์, 2542)

ที่มา : ชานนท์ (2551)

ภาพ 8 อาการของโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วง

การป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนส

โรคแอนแทรคโนสสามารถป้องกันกำจัดได้โดยสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชหลายชนิด ซึ่งเป็นวิธีการเดียวที่จะลดความเสียหายจากโรคนี้ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งการใช้ต้องใช้ให้ถูกกับจังหวะการเข้าทำลายของเชื้อโรค ทั้งนี้เพื่อลดความสิ้นเปลือง และช่วยให้สารเคมีมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนส สำหรับมะม่วงที่ผลิตเพื่อการส่งออกนั้นจะต้องกระทำอย่างสม่ำเสมอ โดยในช่วงที่มะม่วงผลิตใบอ่อน ช่วงการออกดอก และติดผล ซึ่งเป็นช่วงที่มะม่วงมีความอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อ ควรฉีดพ่นสารเคมีในแหล่งที่มีโรคระบาดเป็นประจำ เพื่อลดความเสียหายจากการเกิดโรคที่ใบอันจะมีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของใบและจะมีผลต่อการออกดอกติดผลที่สมบูรณ์ต่อไป ในการตัดแต่งกิ่งเป็นโรคและกิ่งอ่อนที่เกิดตามโคนกิ่งใหญ่ในทรงพุ่ม ซึ่งเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรค และทำลายเสีย ก็เป็นการลดเชื้อโรคได้อีกวิธีหนึ่ง สารป้องกันกำจัดโรคพืชหลายชนิดเช่น benomyl, mancozeb, captan, copper และ oxychloride เป็นต้น สามารถใช้ป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนสได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการเลือกใช้สารชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับความรุนแรงของโรคที่เกิดในแต่ละสภาพแวดล้อม ก่อนที่มะม่วงจะเริ่มแทงช่อดอก ควรทำการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันและกำจัดแมลงและโรคพืชครั้งหนึ่ง เพื่อลดปริมาณแมลงและโรคที่จะรบกวนช่อดอกใหม่ที่เริ่มผลิ หลังจากนั้นฉีดพ่นเป็นระยะๆ ทุก 10-15 วัน จนมะม่วงติดผลอ่อน สารเคมีประเภทดูดซึมเช่น benomyl อาจจะใช้ได้ในช่วงฝนชุกหรือในช่วงผลใกล้เก็บเกี่ยว เพราะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จะมีผลต่อคุณภาพของผลผลิตหลังเก็บเกี่ยวด้วย ช่วยลดความเสียหายจากการเกิดผลเน่าได้เป็นอย่างดี สำหรับในช่วงออกดอกติดผลมะม่วงนั้นควรใช้สารเคมีชนิดอื่นพ่นสลับกันบ้างตามความเหมาะสม เช่น ระยะดอกอาจจะใช้ mancozeb ระยะติดผลอ่อนใช้captan หรือ copper fungicide ระยะผลโตใช้ benomyl เป็นต้น ผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวแล้วควรจุ่มในสารละลายไธอาเบนดาโซล (พรอนโต 40) ผสมน้ำที่ 50 องศาเซลเซียส นาน 5-10 นาที แล้วผึ่งให้แห้งเพื่อกำจัดเชื้อที่แฝงอยู่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2555)

2. โรคราแป้ง

โรคราแป้งเกิดจากเชื้อรา *Oidium mangiferae* Berthet พบระบาดทั่วๆ ไปในแหล่งปลูกมะม่วงของประเทศต่างๆ ในประเทศไทยส่วนใหญ่พบกับมะม่วงที่ปลูกในที่สูงบริเวณภาคเหนือ เชื้อรานี้สามารถเข้าทำลายได้ทั้งใบ ดอก ช่อดอก และผลอ่อน

อาการของโรค

ใบอ่อน จะเห็นบริเวณที่เชื้อราเข้าทำลายเป็นขุยหรือผลสีขาวขึ้นบางๆ ส่วนใหญ่จะพบใต้ใบ อาการต่อมาบริเวณที่เป็นโรคจะมีสีเหลืองจาง ถ้าสภาพอากาศเหมาะสมเป็นผงสีขาวๆ ชัดเจนขึ้น หลังจากนั้นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนและเข้มขึ้นตามลำดับ ถ้าเกิดโรครุนแรงใบอาจจะบิดเบี้ยว เสียรูปทรงไป ร่วงหล่น หรือแสดงอาการเนื้อใบไหม้

ช่อดอก จะพบผงสีขาวขึ้นฟูตามก้านช่อดอกย่อย และดอกซึ่งจะทำให้ดอกร่วงไม่ติดผล ส่วนของก้านช่อดอกจะยังคงมีสีขาวปกคลุม แล้วจะค่อยๆ เป็นสีน้ำตาลอ่อน (ภาพ 9) โรคนี้มักจะพบในช่วงฤดูหนาว เมื่อมะม่วงเริ่มออกดอก และมักจะพบเป็นกับช่อดอกที่อยู่บริเวณตอนล่าง หรือกลางๆ ลำต้น หรือช่อดอกที่อยู่ในพุ่มใบ ดอก และก้านช่อดอกที่ถูกเชื้อราเข้าทำลายการเจริญเติบโตจะลดลง ดอกไม่บาน และร่วงในที่สุด แต่บางครั้งสามารถทนได้จนถึงติดผลอ่อน

ที่มา : ชานนท์ (2551)

ภาพ 9 เชื้อเข้าทำลายไม่ให้ช่อดอกบาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การป้องกันกำจัดเชื้อราแป้ง

หมั่นตรวจดูอาการของโรคที่ใบอ่อน ช่อดอก และที่ผลอ่อน เมื่อพบให้ตัดส่วนที่เป็นโรคนำไปเผาทำลาย การป้องกันกำจัดโรคราแป้ง ที่ระบาดในระยะมะม่วงออกดอกทำการฉีดพ่นสารเคมีในช่วงที่ดอกยังไม่บานครั้งหนึ่ง หากยังมีโรคระบาดอยู่ก็ควรฉีดอีกครั้งในระยะติดผลอ่อน สารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดโรคราแป้ง ได้แก่ dinocap, benomyl, triadimefon และกำมะถันผง เป็นต้น

3. โรคราดำ

เกิดจากเชื้อราดำหลายชนิด เช่น *Capnodium* sp. และ *Meliola* sp. พบทั่วไปในแหล่งปลูกมะม่วงของประเทศ ราดำที่จะกล่าวถึงมีหลายชนิดด้วยกัน แต่ที่พบเห็นทั่วๆ ไป ชนิดที่ขึ้นปกคลุมใบเป็นแผ่นสีดำ เมื่อแห้งอาจจะร่อนหลุดออกเป็นแผ่นๆ อีกชนิดหนึ่งขึ้นบนใบมีลักษณะคล้ายดาวเป็นแฉกๆ ราดำชนิดนี้ไม่ได้ดูดกินน้ำเลี้ยงจากพืชโดยตรง แต่อาจมีผลคือการเจริญเติบโตโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูที่มะม่วงออกดอก หากมีราดำขึ้นปกคลุมดอก จะเป็นผลให้การผสมเกสรของดอกไม่สามารถจะเกิดขึ้นได้ เนื่องจากมีเชื้อราขึ้นปกคลุมปลายเกสรตัวเมีย ปกติแล้วราดำมีอยู่ทั่วๆไปในอากาศ แต่ไม่สามารถจะเจริญขึ้นบนใบหรือช่อดอกมะม่วงได้หากไม่มีแมลงปากดูดได้แก่ เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง โดยแมลงเหล่านี้จะดูดกินน้ำเลี้ยงจากพืชตามยอดอ่อน และช่อดอก แล้วจะถ่ายสารซึ่งมีลักษณะคล้ายน้ำหวานออกมาฟุ้งกระจายไปเคลือบตามบริเวณใบ และช่อดอก ซึ่งเชื้อราดำในอากาศก็จะสามารถขึ้นได้ และทำให้การติดดอกออกผลของมะม่วงลดลงหรือไม่ติดผลเลย

อาการของโรคราดำ

โรคราดำจะเกิดทั้งบนใบ ช่อดอก และผลอ่อน มีลักษณะเหมือนเขม่าหรือฝุ่นสีดำปกคลุมเป็นแผ่นสีดำซึ่งเมื่อแห้งอาจจะร่วงหลุดเป็นแผ่น (ภาพ 10)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 10 ช่อดอกและใบถูกเข้าทำลายมีลักษณะเหมือนเขม่าหรือฝุ่นสีดำปกคลุม

การป้องกันกำจัดโรคราดำ

เนื่องจากโรคนี้เกิดจากแมลงเป็นสาเหตุสำคัญดังนั้นในช่วงที่มะม่วงเริ่มแทงช่อดอกให้เข้าสำรวจแมลงปากดูด เช่น เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยหอยในสวน หากพบในปริมาณสูง ทำการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดได้แก่ Carbaryl 85 WP เพื่อกำจัดแมลงนี้ในช่วงก่อนมะม่วงจะออกดอกครั้งหนึ่งก่อน หากยังพบการทำลายของเพลี้ยจักจั่นก็ควรฉีดพ่นอีกครั้งในระยะดอกตูมใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา คือ benomyl ฉีดพ่นให้ทั่วต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2555)

การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว

1. การจุ่มในน้ำร้อน

การใช้น้ำร้อนเป็นวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพดีมากในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าทำลายแบบแฝงอยู่ในผลิตผล (Burchill, 1964) แต่วิธีการใช้น้ำร้อนนี้มีข้อจำกัดคือ ต้องใช้อุณหภูมิสูงที่สามารถทำลายเชื้อสาเหตุโรคนั้นๆได้ และต้องเป็นอุณหภูมิที่พืชสามารถทนได้โดยที่ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตผล โดยประสิทธิภาพในการควบคุมการเน่าเสียของผลิตผลด้วยวิธีนี้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช รูปแบบของสปอร์เชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรค ระดับของอุณหภูมิ และช่วงเวลาในการจุ่มน้ำร้อนของผลิตผล (Edney and Burchill, 1967) ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมในการปฏิบัตินี้มักเป็นอุณหภูมิสูงใกล้เคียงกับจุดที่เกิดอันตรายกับผลิตผลได้ โดยทั่วไปอาการผิดปกติเนื่องจากความร้อนสูงเกินไป (heat injury) บนผลมะม่วงจะปรากฏให้เห็นตั้งแต่อุณหภูมิ 55

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

องศาเซลเซียสขึ้นไป ซึ่งอุณหภูมิในระดับ 52 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่ปลอดภัยที่สุดสำหรับการปฏิบัติกับผลมะม่วง (Muirhead, 1976)

2. การอบด้วยไอน้ำร้อน

การอบผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวด้วยไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิคงที่ 47 องซาเซลเซียส นาน 20 นาที ความชื้นสัมพัทธ์ 96% เดิมเป็นวิธีการที่ใช้เพื่อควบคุมการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชเพื่อทดแทนการรมควันผลิตผลด้วยสารเคมีหลังการเก็บเกี่ยว เช่น Ethylene dibromide ซึ่งในปัจจุบันได้ถูกยกเลิกในการนำมาใช้หลังการเก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชตามกฎหมายกักกันพืชของประเทศผู้นำเข้าผลิตผลทางการเกษตรที่มีต่อประเทศผู้ส่งออกผลิตผลทางการเกษตร เนื่องจากการตระหนักถึงผลกระทบของสารเคมีที่ตกค้างภายในผลิตผลสดและการตกค้างที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ตลอดจนการเพิ่มความต้านทานต่อสารเคมีของสิ่งมีชีวิตพวกจุลินทรีย์ แมลงต่างๆ (Merino *et al*., 1985)

3. การอบด้วยอากาศร้อน

การอบผลิตผลด้วยอากาศร้อนมีวิธีการที่คล้ายคลึงกับการอบแบบใช้ไอน้ำร้อน แต่มีข้อแตกต่างเพียงเล็กน้อย คือ การอบด้วยอากาศร้อนมีการปรับค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศหรือลมร้อนที่ใช้อบผลิตผลตลอดเวลาในช่วงเวลาการปฏิบัติให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเกาะที่ผิวผลิตผลซึ่งค่าของความชื้นสัมพัทธ์ในการอบด้วยอากาศร้อนมีความแปรปรวนตั้งแต่ 58 ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ โดยปกติในการปฏิบัติมักมีการควบคุมให้อุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้อบเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ของอุณหภูมิของผิวผลิตผล จนถึงอุณหภูมิที่ต้องการซึ่งมักเป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่ผลิตผลสามารถทนทานได้ โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายเนื่องจากความร้อนและมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อก่อโรคได้ดี (McGuire, 1991)

4. การใช้อุณหภูมิต่ำ

การใช้อุณหภูมิต่ำเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและใช้มากที่สุดในการยืดอายุการเก็บรักษาและลดการเน่าเสีย อุณหภูมิต่ำทำให้การสุกของผลิตผลช้าลง ทำให้ความต้านทานของผลิตผลคงอยู่ นอกจากนี้การเจริญและการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ จะหยุดหรือช้าลงที่อุณหภูมิต่ำใกล้ 0 องศาเซลเซียส เช่น เชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* และ *Ceratocystis fimbriata* โดยที่ผลไม้ในเขตร้อน ไม่สามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิต่ำมากเนื่องจากเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) จึงต้องหาจุดที่เหมาะสมในการเก็บรักษาที่ไม่มีผลเสียต่อผลิตผล (สายชล, 2530)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. การใช้รังสี

การใช้การฉายรังสีเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถควบคุมการเน่าเสียได้ แต่การใช้รังสีแกมม่าในการฉายรังสีให้ผลิตผลในอัตราที่สูงก็ก่อให้เกิด ความเสียหายกับเนื้อเยื่อได้ ทำให้รสชาติของผลมะม่วงเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยมีความหวานลดลง (วาริช, 2553) ฉะนั้นการใช้รังสีจึงขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตผลและความไวของเชื้อต่อรังสีรวมทั้งค่าใช้จ่ายต้องไม่สูงกว่าวิธีการอื่นที่มีอยู่ด้วย (Kader *et al*., 1982)

6. การใช้การดัดแปลงบรรยากาศ

การเก็บรักษาผลิตผลโดยวิธีการดัดแปลงบรรยากาศจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ดี โดยทั่วๆ ไป จะทำโดยการใช้แผ่นฟิล์มพลาสติกในการห่อหุ้มเพื่อรักษาระดับของออกซิเจนให้ต่ำกว่าระดับปกติ (21%) และคาร์บอนไดออกไซด์ สูงกว่าระดับปกติ (0.03%) ของบรรยากาศ การใช้การดัดแปลงบรรยากาศ ทำให้ความต้านทานของผลิตผลคงอยู่นานขึ้นและลดการเจริญของเชื้อ (El-Goorani and Sommer, 1981) Geeson และ Browne (1980) พบว่าการเก็บกะหล่ำปลีในสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ 5-6 % และออกซิเจน 3 % ช่วยลดการเกิดและความรุนแรงของ *Botrytis cinerea* เมื่อใช้ร่วมกับสารเคมี และการเก็บรักษามะม่วงด้วยการห่อหุ้มผลด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกที่มีการเจาะรูขนาด 8 ตารางเซนติเมตรต่อขนาดพื้นที่แผ่นฟิล์ม 500 ตารางเซนติเมตร เพื่อให้อากาศถ่ายเท โดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 63-89% จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ยาวนานมากขึ้น โดยชะลอการสุก และไม่เกิดสภาพผิดปกติของเนื้อผล (ณรงศักดิ์, 2537)

7. การใช้สารเคมี

สารเคมีประมาณ 20 ชนิดได้มีการใช้ในระยะ 30 กว่าปีที่ผ่านมากับผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งสารเหล่านี้จะใช้ได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับความไวของเชื้อต่อสารเคมี ความสามารถในการซึมลงไปในผิวของสารเคมีลงไปกำจัดเชื้อ นอกจากนี้สาร เหล่านี้ต้องไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับผลิตผลและมีพิษตกค้างไม่เกินกำหนดระหว่างประเทศ (Eckert and Ogawa, 1985) สารเคมี fosetyl-Al ที่อัตราความเข้มข้น 2000 ppm สามารถควบคุมโรคเน่าของผลทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา *P. palmivora* ได้โดยการจุ่มผลเพียง 2 นาที (Pongpisutta and Sangchote, 1994)

8. การใช้วิธีการทางชีววิธี

วิธีการนี้ได้ถูกนำมาใช้เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีที่มีอันตรายต่อผู้บริโภคโดยการใช้จุลินทรีย์อื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุ ซึ่งในการใช้กับผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวนิยมใช้จุลินทรีย์ที่เจริญเร็วทำให้เกิดการแย่งอาหารจากเชื้อสาเหตุ ทำให้เชื้อสาเหตุไม่เจริญหรือเจริญได้น้อย แต่การใช้ในประเทศไทยกับผลิตผลยังอยู่ในระยะเริ่มต้นเท่านั้น เชื้อยีสต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Candida tropicalis สามารถช่วยลดการเกิดอาการผลเน่าของมะม่วงเนื่องจากเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* ได้ดี (Sangchote,1995)

9. การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้วัตถุเจือปนอาหาร

วัตถุเจือปนอาหาร คือ วัตถุที่มิได้ใช้เป็นอาหารหรือส่วนประกอบที่สำคัญของอาหาร ไม่ว่าวัตถุนั้น จะมีคุณค่าทางอาหารหรือไม่ก็ตาม แต่ใช้เจือปนในอาหารเพื่อประโยชน์ทางเทคโนโลยีในการผลิต การบรรจุ การเก็บรักษา หรือการขนส่ง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพหรือมาตรฐาน หรือลักษณะของอาหาร และได้หมายความรวมถึงวัตถุที่มิได้ใช้เจือปนอาหาร แต่ใช้ร่วมอยู่กับอาหารเพื่อประโยชน์ดังกล่าวข้างต้นด้วย ตัวอย่างวัตถุเจือปนอาหารที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ เช่น สารประกอบซัลเฟอร์ สารประกอบแมกนีเซียม แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ เป็นต้น (สุทธิดา ,2544)

กรรมวิธีดังกล่าวข้างต้นหลายกรรมวิธีก็มีข้อจำกัดซึ่งมีทั้งเรื่องค่าใช้จ่ายที่สูง และผลกระทบที่เกิดกับมะม่วงโดยตรง ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการศึกษาหากรรมวิธีอื่นๆ ที่สามารถควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงต่อไป

การเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง (Photocatalysis)

ปฏิกิริยาการเร่งด้วยแสง ประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ

1. พลังงานแสง

การฉายแสงในปฏิกิริยาการเร่งด้วยแสง นั้น เป็นการให้พลังงานกับระบบในรูปของพลังงานโฟตอน (photon energy) ที่มากพอจะทำให้เกิดปฏิกิริยาขึ้นได้ ซึ่งพลังงานดังกล่าวเรียกว่าพลังงานกระตุ้น (activation energy) ซึ่งแสงสเปกตรัมของคลื่นแสงซึ่งมีขอบเขตอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 100-1000 นาโนเมตร ซึ่งเป็นที่น่าสนใจในปฏิกิริยาการเร่งด้วยแสง UV นี้จะอยู่ในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 100 – 400 นาโนเมตร รังสี UV นี้จะถูกแบ่งเป็นองค์ประกอบหลักๆ 3 องค์ประกอบ คือ

ก. ความยาวคลื่นแสง (long wave UV) อยู่ในช่วง 320 – 400 นาโนเมตร

ข. คลื่นกลาง (middle wave UV) อยู่ในช่วง 280 – 320 นาโนเมตร

ค. คลื่นสั้น (short wave UV) อยู่ในช่วง 200 – 280 นาโนเมตร

ความยาวคลื่นที่ต่ำกว่า 200 นาโนเมตร มีความสำคัญน้อยมาก เพราะรังสีอยู่ในช่วง vacuum UV ซึ่งจะถูกดูดกลืนในอากาศจนหมดในช่วงระยะทางสั้นๆ ที่แสงเดินทาง แสงอาทิตย์นี้จะมีช่วงความยาวคลื่นที่กว้างมาก และความเข้มข้นของแสง UV สูง แต่เมื่อแสงส่องลงมายัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พื้นผิวโลกจะถูกทำให้ลดลงอย่างมากในชั้นบรรยากาศ จากการดูดกลืนและการกระเจิงของแสง ที่ความยาวคลื่นต่ำกว่า 320 นาโนเมตร ความเข้มของแสงจะลดอย่างรวดเร็วเนื่องจากการถูกดูดกลืนโดยโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ และที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่า 288 นาโนเมตร มีรังสีที่แผ่ลงมาถึงพื้นโลกน้อย ดังนั้นแสง UV ที่ส่องลงมายังพื้นโลกจึงมีจำกัด

ในการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงโดยไทเทเนียมไดออกไซด์เป็นตัวแคตาลิสต์นั้น เนื่องจาก TiO_2 มีพลังงานแบนด์แกป (band gap) ประมาณ 3.2 eV ดังนั้นในการให้พลังงานกับระบบจึงต้องใช้พลังงานมากกว่าพลังงานแบนด์แกป การเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงจึงจะเกิดขึ้นได้ ซึ่งช่วงของแสง UV ที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่า 400 นาโนเมตร จะให้ค่าพลังงานที่มากกว่าหรือเท่ากับพลังงานแบนด์แกปของไทเทเนียมไดออกไซด์ ดังนั้นจึงมีผู้สนใจที่จะศึกษาผลของการใช้แสง UV ในการเร่งปฏิกิริยาร่วมกับการใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์ แต่เนื่องจากแสง UV ส่องลงมายังพื้นโลกได้ในปริมาณน้อย (Muszkat, 1998) จึงต้องมีการใช้หลอดไฟที่ให้แสง UV ในปฏิกิริยาการเร่งด้วยแสงร่วมกับไทเทเนียมไดออกไซด์

2. แคตาลิสต์ (Catalyst)

สารที่นำมาใช้เป็นตัวแคตาลิสต์ในการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ

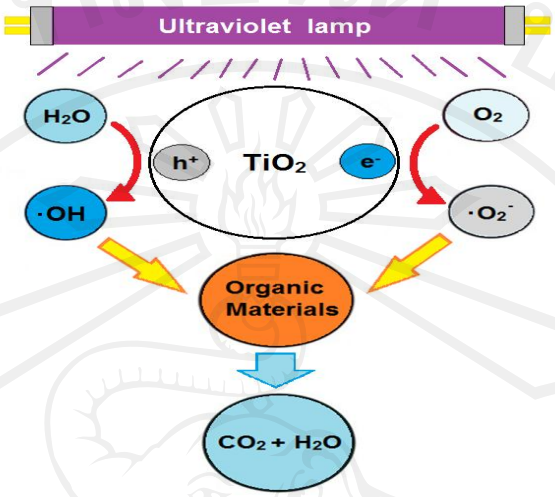
ก. โลหะทรานซิชั่น (transition metal) เช่น ทองแดง โครเมียม และนิกเกิล

ข. สารกึ่งตัวนำ (semiconductor) เช่น CdS, TiO_2, ZnS, ZnO, Fe_2O_3 และ $SrTiO_3$

เนื่องจากในโลหะทรานซิชั่น อิเล็คตรอนที่ได้รับพลังงานกระตุ้นให้อยู่ในระดับสภาวะกระตุ้น (excited state) จะกลับเข้าสู่สภาวะพื้น (ground state) ได้ง่ายและรวดเร็วกว่าในสารกึ่งตัวนำ ดังนั้นจึงนิยมใช้สารกึ่งตัวนำที่เป็นตัวแคตาลิสต์ในการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง

สารกึ่งตัวนำมีมากมายหลายชนิดและหนึ่งในจำนวนของสารกึ่งตัวนำหลายๆ ชนิดที่นิยมใช้ในการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง คือ ไทเทเนียมไดออกไซด์ เนื่องจากไทเทเนียมไดออกไซด์มีราคาไม่แพง ไม่เป็นพิษ มีความสามารถในการละลายต่ำ มีความเสถียรสูง และทนทานต่อการกัดกร่อน นอกจากนี้ยังสามารถกำจัดกลิ่นและเชื้อโรค รวมทั้งเชื้อราที่ชอบขึ้นตามผนังอาคารที่ชื้น และทำให้อากาศสะอาด โดยการกำจัดแก๊สพิษต่างๆ ที่เกิดจากเขม่าควันรถยนต์หรือโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ ไนโตรเจนออกไซด์ (NO) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน เป็นต้น และยังทำให้น้ำสะอาด และป้องกันคราบสกปรกที่ติดอยู่ตามผนังภายในและภายนอกอาคารได้ (ภาพ 11)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ที่มา : ภัทราภรณ์ (2553)

ภาพ 11 การย่อยสลายของสารอินทรีย์จากการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงโดยไทเทเนียมไดออกไซด์

การประยุกต์ใช้การเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงโดยไทเทเนียมไดออกไซด์

1. ที่อยู่อาศัย

สามารถกำจัดสารที่มีกลิ่นเหม็น และมีพิษ เช่น ฟอร์มัลดีไฮด์ สารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ (volatile organic compounds; VOCs) อีกทั้งยังช่วยกำจัดกลิ่นขยะ กลิ่นในตู้เย็น หรือตู้เก็บรองเท้าได้

2. สถานที่ทำงาน

ช่วยในการกำจัดกลิ่นในสถานที่สูบบุหรี่ และป้องกันคราบสกปรกจากนิโคติน อีกทั้งยังกำจัดกลิ่นในห้องน้ำได้เช่นกัน

3. โรงพยาบาล

สามารถฆ่าเชื้อและกำจัดกลิ่น และเชื้อโรคภายในห้อง และสามารถเข้าทำลายเชื้อแบคทีเรียและไวรัสให้หมดได้ โดยยังสามารถกำจัดสิ่งต่างๆ ได้อีก เช่น กำจัดกลิ่นในห้องน้ำ เชื้อโรคต่างๆ ในห้องผ่าตัดหรือห้องปลอดเชื้อ

4. สถานที่สาธารณะและสภาพแวดล้อม

สามารถกำจัดแก๊สพิษต่างๆ ในบรรยากาศ ได้แก่ ไนโตรเจนออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ และสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน เป็นต้น รวมทั้งป้องกันคราบสกปรก หรือเชื้อราที่เกาะตามราวจับ อุโมงค์ ผนังเก็บเสียงตามทางด่วน ป้ายประกาศ โคมไฟและ สัญญาณไฟตามท้องถนน อีกทั้งผนังภายนอกและภายในอาคาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. อื่นๆ

ช่วยรักษาความสดของผักผลไม้และเนื้อสัตว์ และรักษาคุณภาพน้ำในอ่างอาบน้ำ หรือสระว่ายน้ำ โดยสารโฟโตแคตาลิสต์จะช่วยกำจัดพวกเชื้อโรค ตะไคร่น้ำ กลิ่นของสัตว์เลี้ยง และยังช่วยป้องกันการติดเชื้อในสัตว์

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง (ภัทราภรณ์, 2553)

1. ความเข้มของแสง (light intensity)

การเพิ่มความเข้มของแสงจะเป็นการเพิ่มจำนวนโฟตอนให้มากขึ้น จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยามากขึ้นตามไปด้วย

2. ปริมาณตัวแคตาลิสต์ (catalyst dosage)

เนื่องจากไทเทเนียมไดออกไซด์ไม่เพียงแต่จะทำหน้าที่เป็นตัวแคตาลิสต์เท่านั้น ยังมีหน้าที่ในการเป็นสารดูดติด ซึ่งทำให้การเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงเกิดขึ้นที่บริเวณผิวของไทเทเนียมไดออกไซด์ ดังนั้นในการเพิ่มปริมาณไทเทเนียมไดออกไซด์ก็จะทำให้พื้นที่ผิวของการดูดติดเพิ่มขึ้น และอัตราการเกิดการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงเพิ่มขึ้นเช่นกัน

3. ออกซิเจน (O_2)

ออกซิเจนและตัวรับอิเล็คตรอนตัวอื่นๆ จะจับตัวกับอิเล็คตรอนทำให้การกลับมารวมตัวกันของอิเล็คตรอนและอิเล็คตรอนโฮลนั้นไม่สามารถเกิดขึ้นได้ เพราะออกซิเจนจะรวมตัวกับอิเล็คตรอนเกิดเป็นซูเปอร์ออกไซด์เรดิคอล และซูเปอร์ออกไซด์เรดิคอลอาจจะทำปฏิกิริยาต่อกับไฮโดรเจนอิออนเกิดเป็นเปอร์ไฮดรอกซิลเรดิคอล ซึ่งตามปกติแล้วออกซิเจนมีความสำคัญมากในการย่อยสลายสารอินทรีย์ เนื่องจากสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างสมบูรณ์และไม่เข้าไปแย่งพื้นที่ของสารอินทรีย์ในการดูดติดบนผิวของตัวแคตาลิสต์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงโดยไทเทเนียมไดออกไซด์ในการควบคุมโรค

การเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงโดยไทเทเนียมไดออกไซด์จัดเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่นำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม (Otaki *et al*., 2000; Goswami *et al*., 2004) การเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงโดยไทเทเนียมไดออกไซด์ได้นำมาใช้ฆ่าเชื้อบนพื้นผิวต่างๆ โดยไม่สร้างความเสียหายให้กับพื้นผิวนั้นๆ TiO_2 เป็นสารเคมีที่ดูดซับรังสีจากแสงอาทิตย์ หรือ หลอดฟลูออเรสเซนต์แล้วอิเล็กตรอนจะถูกรบกวนด้วยรังสี UV เกิด negative electron (e^-) และ positive hole (h^+) ขึ้น เมื่อ e^- ทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของออกซิเจน จะเกิดเป็น super oxide anion สามารถจะออกซิไดซ์คาร์บอนในสารอินทรีย์เกิดเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (Rajeswari and Kanmani, 2009) ส่วน h^+ จะทำให้โมเลกุลของน้ำแตกตัวเป็นก๊าซไฮโดรเจน และ ไฮดรอกซิลเรดิคอล (•OH) ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไฮโดรเจนในองค์ประกอบของสารอินทรีย์เกิดเป็นน้ำ ด้วยเหตุนี้ การเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงจึงสามารถทำลายสารอินทรีย์ สิ่งสกปรกต่างๆ ให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ซึ่งไม่เป็นอันตรายกับสิ่งแวดล้อม เพราะรังสี UV สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างช้าๆ โดยธรรมชาติ และจากกระบวนการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงโดยไทเทเนียมไดออกไซด์ โดย Fujishima *et al*. (2000) พบว่า เมื่อนำมาเคลือบบนผิววัตถุ เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของ TiO_2 โดยที่ให้แสงไปกระตุ้นที่ผิวของ TiO_2 ในการใช้เป็นตัวยับยั้งแบคทีเรียและเป็นตัวทำความสะอาดอากาศและดินได้ เช่นเดียวกับ Kim *et al*. (2003) ได้ทดสอบคุณสมบัติของ TiO_2 ในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella cholearesui*, *Vibrio parahaemolyticus* และ *Listeria monocytogenes* โดยเปรียบเทียบกับจานเพาะเชื้อที่เคลือบ และไม่เคลือบด้วย TiO_2 ซึ่งใส่สารละลายเชื้อข้างต้นลงไปแล้วนำไปให้แสง UV พบว่าจานเพาะเชื้อที่เคลือบด้วย TiO_2 นั้น มีความสามารถในการยับยั้งและฆ่าเชื้อได้ดีกว่าจานเพาะเชื้อที่ไม่เคลือบ TiO_2 และยังพบว่า *S. cholearesuis* และ *V. parahaemolyticus* จะถูกทำลายภายในเวลา 3 ชั่วโมง แต่ *L. monocytogenes* จะตายเพียง 87 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น นอกจากนี้ Maneerat and Hayata (2006) ได้ศึกษาการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงโดยไทเทเนียมไดออกไซด์ ด้วยการใช้ TiO_2 แบบผง ในการต่อต้านเชื้อ *Penicillium expansum* ในจานเพาะเลี้ยงเชื้อ ปรากฏว่าสามารถลดปริมาณการงอกของเชื้อที่เกิดโรคได้โดยการผสม TiO_2 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ส่วน ขนิษฐาและคณะ (2551) ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ ได้แก่ จุลินทรีย์ทั่วไป และ *Escherichia coli* โดยการฉายแสง UV-A ที่ความยาวคลื่นแสง 365 นาโนเมตร ลงบนแบคทีเรียที่กระจายตัวบนกระจกที่ไม่เคลือบ และเคลือบ TiO_2 พบว่าที่ระยะเวลาฉายแสง 30 นาที ความสามารถในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไป มีค่าเท่ากับ 8.23-19.95 เปอร์เซ็นต์ และเชื้อ *E. coli* มีค่าเท่ากับ 10.18-14.85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อแสงมีความเข้มมากขึ้นก็มีความสามารถในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียมากขึ้น (Kim *et al*., 2003) นอกจากนี้ Sunada *et al*. (2003) พบว่าจากการที่ฟิล์มได้ดูดซับแสง UV ซึ่งเคลือบผิวของฟิล์มด้วย TiO_2 นั้นสามารถยับยั้งแบคทีเรียและทำความสะอาดได้ดีเช่นเดียวกัน เมื่อนำ TiO_2 ไปผสมกับน้ำ และสารแขวนลอยสปอร์ของเชื้อ *Bacillus cereus* สามารถยับยั้ง และลดจำนวนสปอร์ของเชื้อ *B. cereus* ลงได้ (Krishna *et al*., 2005) ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำมาประยุกต์ในการควบคุมในอาหาร และหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลไม่ให้มีการปนเปื้อนเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค เช่น *E. coli* และจากการปล่อยสารพิษของเชื้อจนผลิตผลเสียหาย โดยนำมาใช้ทั้งในรูปแบบที่เป็นผงเป็นส่วนผสมกับสารละลายต่างๆ หรือเคลือบบนวัสดุต่างๆ (Kikuchi *et al*., 1997) และ นอกจากนี้ Wist *et al*. (2002) พบว่า TiO_2 สามารถนำไปใช้ในการฆ่าเชื้อโรค และลดสารพิษตกค้างในน้ำดื่มได้อีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การใช้การเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงโดย TiO_2 จึงน่าจะเป็นวิธีที่สามารถชะลอหรือป้องกันการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ และผู้บริโภค ข้อมูลเหล่านี้กับการใช้สำหรับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ยังมีน้อยมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษา และวิจัยในเรื่องนี้ต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved