บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

มะม่วง

มะม่วงมีชื่อสามัญว่า mango มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Mangifera indica* Linn. เป็นไม้ผลยืนต้นไม่ผลัดใบ มีถิ่นกำเนิดในเขตอินเดียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้แล้วแพร่ไปยังประเทศอื่นๆ ทั้งในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนของโลก (บุญเลิศ, 2532)

มะม่วงจัดอยู่ใน Class Dicotyledonae, Sub-class Archilamydeae, Order Sapindales และ Family Anacardiaceae (วิจิตร, 2529) ปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย ขึ้นได้ดีในดินแทบทุกชนิด ดินที่เหมาะสมคือ ดินร่วนที่มีการระบายน้ำได้ดีมีความเป็นกรดด่างของดินไม่เกิน 7.5 สามารถปลูกได้ตั้งแต่ในที่แห้งแล้งจนถึงในที่มีฝนตกชุก

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 หนักประมาณ 400 กรัม ผลอ้วนเกือบกลมหัวใหญ่ ปลายแหลม ผลค่อนข้างยาว เนื้อมาก เมล็ดเล็ก มีผิวบาง เมื่อดิบมีรสเปรี้ยว ผิวสีเขียวนวล เนื้อแน่น เมื่อผลสุกมีผิวสีเหลือง กลิ่นหอม เนื้อละเอียดมีเสี้ยนน้อย รสหวาน มะม่วงน้ำดอกไม้มีเปลือกบางจึงช้ำได้ง่าย และไม่ค่อยต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส อายุตั้งแต่ออกดอกจนถึงผลแก่ประมาณ 115 วัน มะม่วงน้ำดอกไม้เป็นมะม่วงที่ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ออกดอกง่าย สามารถ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอบสนองต่อการบังคับให้ออกก่อนฤดูได้เป็นอย่างดี และเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะตรงกับความต้องการของตลาดต่างประเทศ พันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบันคือ น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และน้ำดอกไม้สีทอง (ภาพ 1)

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

ภาพ 1 มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง (ซ้าย) และกล่องใส่มะม่วงเพื่อส่งออก (ขวา)

คุณค่าทางโภชนาการ

ยอดมะม่วง ใบอ่อน มีรสเปรี้ยวอมฝาดเล็กน้อย ผลดิบของมะม่วงรสเปรี้ยว ยอดอ่อนและใบอ่อนของมะม่วงยังไม่มีการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ผลมะม่วงแก่ดิบจะให้พลังงานต่อร่างกาย ซึ่งประกอบด้วย เส้นใย แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก เบตา-แคโรทีน วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง ไนอาซิน วิตามินซี เป็นต้น

การนำไปใช้ประโยชน์

ผลดิบและผลสุกสามารถแปรรูปเป็น มะม่วงกวน มะม่วงดอง มะม่วงแช่อิ่ม มะม่วงเค็ม น้ำมะม่วง แยม ฯลฯ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประโยชน์ทางยาไทย

คือ เปลือกต้น และเนื้อในเมล็ด มีฤทธิ์ฝาดสมาน ใช้รักษาอาการท้องเสียแก้บิดและอาเจียนได้ ผลสดแก่ รับประทานแก้คลื่นไส้อาเจียน วิงเวียน กระหายน้ำ ผลสุกหลังรับประทานแล้วล้างเมล็ดตากแห้ง ต้มเอาน้ำดื่มหรือบดเป็นผง รับประทานแก้ท้องอืดแน่น ขับพยาธิ แก้ลำไส้อักเสบเรื้อรัง แก้ปวดประจำเดือน นอกจากนี้ยังนิยมนำมาปรุงเป็นอาหารไทยนานาชนิด เช่น ยอดอ่อนและใบอ่อนรับประทานเป็นผักสดแกล้มกับน้ำพริกหรือนำไปยำได้ ชาวเหนือนำใบอ่อนของมะม่วงไปยำเรียกว่า “ส้ายอดม่วง” ผลดิบของมะม่วง (รสเปรี้ยว) นำมารับประทานเป็นผักจิ้มกับน้ำพริก

นอกจากนี้ยังสามารถส่งออกนำเงินเข้าประเทศได้ปีละหลายล้านบาท ซึ่งสร้างรายได้ให้กับผู้ปลูกเป็นจำนวนมาก (ตาราง 1)

ตาราง 1 ตลาดส่งออกมะม่วงสดของไทย

รายชื่อประเทศที่นำเข้า	**2547**	**2548**	**2549**	**2550** (ม.ค. –ส.ค.)
	มูลค่า (บาท)	**มูลค่า (บาท)**	**มูลค่า (บาท)**	**มูลค่า (บาท)**
ญี่ปุ่น	113,339,008	127,159,782	182,909,074	239,955,836
มาเลเซีย	22,072,349	9,080,066	84,190,584	70,967,139
เนเธอร์แลนด์	505,404	676,093	2,198,181	62,225,726
สหรัฐอเมริกา	3,456,619	31,139,681	43,218,045	47,671,914
เบลเยียม	-	33,958	-	32,633,266
สาธารณรัฐเกาหลี	6,301,585	9,814,114	15,796,806	12,778,398
สหราชอาณาจักร	1,009,224	385,829	892,275	9,664,204
ออสเตรเลีย	2,322,449	13,473,220	6,264,276	7,778,896
ฝรั่งเศส	1,175,591	517,398	1,262,987	7,489,453
ฮ่องกง	3,564,772	3,741,949	5,516,487	5,588,705
อินโดนีเซีย	6,395,048	7,339,023	6,064,938	4,972,830
ลาว	1,261,440	291,561	6,977,512	4,146,359
สิงคโปร์	3,370,443	3,175,696	4,704,049	3,439,359
สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน	744,609	1,942,034	3,473,346	3,273,601

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1 (ต่อ)

รายชื่อประเทศที่นำเข้า	2547	2548	2549	2550 (ม.ค. –ส.ค.)
	มูลค่า (บาท)	มูลค่า (บาท)	มูลค่า (บาท)	มูลค่า (บาท)
เมียนมาร์	356,650	2,111,515	2,050,170	2,299,014
ไต้หวัน	34,000	7,584,468	2,567,149	1,875,592
บรูไน	22,206	498,178	-	1,776,987
สาธารณรัฐประชาชนจีน	4,422,105	3,058,436	3,581,184	1,320,599
เวียดนาม	18,009	94,677	1,734,880	932,240
สวิตเซอร์แลนด์	1,275,696	1,411,750	2,091,871	929,932
ซาอุดิอาระเบีย	-	-	365,403	833,622
นอร์เวย์	1,062,793	1,267,170	2,880,345	741,500
เดนมาร์ก	558,123	727,700	901,969	728,760
อิตาลี	-	-	-	495,249
สวีเดน	52,329	1,086,009	75,045	442,468
นิวซีแลนด์	-	123,004	46,015	359,534
สหรัฐอาหรับ	2,080,098	1,218,238	-	278,896
สหภาพโซเวียต (รัสเซีย)	421,082	-	-	256,393
กัมพูชา	170,570	200,406	-	240,150
บังกลาเทศ	624,976	283,410	187,038	208,630
แคนาดา	437,634	34,065	480,976	133,307
สเปน	-	-	200,923	68,896
กาตาร์	9,440	18,167	9,272	67,909
มัลดีฟส์	85,226	34,161	137,934	61,800
เม็กซิโก	746,634	-	-	40,166
ฮังการี	-	-	-	37,357
โอมาน	-	-	2,000	30,978
อินเดีย	-	-	25,190	25,941

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1 (ต่อ)

รายชื่อประเทศที่นำเข้า	2547	2548	2549	2550 (ม.ค. –ส.ค.)
	มูลค่า (บาท)	มูลค่า (บาท)	มูลค่า (บาท)	มูลค่า (บาท)
สวาซิแลนด์	-	-	28,662	20,475
เลบานอน	-	-	-	18,514
บาห์เรน	176,273	383,828	87,790	2,160
OTHER AUSTRALIAN TERR	-	-	-	2,140
สาธารณรัฐเช็ก	-	-	-	7
เคนยา	-	62,617	-	-
คูเวต	-	1,302	-	-
จอร์แดน	405	-	-	-
ตุรกี	-	-	1,470	-
นิวคาลิโดเนีย	272,298	56,737	-	-
เนปาล	12,350	-	22,277	-
บัลแกเรีย	-	-	125,570	-
บาร์เบโดส	-	1,537	-	-
ปากีสถาน	-	1,170	-	-
โปแลนด์	129,242	-	-	-
ฟิลิปปินส์	20,000	-	-	-
มอริเชียส	-	-	45,000	-
มอลตา	-	-	22,501	-
โมร็อกโก	426	6,530	-	-
ลิเบีย	-	-	5,419	-
ศรีลังกา	-	-	7,437	-
เกาหลีเหนือ	136,200	827,853	1,188,251	
สาธารณรัฐยูเครน	540	-	793,827	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1 (ต่อ)

รายชื่อประเทศที่นำเข้า	2547	2548	2549	2550 (ม.ค. –ส.ค.)
	มูลค่า (บาท)	มูลค่า (บาท)	มูลค่า (บาท)	มูลค่า (บาท)
สาธารณรัฐลัตเวีย	112,410	-	-	-
ออสเตรีย	36,620	-	-	-
อิหร่าน	-	395,113	175,274	-
รวมทั้งหมด	**178,792,876**	**230,258,445**	**383,309,402**	**526,814,902**

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2550)

การเก็บรักษามะม่วง

สายชล (2530) กล่าวว่ามะม่วงเป็นผลไม้ที่เสียหายได้ง่ายชนิดหนึ่ง เมื่อเก็บผลจากต้นมาแล้วย่อมมีการเสื่อมสภาพ และอาจมีการเน่าเสียอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ทางเคมีและกายภาพ ซึ่งมีผลทำให้ผลมะม่วงเกิดกระบวนการสุกและมีการสูญเสียในระหว่างการเก็บรักษา เช่น การสูญเสียน้ำหนัก การอ่อนนิ่มของผล และการเน่าเสียของผล เป็นต้น ดังนั้นหากสามารถหาวิธียืดอายุการเก็บรักษามะม่วงได้ก็จะสามารถช่วยชะลอการเสื่อมสภาพ และการเน่าเสียได้ในการเก็บรักษาพืชผลสดต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่สำคัญได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องที่ใช้เก็บรักษาและสัดส่วนของก๊าซในบรรยากาศที่ใช้ในการเก็บรักษา โดยทั่วไปวิธีที่ใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากวิธีหนึ่ง คือ การใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษา โดยอุณหภูมิต่ำที่ใช้มีผลชะลอการหายใจของผลไม้และชะลอการสุกได้ การเก็บรักษาผลมะม่วงโดยทั่วไปจะเก็บที่อุณหภูมิประมาณ 10-13 องศาเซลเซียส แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์เนื่องจากถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำเกินไปกระบวนการทางสรีรวิทยาของผลไม้เกือบทั้งหมดจะได้รับอันตรายที่อุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็ง ทำให้เกิดอาการผิดปกติที่เรียกว่าอาการสะท้านหนาว (chilling injury)

ซึ่งการเก็บรักษามะม่วงมีหลายวิธีแต่ละวิธีมีความเหมาะสมต่างกันแต่ไม่ว่าจะเป็นการเก็บรักษาด้วยวิธีใดก็ตามหลังจากเก็บรักษาแล้วทั้งมะม่วงดิบและสุกต้องมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และสิ่งสำคัญคือ ผลมะม่วงก่อนที่จะนำไปเก็บรักษาต้องมีสภาพสมบูรณ์ดี ปราศจากโรคและแมลง ไม่บอบช้ำหรือมีบาดแผล ผลต้องสะอาดและถ้าเป็นมะม่วงดิบต้องแก่สมบูรณ์และวิธีการเก็บรักษาที่นิยมปฏิบัติกัน เช่น การใช้อุณหภูมิต่ำ การควบคุมบรรยากาศหรือการดัดแปลงสภาพบรรยากาศ การฉายรังสี และการเคลือบผิว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

การเก็บรักษาเป็นการปรับปัจจัยต่างๆ รอบผลิตผลเพื่อให้ผลิตผลมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด และในขณะเดียวกันก็ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่จะเข้าทำลายผลิตผลนั้น ปัจจัยที่สำคัญที่สุดในกรณีนี้ได้แก่อุณหภูมิ ทั้งนี้เพราะการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในผลิตผลตลอดจนกระบวนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่างๆ มีอัตราผันแปรตามอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงอัตราปฏิกิริยาหรือการเจริญเติบโตก็สูง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้เร็วขึ้นและส่งผลให้ผลิตผลมีอายุการเก็บรักษาสั้นลง

ดังนั้นการเก็บรักษาผลิตผลทุกชนิดจึงควรเก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดที่จะไม่เกิดอันตรายหรือก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ผักและผลไม้ในเขตร้อนมักมีอุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงกว่าผักและผลไม้ในเขตกึ่งร้อนและเขตหนาวตามลำดับ อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ต่ำเกินไปอาจทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับผลิตผลได้ ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (0 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า) น้ำในเซลล์จะแข็งตัวผลึกของน้ำแข็งที่เกิดขึ้นจะทำให้เยื่อหุ้มเซลล์และออร์แกเนลล์ (organelle) ต่างๆ ฉีกขาดทำให้เซลล์ตายได้ งานทดลองที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เช่น ปิยฉัตร (2542) กล่าวว่า การเก็บรักษาขนุนทั้งผลพันธุ์ทองสุดใจในระยะสุกที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จะช่วยรักษาคุณภาพและความสดของเนื้อยวงได้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 14 วัน และสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าการเก็บผลสุกที่ 13 องศาเซลเซียส และการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียสนี้จะพบโรคเกิดที่ผลมาก เช่นเดียวกับกานดาและคณะ (2546) ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์มหาชนก พบว่าผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้เพียง 7 วันส่วนผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 13 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าเป็นเวลา 21 วัน โดยผลมีการสุกได้ตามปกติที่อุณหภูมิห้องและมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 28 วัน ผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าเกิดอาการสะท้านหนาว อาการสุกที่ผิดปกติ เปลือก และเนื้อผลมีสีเหลืองน้อยกว่าปกติ แต่ไม่พบในผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ Whangchai *et al*. (2000) พบว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ผ่าน Vapour heat treatment (VHT) เพื่อส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่นในสภาพสุกแก่เต็มที่สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ได้เกิน 21 วัน โดยไม่เกิดอาการสะท้านหนาวเลย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โรคของมะม่วงและการป้องกันกำจัด

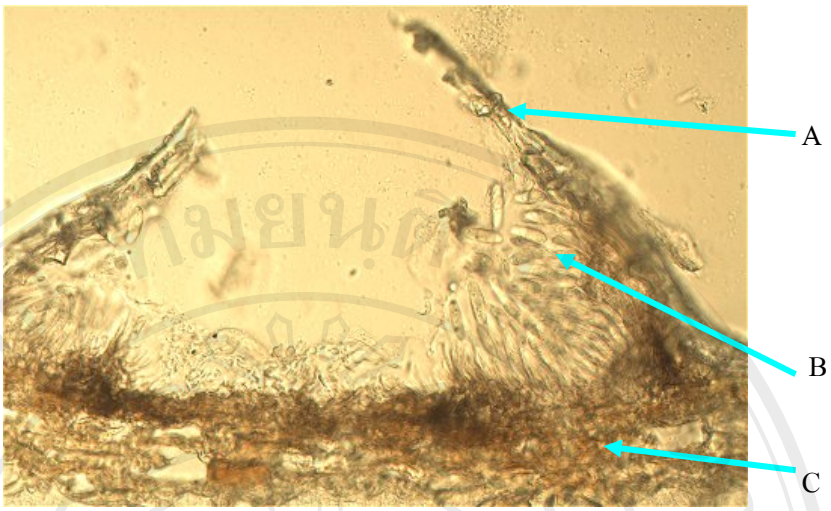
1. โรคแอนแทรคโนส

โรคแอนแทรคโนสของมะม่วงเกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. จัดอยู่ในชั้น Deuteromycetes อันดับ Coelomycetes มีระยะ teleomorph คือ *Glomerella cingulata* (Stomen.) Spauld. (Bailey and Jerger, 1992) โดยเชื้อจะแพร่ระบาดอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแหล่งปลูกที่มีความชื้นสูง เกิดได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 10-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 95-97 เปอร์เซ็นต์ ระบาดโดยลมและฝนเป็นพาหะโดยสปอร์ของเชื้อราจะปลิวไปตามลมและฝน (ชะลอ, 2539) ซึ่งเป็นโรคที่สำคัญของมะม่วง ทำความเสียหายต่อทั้งปริมาณและคุณภาพของผลผลิตมะม่วงเป็นอย่างมาก สามารถเข้าทำลายได้เกือบทุกส่วนของมะม่วงไม่ว่าจะเป็นต้นกล้า ยอดอ่อน ใบอ่อน ช่อดอก ดอก ผลอ่อนจนถึงผลแก่ และผลหลังการเก็บเกี่ยว ทำให้เกิดอาการอย่างน้อยก็เป็นจุดแผลตกค้างอยู่บน ใบ กิ่ง ผล และหากการเข้าทำลายของโรครุนแรงก็จะเกิดอาการใบแห้ง 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)

เชื้อรา *C. gloeosporioides* ที่แยกได้จากใบมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เป็นโรค บนอาหาร PDA มีลักษณะโคโลนีสีขาวอมเทา เส้นใยฟู สร้างกลุ่มโคนิเดีย สีส้มอมชมพู ลักษณะเป็นวงๆ ซ้อนกัน (concentric ring) โคนิเดียมีรูปร่างแบบทรงกระบอกหรือรี หัวท้ายมนและส่วนปลายเรียวแหลม เซลล์เดียว ใส ไม่มีสีขนาดประมาณ 2.5-5 x 15-17.5 ไมโครเมตร (ภาพ 3 และ ภาพ 4) ก้านชูโคนิเดียสีน้ำตาลอ่อน เชื้อรานี้มีการเจริญอยู่ในโครงสร้างสืบพันธุ์ที่มีลักษณะคล้ายจานที่เรียกว่า acervuli (วีระณีย์และคณะ, 2537)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2 acervulus ของเชื้อรา *C. gloeosporioides*

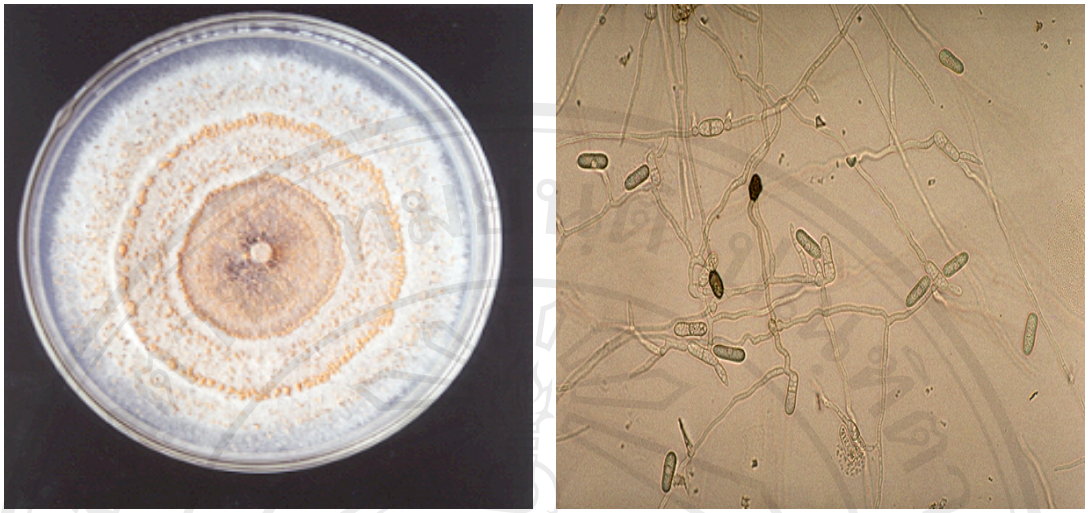
A = อิพิเดอร์มิสของพืชอาศัย

B = กลุ่มโคนิเดียของเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides*

C = เนื้อเยื่อของพืชอาศัย

ภาพ 3 สปอร์ (โคนิเดีย) ของเชื้อรา *C. gloeosporioides*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4 โคโลนีของเชื้อรา *C. gloeosporioides* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ (ซ้าย) การงอกของสปอร์เชื้อรา *C. gloeosporioides* (ขวา)

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)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 5 เชื้อเข้าทำลายทำให้ใบมีสีน้ำตาล (ซ้าย) การปรากฏอาการใบเหี่ยวแห้งและบิดเบี้ยว (ขวา)

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

ภาพ 6 สภาพลำต้นที่ถูกทำลายโดยเชื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

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

ภาพ 7 ดอกมะม่วงถูกเชื้อเข้าทำลายทำให้ดอกเหี่ยว (ซ้าย) ก้านช่อดอกไหม้และหลุดร่วง (ขวา)

ระยะติดผล ลักษณะอาการบนผล จะเป็นจุดสีดำ รูปร่างกลม หรือรูขนาดตั้งแต่เล็กเท่าหัวเข็มหมุด จนถึงขนาดใหญ่เส้นผ่าศูนย์กลาง 2-4 เซ็นติเมตร แล้วแต่ความรุนแรง บริเวณแผลจะพบรอยแตกและมีเม็ดเล็กๆ สีดำเรียงรายเป็นวงภายในแผล เมื่อมะม่วงเริ่มแก่ในระหว่างการบ่มหรือขนส่ง แผลเหล่านี้จะขยายใหญ่ขึ้น และลุกลามออกไป ทำให้ผลเน่าทั้งผลได้ อาการจุดเน่าดำบนผลนี้พบทำความเสียหายกับมะม่วงเกือบทุกพันธุ์ เชื้อราโรคแอนแทรคโนส ยังสามารถติดอยู่กับผลโดยไม่แสดงอาการใดๆ แต่เมื่อสภาพแวดล้อมภายหลังเหมาะสม เช่น ผลสุก หรือมีความชื้นสูงระหว่างการเก็บรักษา หรือบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่ง ก็จะแสดงอาการได้ (ภาพ 8 และ ภาพ 9) ซึ่งก็ทำความเสียหายเป็นอย่างมาก (นิพนธ์, 2542)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 8 อาการของโรคแอนแทรคโนสที่เกิดจากเชื้อรา *C. gloeosporioides* บนผลมะม่วง

ภาพ 9 ผลมะม่วงบนต้นที่ถูกเชื้อเข้าทำลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนส

โรคแอนแทรคโนสสามารถป้องกันกำจัดได้โดยสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชหลายชนิด ซึ่งเป็นวิธีการเดียวที่จะลดความเสียหายจากโรคนี้ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งการใช้ต้องใช้ให้ถูกกับจังหวะการเข้าทำลายของเชื้อโรค ทั้งนี้เพื่อลดความสิ้นเปลือง และช่วยให้สารเคมีมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนส สำหรับมะม่วงที่ผลิตเพื่อการส่งออกนั้นจะต้องกระทำอย่างสม่ำเสมอ โดยในช่วงที่มะม่วงผลิตใบอ่อน ช่วงการออกดอก และติดผล ซึ่งเป็นช่วงที่มะม่วงมีความอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อ ควรฉีดพ่นสารเคมีในแหล่งที่มีโรคระบาดเป็นประจำ เพื่อลดความเสียหายจากการเกิดโรคที่ใบอันจะมีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของใบและจะมีผล

ต่อการออกดอกติดผลที่สมบูรณ์ต่อไป ในการตัดแต่งกิ่งเป็นโรคและกิ่งอ่อนที่เกิดตามโคนกิ่งใหญ่ในทรงพุ่ม ซึ่งเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรค และทำลายเสีย ก็เป็นการลดเชื้อโรคได้อีกวิธีหนึ่ง สารป้องกันกำจัดโรคพืชหลายชนิดเช่น benomyl, mancozeb, captan, copper oxychloride เป็นต้น สามารถใช้ป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนสได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการเลือกใช้สารชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับความรุนแรงของโรคที่เกิดในแต่ละสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ก่อนที่มะม่วงจะเริ่มแทงช่อดอก ควรทำการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันและกำจัดแมลงและโรคพืชครั้งหนึ่ง เพื่อลดปริมาณแมลงและโรคที่จะรบกวนช่อดอกใหม่ที่เริ่มผลิ หลังจากนั้นฉีดพ่นเป็นระยะๆ ทุก 10-15 วัน จนมะม่วงติดผลอ่อน สารเคมีประเภทดูดซึมเช่น benomyl อาจจะใช้ได้ดีกว่าในการฉีดพ่นไปในช่วงฝนชุกหรือในช่วงผลใกล้เก็บเกี่ยว เพราะจะมีผลต่อคุณภาพของผลผลิตหลังเก็บเกี่ยวด้วย ช่วยลดความเสียหายจากการเกิดผลเน่าได้เป็นอย่างดี สำหรับในช่วงออกดอกติดผลมะม่วงนั้นควรใช้สารเคมีชนิดอื่นพ่นสลับกันบ้างตามความเหมาะสม เช่น ระยะดอกอาจจะใช้ mancozeb ระยะติดผลอ่อนใช้ captan หรือ Copper Fungicide ระยะผลโตใช้ benomyl เป็นต้น ผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวแล้วควรจุ่มในสารละลายไธอาเบนดาโซล (พรอนโต 40) ผสมน้ำที่ 50 องศาเซลเซียส นาน 5-10 นาที แล้วผึ่งให้แห้งเพื่อกำจัดเชื้อที่แฝงอยู่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550)

2. โรคราแป้ง

โรคราแป้งเกิดจากเชื้อรา *Oidium mangiferae* Berthet พบระบาดทั่วๆ ไปในแหล่งปลูกมะม่วงของประเทศต่างๆ ในไทยส่วนใหญ่พบกับมะม่วงที่ปลูกในที่สูงบริเวณภาคเหนือ สามารถเข้าทำลายได้ทั้งใบ ดอก ช่อดอก และผลอ่อน

อาการของโรค

ใบอ่อน จะเห็นบริเวณที่เชื้อราเข้าทำลายเป็นขุยหรือผลสีขาวขึ้นบางๆ ส่วนใหญ่จะพบใต้ใบ อาการต่อมาบริเวณที่เป็นโรคจะมีสีเหลืองจาง ถ้าสภาพอากาศเหมาะสมเป็นผงสีขาวๆ ชัดเจนขึ้น หลังจากนั้นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนและเข้มขึ้นตามลำดับ ถ้าเกิดโรครุนแรงใบอาจจะบิดเบี้ยวเสียรูปทรงไป ร่วงหล่น หรือแสดงอาการเนื้อใบไหม้

ช่อดอก จะพบผงสีขาวขึ้นฟูตามก้านช่อดอกย่อย และดอกซึ่งจะทำให้ดอกร่วงไม่ติดผล ส่วนของก้านช่อดอกจะยังคงมีสีขาวปกคลุม แล้วจะค่อยๆ เป็นสีน้ำตาลอ่อน (ภาพ 10) โรคนี้มักจะพบในช่วงฤดูหนาว เมื่อมะม่วงเริ่มออกดอก และมักจะพบเป็นกับช่อดอกที่อยู่บริเวณตอนล่าง หรือกลางๆ ลำต้น หรือช่อดอกที่อยู่ในพุ่มใบ ดอก และก้านช่อดอกที่ถูกเชื้อราเข้าทำลายการเจริญเติบโตจะลดลง ดอกไม่บาน และร่วงในที่สุด แต่บางครั้งสามารถทนได้จนถึงติดผลอ่อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 10 พบผงสีขาวขึ้นฟูตามก้านช่อดอกย่อย (ซ้าย) และเชื้อเข้าทำลายจนไม่สามารถบานได้ (ขวา)

การป้องกันกำจัดเชื้อราแป้ง

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

3. โรคราดำ

เกิดจากเชื้อราดำหลายชนิด เช่น *Copnodium* 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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาการของโรคราดำ

โรคราดำจะเกิดทั้งบนใบ ช่อดอก และผลอ่อน มีลักษณะเหมือนเขม่าหรือฝุ่นสีดำปกคลุมเป็นแผ่นสีดำซึ่งเมื่อแห้งอาจจะร่วงหลุดเป็นแผ่น (ภาพ 11)

ภาพ 11 ช่อดอกและใบถูกเข้าทำลายมีลักษณะเหมือนเขม่าหรือฝุ่นสีดำปกคลุม

การป้องกันกำจัดโรคราดำ

เนื่องจากโรคนี้เกิดจากแมลงเป็นสาเหตุสำคัญดังนั้นในช่วงที่มะม่วงเริ่มแทงช่อดอกให้เข้าสำรวจแมลงปากดูด เช่น เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยหอยในสวน หากพบในปริมาณสูง ทำการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดได้แก่ Carbaryl 85 WP. เพื่อกำจัดแมลงนี้ในช่วงก่อนมะม่วงจะออกดอกครั้งหนึ่งก่อน หากยังพบการทำลายของเพลี้ยจักจั่นก็ควรฉีดพ่นอีกครั้งในระยะดอกตูมใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา คือ เบน-โนมิล ฉีดพ่นให้ทั่วต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550)

การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว

1. การใช้อุณหภูมิสูง

นอกจากการใช้สารเคมีแล้วการใช้น้ำร้อนเป็นวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพดีมากในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าทำลายแบบแฝงอยู่ในผลิตผล (Burchill, 1964) แต่วิธีการใช้น้ำร้อนนี้มีข้อจำกัด คือ ต้องใช้อุณหภูมิสูงที่สามารถทำลายเชื้อสาเหตุโรคนั้นๆได้ และต้องเป็นอุณหภูมิที่พืชสามารถทนได้โดยที่ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตผลซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมในการปฏิบัตินี้มักเป็นอุณหภูมิสูงใกล้เคียงกับจุดที่เกิดอันตรายกับผลิตผลได้ โดยทั่วไปอาการผิดปกติเนื่องจากความร้อนสูงเกินไป (heat injury) บนผลมะม่วงจะปรากฏให้เห็นตั้งแต่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสขึ้นไป ซึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิในระดับ 52 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่ปลอดภัยที่สุดสำหรับการปฏิบัติกับผลมะม่วง (Muirhead, 1976)

2. การจุ่มผลมะม่วงในน้ำร้อน

การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมการเน่าเสียของผักและผลไม้โดยวิธีการจุ่มผลิตผลในน้ำร้อนมีประสิทธิภาพในการควบคุมการเน่าเสียของผลิตผลแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช รูปแบบของสปอร์เชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรค ระดับของอุณหภูมิ และช่วงเวลาในการจุ่มน้ำร้อนของผลิตผล (Edney and Burchill, 1967)

3. การอบด้วยไอน้ำร้อน

การอบผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวด้วยไอน้ำร้อน เดิมเป็นวิธีการที่ใช้เพื่อควบคุมการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชเพื่อทดแทนการรมควันผลิตผลด้วยสารเคมีหลังการเก็บเกี่ยว เช่น Ethylene dibromide ซึ่งในปัจจุบันได้ถูกยกเลิกในการนำมาใช้หลังการเก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชตามกฎหมายกักกันพืชของประเทศผู้นำเข้าผลิตผลทางการเกษตรที่มีต่อประเทศผู้ส่งออกผลิตผลทางการเกษตร เนื่องจากการตระหนักถึงผลกระทบของสารเคมีที่ตกค้างภายในผลิตผลสดและการตกค้างที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ตลอดจนการเพิ่มความต้านทานต่อสารเคมีของสิ่งมีชีวิตพวกจุลินทรีย์ แมลงต่างๆ (Merino *et al*., 1985)

4. การอบด้วยอากาศร้อน

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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้วัตถุเจือปนอาหาร

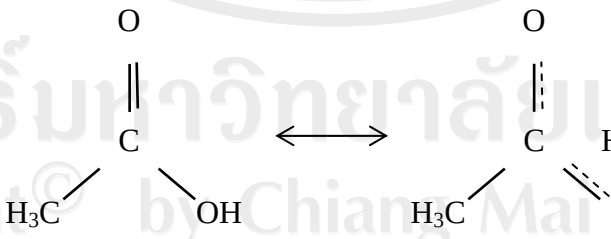
วัตถุเจือปนอาหาร คือ วัตถุที่มิได้ใช้เป็นอาหารหรือส่วนประกอบที่สำคัญของอาหาร ไม่ว่าวัตถุนั้น จะมีคุณค่าทางอาหารหรือไม่ก็ตาม แต่ใช้เจือปนในอาหารเพื่อประโยชน์ทางเทคโนโลยีในการผลิต การบรรจุ การเก็บรักษา หรือการขนส่ง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพหรือมาตรฐาน หรือลักษณะของอาหาร และได้หมายความรวมถึงวัตถุที่มิได้ใช้เจือปนอาหาร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

การใช้กรดเป็นวัตถุเจือปนในอาหาร

การใช้กรดในอุตสาหกรรมอาหารเป็นที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณสมบัติหลายประการด้วยกัน เช่น ควบคุมการเป็นกรดด่าง ยับยั้งการงอกของสปอร์ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ทำหน้าที่เป็นสารจับโลหะ ช่วยปรับปรุงกลิ่นรสหรือเนื้อสัมผัสของอาหาร ช่วยเพิ่มสารอาหารหรือทำให้อาหารมีความคงตัว เป็นตัวทำละลายในอาหารจำพวก เนยแข็ง เป็นต้น (Doores, 1983) ตัวอย่างกรดที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น กรดอะดิปิก กรดเบนโซอิก กรดซิตริก กรดแอซิติก กรดเปอร์แอซิติก เป็นต้น

สารในกลุ่ม active oxygen ได้แก่

1. กรดแอซิติก (CH_3COOH)



กรดแอซีติกหรือที่อาจเรียกว่า เอทาโนอิกแอซิด เป็นสารเคมีที่มีสูตรทางเคมีคือ $C_2H_4O_2$ หรือ CH_3COOH มวลโมเลกุล 60.05 จุดหลอมเหลว 289.6 องศาเคลวิน จุดเดือด 391.2 องศาเคลวิน กรดแอซิติกถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมถนอมอาหารเป็นเวลานานแล้วเนื่องจากกรดแอซีติกเป็นตัวออกซิไดซ์ที่รุนแรงตามระดับความเข้มข้นที่ใช้โดยที่การนำมาใช้ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับอาหารที่มีการหมักดอง แต่เริ่มนำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้เมื่อไม่นานมานี้โดยที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณการใช้ในปัจจุบันไม่ทำให้เกิดความเป็นพิษและตกค้าง กรดแอซิติกหรือกรดเอทาโนอิก เป็นกรดที่มีลักษณะเป็นของเหลวใสหรือเป็นผลึกมีกลิ่นฉุนเฉพาะตัวสามารถรวมตัวกับน้ำ แอลกอฮอลล์ หรือเอเทอร์ได้ดี การผลิตกรดแอซิติกจะอาศัยกระบวนการหมักซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอน (กิตติพงศ์, 2541; นงลักษณ์และปรีชา, 2541) คือ

1. การหมักน้ำตาลให้เป็นเอทานอล (alcohol fermentation) เป็นการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยอาศัยยีสต์ *Saccharomyces cervisiae* ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72-78 ชั่วโมง ดังสมการ

$$\underset{\text{กลูโคส}}{C_6H_{12}O_6} \longrightarrow \underset{\text{แอลกอฮอลล์}}{2\,C_2H_5OH + CO_2}$$

2. การหมักแอลกอฮอลล์ให้เป็นกรดแอซิติก (acetic fermentation) เป็นการหมักแบบใช้ออกซิเจนโดยแบคทีเรีย *Acetobactor* sp. เปลี่ยนแอลกอฮอลล์ให้เป็นกรดแอซิติกที่อุณหภูมิประมาณ 15-34 องศาเซลเซียส ดังสมการ

$$\underset{\text{แอลกอฮอลล์}}{C_2H_5OH} \longrightarrow \underset{\text{กรดแอซิติก}}{CH_3COOH + H_2O}$$

กรดแอซิติกเป็นส่วนประกอบหลักในการผลิตน้ำส้มสายชู ช่วยปรับปรุงกลิ่นรสของอาหารพร้อมทั้งช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น (ศิวาพร, 2520) ตัวอย่างการใช้กรดชนิดนี้ เช่น Sholberg *et al*. (2004) รายงานว่า การรมผลสาลี่ด้วยไอของกรดแอซีติกสามารถลดการเจริญของจุลินทรีย์โดยสามารถควบคุม *Botyrtis cinerea* ที่ทำให้เกิดโรค Botrytis rot ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดโรคในสาลี่ซึ่งเป็นโรคที่เกิดขึ้นมากทางอเมริกาเหนือ Sholberg and Gaunce (1996) รายงานว่า การรมผลเชอร์รี่ด้วยกรดอินทรีย์ เช่น กรดแอซีติก กรดฟอร์มิก กรดโพรพาโนอิก สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่บริเวณเปลือกด้านนอกของผลเชอร์รี่โดยที่กรดทั้งสามชนิดไม่ทำให้ผิวเปลือกของเชอร์รี่บอบช้ำโดยเฉพาะกรดแอซีติกสามารถลดการเจริญของเชื้อ *Penicillum expansum* ที่ผิวของแอปเปิลได้ถึง 98 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีการนำกรดอินทรีย์ทั้งสามชนิดมาใช้กับการรมผลองุ่นและส้ม และการรมกรดแอซิติกกับผลไม้จำพวกท้อ เชอร์รี เอพริคอท ภายหลังการเก็บเกี่ยวสามารถทำลายสปอร์ของเชื้อรา *Monilinia fructicola* และ *Rhizopus stolonifer* บนผลผลิตได้ ขณะเดียวกัน Pampulha and Dias (2000) รายงานว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กรดแอซิติกให้กับอาหารเลี้ยงเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* จะมีผลทำให้ maximum specific growth rate และ yield coefficient มีแนวโน้มลดลง Mari *et .al* (1999) พบว่าผลของความเข้มข้นของกรดเปอร์ออกซีแอซิติก (PAA ที่ความเข้มข้น 62.5, 125, 250, 500 และ 1000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) และคลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2 ที่ความเข้มข้น 12.5, 25, 80, 100 และ 200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) ต่อการเจริญเติบโตของ conidia ของ *Monilinia laxa* ในการทดสอบ การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้อย่างสมบูรณ์ หลังจาก conidia สัมผัสกับ PAA ที่ 500 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 5 นาที และ หลังจากที่ conidia สัมผัสกับ ClO_2 50 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร 1 นาที และผลการทดลองในห้องทดลองถูกยืนยันจากการเพาะเลี้ยง conidia บนผลไม้ การใช้ PAA จะมีประสิทธิภาพ 1 ชั่วโมง หลังจากที่มีการเพาะเลี้ยงเชื้อ พบว่า 1000 ไมโครกรัม/มิลลิกรัมจะสามารถลดการเสียสภาพของผลไม้ได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ในการทดลองกึ่งการค้า conidia ของ pathogen ที่แช่ 20 นาทีใน PAA ที่ 250 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร หรือ ใน ClO_2 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร หรือ แช่ 5 นาที ใน PAA ที่ 250 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร จะสามารถยับยั้งได้อย่างสมบูรณ์ และ ไม่พบการเน่าของต้น Nectarine และ Plum

นอกจากนี้ เบญจมาภรณ์ (2548) ได้เปรียบเทียบการใช้กรดอินทรีย์ 6 ชนิด ได้แก่กรดฟอร์มิก แอซิติก ซิตริก มาลิก แอสคอร์บิค และ ซอร์บิก ในการควบคุมราเขียวบนผลส้มสายน้ำผึ้ง พบว่าการใช้กรดแอซิติก ความเข้มข้น 1, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการเกิดโรคราเขียวได้ดี โดยไม่ทำให้ผลส้มเกิดความเสียหาย จึงมีแนวโน้มที่ดีในการนำมาใช้ควบคุมโรคราเขียวในผลส้มหลังการเก็บเกี่ยว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะมีเสถียรภาพคงตัวเมื่อบริสุทธิ์ จึงเป็นเหตุผลว่าทำไมจึงเกิดการออกซิเดชันสารอินทรีย์ได้ยากมาก ภายในสภาวะการบำบัดน้ำเสียโดยทั่วไปและมักจะเป็นไปไม่ได้เลย ถ้าปราศจากตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม ซึ่งตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการสร้างไฮดรอกซิลเรดิคอล (Marecheal *et al*., 1997) ดังสมการ

$$H_2O_2 \xrightarrow{\text{catalase}} 2OH^{\bullet}$$

$2OH^{\bullet}$ มีศักยภาพในการออกซิเดชัน (oxidation potentials) สูงกว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปฏิกิริยาระหว่างโอโซนกับไฮโดนเจนเปอร์ออกไซด์ (Arslan *et al*., 1999) ดังสมการ

$$2O_3 + H_2O_2 \longrightarrow 2OH^{\bullet} + 3O_2$$

Shewfelt and Rosario (2000) จึงได้เสนอคำอธิบายหรือสมมุติฐานการเกิดอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาต่างๆ ในผักและผลไม้ว่าเป็นการตอบสนองต่อความเครียดจากสภาพการเก็บรักษา ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิสูง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูง ปริมาณออกซิเจนต่ำ หรือการมีแสงมากเกินไป เนื่องจากในสภาพการเก็บรักษาดังกล่าวข้างต้นมีผลในการกระตุ้นอนุมูลอิสระ (free radical) ชนิด reactive O_2 เช่น $O_2^{\bullet-}$, H_2O_2 และ $HO^{\bullet}$ เพิ่มมากขึ้นโดยทั่วไป อนุมูลอิสระเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาจากขั้นตอนของกระบวนการต่างๆ ตามปกติภายในเซลล์ เช่น กระบวนการหายใจ (respiration) หรือการสังเคราะห์โปรตีน (protein synthesis) เป็นต้น และในสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในกระบวนการทำหน้าที่หยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction) ของอนุมูลอิสระเพื่อไม่ให้อนุมูลอิสระมีมากขึ้นจนถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อเซลล์ สารประกอบต่างๆ เหล่านี้เรียกว่า ตัวต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) ซึ่งมีทั้งที่เป็นและไม่เป็นเอนไซม์ (Purvis and Shewfelt, 1993)

โดยธรรมชาติแล้วสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีกระบวนการต่อต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant defense mechanism) ซึ่งประกอบไปด้วยตัวต้านอนุมูลอิสระชนิดต่างๆ ที่จะเข้าทำปฏิกิริยาเพื่อกำจัดและขัดขวางอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ (จุฑามาส, 2542) ในกรณีที่อนุมูลอิสระถูกกระตุ้นให้มีปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติเกินไป จนระบบต่อต้านอนุมูลอิสระไม่เพียงพอที่จะกำจัดอนุมูลอิสระได้ จะส่งผลให้เกิดภาวะผิดปกติ คือภาวะอนุมูลอิสระเกิน (oxidative stress) หรือการเกิดปริมาณอนุมูลอิสระภายในเซลล์ที่สูงจนเกินไป ซึ่งมีผลให้โปรตีน ไขมัน และดีเอ็นเอเสียหาย (Halliwell, 1991)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. กรดเปอร์ออกซีแอซีติก (CH_3COOOH)

เป็นสารที่มีสูตรทางเคมีคล้ายกรดแอซิติกโดยมีออกซิเจนเพิ่มขึ้นมาในโมเลกุลหนึ่งอะตอม (สมศักดิ์และคณะ, 2543) สารละลายของเปอร์ออกซีแอซีติกประกอบไปด้วยส่วนผสมของสาร 2 ชนิด คือ กรดแอซีติก และกรดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Kitis, 2004; Tavemer, 2004) ดังสมการ

$$CH_3COOH + H_2O_2 \longrightarrow CH_3COOOH + H_2O$$

กรดเปอร์ออกซีแอซิติกเป็นของเหลวไม่มีสี มีค่า pH ต่ำกว่า 2 และค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.1 สามารถละลายน้ำได้ดีมีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไดส์ที่แรงมากอยู่ในกลุ่ม active oxygen เป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อโรค สามารถออกซิไดซ์เยื่อหุ้มเซลล์ที่เป็นไขมันและโปรตีนทำให้เซลล์สูญเสียการควบคุมสารผ่านเข้าออกหรือสร้างความเสียหายให้กับผนังเซลล์ (Shacoori *et al*., 2006) นอกจากนี้กรดเปอร์ออกซีแอซิติกยังสามารถออกซิไดซ์เอนไซม์ที่จำเป็นต่างๆ เช่น catalase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ช่วยลดความเป็นพิษจากอนุมูลอิสระต่างๆ (Kitis, 2004)

งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้สาร ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และกรดเปอร์ออกซีแอซิติก

สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และกรดเปอร์ออกซีแอซิติกสามารถใช้ได้ทั้งแบบสารเดี่ยวหรือสารผสม โดยมีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไดซ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ เช่น เชื้อรา แบคทีเรีย และมีการใช้อย่างแพร่หลายเพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ เช่น การผลิตนม เนื้อ ผัก ผลไม้ และเครื่องดื่ม เช่นการผลิตเบียร์ รวมทั้งเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอลล์ โดยสามารถทำลายสปอร์ของเซลล์ยีสต์ และแบคทีเรียได้ โดยไม่ทำให้กลิ่นและรสชาติของเครื่องดื่มเปลี่ยนไป (Alasri *et al*., 1993) โดยสารในกลุ่มนี้สามารถย่อยสลายแบบ biodegradable ได้ง่าย นอกจากนี้ยังนำมาใช้ในการกำจัดน้ำเสียโดยใช้กรดเปอร์ออกซีแอซิติกความเข้มข้น 1-2 มิลลิกรัม/ลิตร ในเวลาสัมผัส 2 ชั่วโมง สามารถลด fecal coliform ได้ 10,000 CFU/100 มิลลิลิตร (Colgan and Gehr, 2001) เช่นเดียวกับการใช้ 1 เปอร์เซ็นต์ของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการล้างทำความสะอาดแอปเปิลและแคนตาลูปสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนได้ดี (Sapers and Sites, 2003) นอกจากนี้ Ukuku *et al*. (2005) รายงานว่าการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2.5 เปอร์เซ็นต์อย่างเดียวหรือร่วมกับ nisin (25 μg/ml), sodium lactate (1 เปอร์เซ็นต์) และ citric acid (0.5 เปอร์เซ็นต์) สามารถลดเชื้อ *Escherichia coli* ในแคนตาลูปและ Honeydew melons ได้ นอกจากนี้ Brinez *et al*. (2006) ได้รายงานว่าการใช้กรดเปอร์ออกซีแอซิติกร่วมกับไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.05-0.4 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 10, 20 และ 30 นาที สามารถยับยั้งเชื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Staphylococcus spp., *Listeria* spp. และ *Escherichia coli* ในน้ำส้มและนมชอคโกแลตได้ ส่วน Bessems *et al*. (2000) ได้ทดลองพบว่ากรดเปอร์ออกซีแอซิติกเป็นสารที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการใช้เป็นน้ำยาล้างผักและผลไม้เพื่อควบคุมเชื้อ *Escherichia coli* เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารอื่นๆ เช่น calcium hypochlorite, chlorine dioxide หรือ benzalkonium chloride นอกจากนี้การใช้กรดเปอร์ออกซีแอซิติกที่ความเข้มข้น 500 ไมโครกรัม/ลิตร เป็นเวลา 5 นาที สามารถควบคุมเชื้อ *Monilinia laxa* ซึ่งเป็นโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญของผลไม้ประเภทที่มีเปลือกเมล็ดแข็ง (stone fruit) (Mari *et al*., 1999) ขณะเดียวกัน Mari *et al*. (2004) รายงานว่า การจุ่มผลไม้จำพวก stone fruit ในกรดเปอร์ออกซีแอซิติกความเข้มข้น 125 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 1 นาที สามารถลดการเน่าเสียที่เกิดจากเชื้อรา *M. laxa* อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนสมศักดิ์และคณะ (2543) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำลายสปอร์แบคทีเรียของกรดเปอร์ออกซีแอซิติกความเข้มข้น 0.26 เปอร์เซ็นต์ กับ กลูตารัลดีไฮด์ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ในสภาพที่มีและไม่มีสารอินทรีย์เจือปน พบว่ากรดเปอร์ออกซีแอซิติกสามารถทำลายสปอร์ได้หมดในเวลา 10 นาที ในทุกการทดสอบขณะที่กลูตารัล-ดีไฮด์ใช้เวลาทำลายสปอร์อย่างน้อย 60 นาที เช่นเดียวกับ Bastos *et al*. (2005) ได้ประเมินประสิทธิภาพของสารคลอรีน 200, 500 และ 1000 มิลลิกรัม/ลิตร และกรดเปอร์ออกซีแอซิติก 60 มิลลิกรัม/ลิตร กับสาร Tween 80 ในการลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์กลุ่ม coliforms และ fecal coliforms บนผิวผลแคนตาลูป พบว่ากรดเปอร์ออกซีแอซิติกสามารถลดการปนเปื้อนได้อย่างมีนัยสำคัญ

4. Oxysan® zs

เป็นสารผสมที่พัฒนาโดยบริษัท ECOLAB เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงกว่ากรดเปอร์ออกซี-แอซิติกนำมาใช้สำหรับทำความสะอาด ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายชนิด ย่อยสลายง่าย ปราศจากการตกค้างของคลอรีน และสามารถใช้ที่ความเข้มข้นต่ำได้เป็นสารที่ประกอบด้วย

1. กรดแอซิติก	30-50 เปอร์เซ็นต์
2. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	5-10 เปอร์เซ็นต์
3. กรดเปอร์ออกซีแอซิติก	5-10 เปอร์เซ็นต์
4. กรดออกทาโนอิก	2-5 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คุณสมบัติทางกายภาพ

1. ลักษณะที่มองเห็น	สารละลายใส
2. การละลาย	ละลายน้ำได้ดี
3. pH	1.0
4. จุดเดือด	มากกว่า 100 องศาเซลเซียส
5. ความถ่วงจำเพาะ	1.07-1.09

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved