บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ส้มเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางอาหารสูงและเป็นพืชหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ ถิ่นกำเนิดของส้มอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อาจเป็นแถบตอนใต้ของประเทศจีนหรือหมู่เกาะมลายู สำหรับประวัติการนำส้มโดยเฉพาะส้มเขียวหวานเข้ามาปลูกในประเทศไทยนั้น เชื่อกันว่าชาวจีนเป็นผู้นำเข้ามาเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2400-2410 ปัจจุบันมีการปลูกส้มแพร่หลายไปทั่วประเทศ เนื่องจากประเทศไทยมีสภาพดินฟ้าอากาศและลักษณะของดินที่เหมาะสมต่อการปลูกส้มมาก จนสามารถกล่าวได้ว่าเป็นพืชที่ปลูกได้งอกงามและให้ผลดีในทุกภาคของประเทศ (อำไพวรรณและคณะ, 2527)

ส้มเขียวหวาน

ส้มเขียวหวานเป็นส้มชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภคกันทั่วไปทั้งในรูปผลสดและน้ำส้มคั้น ซึ่งนอกจากจะให้คุณค่าทางอาหารสูงแล้วการบริโภคในลักษณะที่รวมทั้งเส้นใยและกากก็ทำหน้าที่เป็นยาระบายอย่างอ่อน ๆ ได้ อีกทั้งเป็นผลไม้ที่ราคาไม่แพงและมีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป

ส้มเขียวหวานมีชื่อสามัญว่า mandarin หรือ tangerine มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus reticulata* Blanco. อยู่ในวงศ์ Rutaceae มีลักษณะโดยทั่วไปเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก ทรงต้นสูงประมาณ 2-8 เมตร ทรงพุ่มมีลักษณะแน่นทึบ ลำต้นไม่มีหนาม กิ่งแก่มีสีเขียวเข้ม และมีต่อมน้ำมันกระจายอยู่ทั่วไป ใบมีขนาดเล็ก กว้าง 1.54-4 เซนติเมตร และยาว 3.5-8 เซนติเมตร รูปร่างรูปไข่ค่อนข้างยาวหรือรูปหอก ปลายหรือฐานใบมีลักษณะมน ส่วนปลายสุดของใบมีลักษณะเว้าเข้า ผิวท้องใบมีสีเขียวอมเหลือง ผิวหลังใบเป็นมันสีเขียวเข้ม ตัวใบมีกลิ่น ก้านใบมีปีกแคบหรือไม่มีปีก ดอกมีขนาดเล็ก ขนาดของดอกตูมมีความยาว 0.5-0.7 เซนติเมตร ดอกบานมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.5-2.5 เซนติเมตร ดอกสีขาวและมีต่อมน้ำมันกระจายอยู่ในแต่ละดอก มีจำนวนเกสรตัวผู้อยู่ในลักษณะแยกกัน 18-23 อัน ออกดอกในตำแหน่งซอกใบ เป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อ ผลมีรูปร่างกลมแป้น ด้านปลายผลราบหรือเว้าเป็นแอ่งตื้น ๆ ฐานผลส่วนใหญ่มน บางสายพันธุ์มีจุกขนาดเล็กและเตี้ย ผิวเปลือกเรียบมีสีเขียว เขียวอมเหลือง หรือส้มอมเหลือง จนถึงแดงอมส้ม ส้มเขียวหวานที่ปลูกในเขตอากาศเย็นจะมีผิวผลสีเหลืองส้ม ผิวเปลือกมีต่อมน้ำมันอยู่ภายใน เปลือกบาง มีความหนาประมาณ 0.2-0.3 เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปอกง่ายและมีกลิ่นหอมแรง ในแต่ละผลมี 10-15 กลีบ แต่ละกลีบมีผนังบาง มีรกน้อย ชานนิ่ม เนื้อสีส้ม มีน้ำมากและมีรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย ขนาดผลแตกต่างกัน มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5-8 เซนติเมตร และผลยาวประมาณ 4-7 เซนติเมตร ติดผลในลักษณะห้อยลง เมล็ดมีรูปร่างเป็นรูปไข่ จำนวนเมล็ดมีมากน้อยแตกต่างกันในแต่ละกลีบ (อภิชาติ, 2545)

สัณฐานวิทยาของผลส้ม

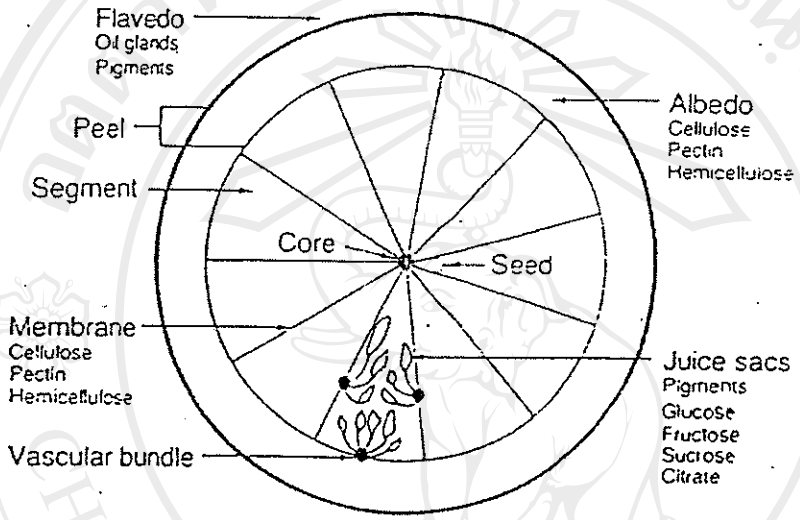
ผลส้มจัดเป็น berry type ชนิดพิเศษที่เรียกว่า hesperidium ซึ่งเจริญมาจากรังไข่ แบ่งตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้เป็น 3 ส่วน (Albrigo and Carter, 1977)

1. เปลือก (peel หรือ rind) ประกอบด้วยชั้นอิพิเดอร์มิส (epidermis) ซึ่งมีชั้นของ cuticle หุ้มอยู่ด้านบนชั้นนอกสุด โดยจะมีการสะสมมากขึ้นระหว่างการเจริญเติบโตของผล ความหนาของชั้น cuticle ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม เปลือกส้มแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ flavedo และ albedo โดยส่วนของ flavedo เป็นเซลล์ที่อยู่ใต้ชั้นเซลล์ผิว ประกอบด้วยเซลล์จำนวนมากที่มีสารแคโรทีนอยด์เป็นส่วนประกอบ ซึ่งจะแสดงสีต่าง ๆ กันในส้มแต่ละพันธุ์ และยังพบต่อมน้ำมัน (oil gland) ในชั้น flavedo ด้วย ถัดจากชั้น flavedo จะเป็นชั้น albedo ซึ่งเป็นเซลล์พวก spongy parenchyma มีลักษณะบาง ๆ สีขาว คล้ายฟองน้ำ เกาะกันอย่างหลวม ๆ เป็นร่างแห่ ประกอบด้วยสารเพกติน (pectin) และเฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) จำนวนมาก ความหนาบางของชั้น albedo จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ เช่น ส้มเขียวหวานหรือส้มที่ปอกเปลือกง่าย เนื้อเยื่อชั้นนี้จะค่อนข้างบาง แต่ผลเกรฟฟรุ้ทและส้มโอเนื้อเยื่อชั้นนี้จะมีความหนาประมาณ 1-3 เซนติเมตร ชั้น flavedo และ albedo รวมกันเป็นเปลือกส้มนั่นเอง

2. กลีบ (segment หรือ section) ประกอบด้วย segment wall ที่เป็นผนังบาง ๆ แบ่งระหว่าง locule มีเนื้อเยื่อ 2 ชั้นของ 2 locule มาประกบกัน จึงสามารถแยกออกจากกันเป็นกลีบได้ กุ้ง (juice sac) เป็นส่วนที่เจริญมาจากผนังของ segment wall เข้าไปภายใน locule และเป็นส่วนของผลที่นำมารับประทาน ภายในตัวกุ้งประกอบด้วยน้ำตาลและกรด ซึ่งส่วนมากเป็นกรดซิตริก เมล็ดมีขนาด รูปร่าง และจำนวนแตกต่างกันไปตามชนิดและพันธุ์

3. ไส้กลาง (core) ประกอบด้วยกลุ่มท่อลำเลียงหลายอันรวมกันอยู่อย่างหลวม ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 1 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของผลส้ม

ที่มา : Schneider (1968)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คุณค่าทางอาหาร

ส้มเขียวหวานเป็นผลไม้ที่มีวิตามินสูงชนิดหนึ่ง ในปริมาณ 100 กรัมของผลที่บริโภคได้ ประกอบด้วยพลังงาน สารอาหาร แร่ธาตุ และวิตามินอื่น ๆ อีกหลายชนิด ดังตาราง 1

ตาราง 1 องค์ประกอบทางอาหารของผลส้มเขียวหวานต่อ 100 กรัมของส่วนที่บริโภคได้

องค์ประกอบ	ปริมาณ	
พลังงานอาหาร	44	แคลอรี
คาร์โบไฮเดรต	9.9	กรัม
โปรตีน	0.6	กรัม
ไขมัน	0.2	กรัม
น้ำ	88.7	กรัม
เส้นใย	0.2	กรัม
แคลเซี่ยม	31	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.8	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	18	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	4000	หน่วยสากล
วิตามินบี 1	0.04	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.05	มิลลิกรัม
วิตามินซี	18	มิลลิกรัม

ที่มา : ฝ่ายข้อมูลการวิเคราะห์กองโภชนาการ (2540)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โรคหลังการเก็บเกี่ยวของส้ม

โรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้ตระกูลส้มมีด้วยกันหลายชนิด เช่น โรคเน่าราสีเขียว (green rot) เกิดจากเชื้อ *Penicillium digitatum* โรคเน่าราสีน้ำเงิน (blue rot) เกิดจากเชื้อ *Penicillium italicum* โรคขั้วผลเน่า (stem-end rot) เกิดจากเชื้อ *Lasiodiplodia theobromae* และโรคเน่าสีน้ำตาล (brown rot) เกิดจากเชื้อ *Phytophthora citrophthora* (Kader, 1992)

แต่โรคที่เป็นปัญหาสำคัญทางเศรษฐกิจของพืชตระกูลส้ม คือ โรคเน่าราสีเขียว ซึ่งเชื้อราสาเหตุจะสามารถเข้าทำลายผลิตผลได้ทางบาดแผลเท่านั้น โดยอาการจะเริ่มที่เปลือกของผลส้มเกิดเป็นจุดฉ่ำน้ำที่เปลือก เนื้อเยื่อจะนิ่ม แผลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร และค่อย ๆ ขยายออกไปเป็นวงกว้าง เมื่อกดด้วยนิ้วจะทะลุถึงส่วนที่เป็นเนื้อได้ ต่อมาลักษณะอาการนิ่มนี้จะเกิดทั่วทั้งผล บริเวณที่เป็นจุดฉ่ำน้ำมีเส้นใยสีขาวเจริญปกคลุม เส้นใยมีลักษณะย่น หรือเกิดการขมวดตัวของเส้นใยและมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นเส้นใยจะสร้างสปอร์สีเขียวมะกอกขึ้นมาตรงบริเวณกลางแผล สปอร์สีเขียวมะกอกดังกล่าวจะสามารถฟุ้งกระจายได้โดยง่าย ลักษณะของแผลที่เด่นชัดและค่อนข้างเฉพาะตัวคือ

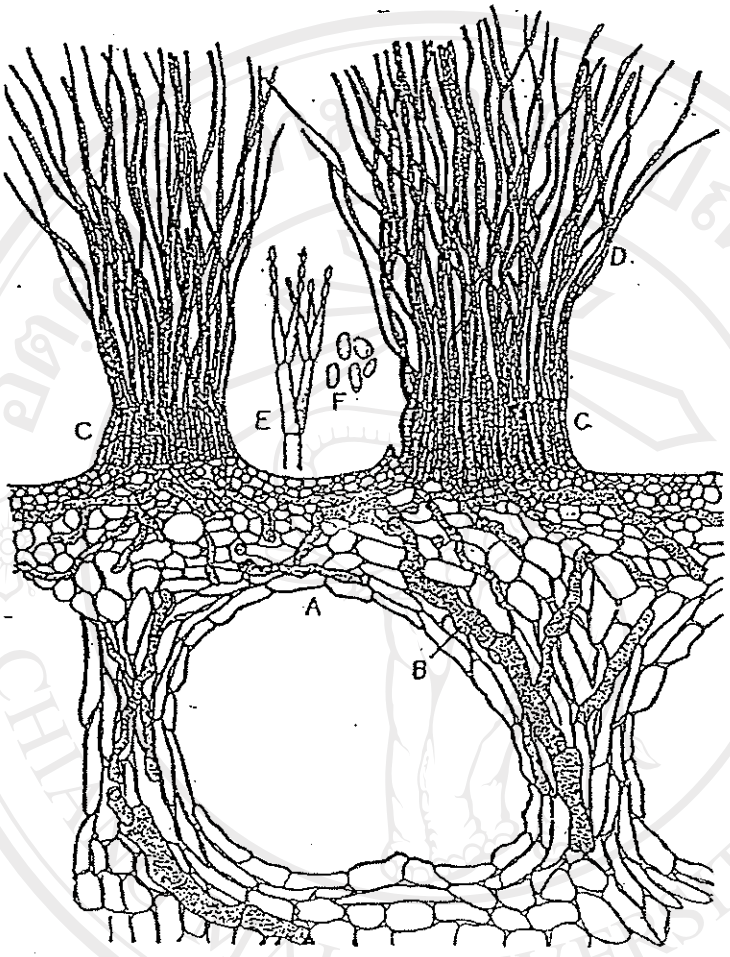
ก. เส้นใยสีขาวจะเกิดขึ้นก่อนและขยายตัวไปพร้อม ๆ กับการนิ่มของผล แล้วจึงมีกลุ่มของสปอร์สีเขียวมะกอกเกิดขึ้นภายหลัง

ข. ส่วนของเส้นใยสีขาวจะมีลักษณะที่ติดอยู่กับเปลือก แต่สปอร์สีเขียวจะอยู่บนผิวและปลิวได้ง่าย

ในสภาพความชื้นต่ำแผลอาจจะแห้งไปแต่ถ้าความชื้นสูงอาการจะรุนแรง และอาจมีเชื้อราชนิดอื่นเข้าทำลายต่อ สีของกลุ่มสปอร์อาจจะแตกต่างไปบ้างตามอายุการเกิดโรค ในกรณีที่เกิดร่วมกับอาการโรคเน่าราสีน้ำเงิน อาการของโรคเน่าราสีเขียวจะเกิดขึ้นก่อน และต่อมาอาการของโรคเน่าราสีน้ำเงินจะปกคลุมแผลทั้งหมด การทำลายของโรคเน่าราสีเขียวจะเกิดเฉพาะส่วนเปลือกเท่านั้น แต่คุณภาพของเนื้อและน้ำในผลจะเสียไปด้วย (ดนัย, 2543)

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้การเข้าทำลายของเชื้อ *P. digitatum* ประสบความสำเร็จได้แก่ จำนวนสปอร์ของเชื้อรา และความลึกของบาดแผล บาดแผลที่ลึกถึงแค่ชั้น flavedo หรือบริเวณส่วนนอกสุดของเปลือกเป็นส่วนที่มีสีส้มเหลือง พบว่ามีอัตราการเข้าทำลายต่ำ เนื่องจากบาดแผลที่ผลส้มจะมีการพัฒนาในการต้านทานการเข้าทำลายของเชื้อรา (ภาพ 2) แต่บาดแผลที่ลึก 2-3 มิลลิเมตร ซึ่งลึกถึงชั้น albedo หรือบริเวณส่วนสีขาวคล้ายฟองน้ำของชั้นเปลือกหุ้มผล จะพบอัตราการเข้าทำลายสูง (Eckert and Brown, 1986)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2 การเข้าทำลายของเชื้อรา *Penicillium digitatum* ที่บริเวณผิวส้ม

A คือ ต่อมน้ำมัน
B คือ เส้นใยของเชื้อรา
C คือ ลักษณะของแผลที่เป็นตุ่ม
D คือ ก้านชูสปอร์
E คือ สปอร์ที่เกิดบริเวณเส้นใย
F คือ สปอร์

ที่มา : Fawcett (1936)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แมลงและไรศัตรูส้ม

ปัญหาแมลงและไรศัตรูส้มก่อให้เกิดความเสียหายต่อการปลูกส้มของเกษตรกรเป็นอย่างมาก ซึ่งแมลงและไรที่เข้าทำลายส้มในพื้นที่ปลูกของเกษตรกรทั่ว ๆ ไป ได้แก่ หนอนชอนใบส้ม หนอนแก้วส้ม หนอนม้วนใบส้ม หนอนเจาะสมอฝ้าย เพลี้ยไฟ ไรแดงแอฟริกัน ไรเหลืองส้ม ไรสนิม (ชลิดาและคณะ, 2538; เปรมปรี, 2544; อภิชาติ, 2545) โดยจะเข้าทำลายต้นส้มในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ดังตาราง 2

ตาราง 2 การทำลายของแมลงและไรศัตรูส้มกับระยะการเจริญของต้นส้ม

ระยะของต้นส้ม	แมลงและไรศัตรู
ใบอ่อน	หนอนชอนใบส้ม, หนอนแก้วส้ม, เพลี้ยไฟ, เพลี้ยอ่อน, เพลี้ยไก่แจ้ส้ม
ใบแก่	หนอนประกบใบ (หนอนม้วนใบส้ม), หนอนแก้วส้ม, ไรแดงแอฟริกัน, ไรเหลืองส้ม
ดอก	หนอนเจาะสมอฝ้าย, เพลี้ยไฟ
ผลอ่อน	หนอนเจาะสมอฝ้าย, เพลี้ยไฟ, ไรเหลืองส้ม, ไรแดงแอฟริกัน
ผลแก่	ผีเสื้อมวนหวาน, เพลี้ยไฟ, ไรแดงแอฟริกัน, ไรสนิม, หนอนเจาะสมอฝ้าย, เพลี้ยหอยและเพลี้ยแป้ง

ที่มา : อำไพวรรณและคณะ (2541)

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นจึงได้มีความพยายามหาวิธีป้องกัน โดยการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชซึ่งนับเป็นแนวทางหนึ่งที่นิยมเลือกใช้เนื่องจากให้ผลรวดเร็ว ประหยัดเวลา และแรงงาน ซึ่งการเลือกใช้สารเคมีชนิดใด และควรใช้ในระยะไหนนั้น มีคำแนะนำในตาราง 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 3 แมลงและไรศัตรูส้มที่สำคัญและการป้องกันกำจัด

แมลง/ไร	ระยะเวลาการระบาด	ส่วนของพืชที่อ่อนแอ	การป้องกันกำจัด/สารเคมี
หนอนชอนใบส้ม	-ฤดูฝนช่วงแตกใบอ่อน -เดือนพฤษภาคม-ตุลาคม	-ใบอ่อนอายุประมาณ 10-30 วันหลังจากการขึ้นน้ำ	-พ่นสารเคมีเมื่อพบการเข้าทำลายของแมลงหรือในระยะใบอ่อนโดยมีสารเคมีที่ใช้ เช่น เมทโธมิล ไดเมทโธเอต โพรฟีโนฟอส อะบาเม็กติน
เพลี้ยไฟ	-ฤดูแล้ง (ฤดูหนาว-ฤดูร้อน) -ฤดูฝน หากเกิดฝนทิ้งช่วง -อยู่ใกล้ ๆ ที่รกร้างหรือนาข้าว	-ใบอ่อนตั้งแต่เริ่มผลิยอดจนถึงขนาดยอดยาวประมาณ 1 นิ้ว -ระยะดอกส้มขาวขนาดเท่าดอกมะลิและในระยะดอกบาน -ผลอ่อนตั้งแต่กลีบดอกเริ่มโรยจนอายุประมาณ 2 เดือน	-การพ่นน้ำขึ้นยอด -พ่นสารเคมี เช่น เมทโธมิล ฟอร์มีทาเนท ฟิโปรนิล อะบาเม็กติน เอ็นโดซัลเฟน โฟซาโลน
หนอนเจาะสมอฝ้าย	-ปลายฤดูหนาวถึงฤดูร้อน -อาจพบบ้างในฤดูฝน -เดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม	-ดอกขนาดเท่าหัวเข็มหมุดจนถึงระยะดอกมะลิ -ผลอ่อนตั้งแต่กลีบดอกเริ่มโรยถึงระยะขนาดเท่าเมล็ดถั่วลิสง -บางครั้งอาจพบว่ามีการเข้าทำลายผลที่เริ่มเข้าสี	-พ่นสารเคมีเมื่อเริ่มพบการระบาด เช่น ไซเปอร์เมทริน -อาจมีแมลงศัตรูธรรมชาติหลายชนิด เช่น มวนพิฆาต

ตาราง 3 (ต่อ) แมลงและไรศัตรูส้มที่สำคัญและการป้องกันกำจัด

แมลง/ไร	ระยะเวลาการระบาด	ส่วนของพืชที่อ่อนแอ	การป้องกันกำจัด/สารเคมี
ไรแดง	-ฤดูแล้ง (ฤดูหนาว-ฤดูร้อน) -ในระหว่างการกักน้ำหรืองดน้ำ	-ใบแก่ -ผลอ่อนตั้งแต่ขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียวจนอายุประมาณ 3 เดือน	-การพ่นน้ำขึ้นยอด -พ่นกำมะถันผงเมื่อพบการระบาด -พ่นสารป้องกันกำจัดไร เช่น ปิโตรเลียมออยส์ ฟลูเฟนนอกซูรอน อามีทราซ
หนอนม้วนใบส้ม	-ปลายฤดูหนาวถึงต้นฤดูร้อน -อาจพบบ้างในช่วงฤดูฝนโดยเฉพาะช่วงการกักน้ำ -เดือนมกราคม-เมษายน	-ใบเริ่มเพสลาดถึงระยะใบแก่ -สภาพต้นทรุดโทรมหรือใบมีอาการซีดเหลืองจะอ่อนแอต่อการทำลายมาก	-พ่นสารเคมีเมื่อพบการระบาด เช่น เมทโธมิล -แมลงช้างปีกใสเป็นศัตรูธรรมชาติ
หนอนแก้วส้ม	-ฤดูฝน -เดือนพฤษภาคม-ตุลาคม	-กัดกินใบและยอดอ่อน -ถ้าเข้าทำลายในช่วงที่ต้นส้มยังเล็กอาจทำให้ต้นแคระแกร็นและตายได้	-พ่นสารเคมีเมื่อพบตัวอ่อนจำนวนมากและพบการทำลายมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สารฟลูเฟนอกซูรอน หรือแอลฟาไซเปอร์เมทริน
ไรสนิมส้ม	-ฤดูแล้ง -ฤดูฝน ช่วงฝนทิ้งช่วง	-ใบและผล	-แมลงศัตรูธรรมชาติ ได้แก่ ด้วงเต่าและแมลงวันขายาว -พ่นสารเคมีป้องกันกำจัดไร เช่น กำมะถันผง โปรพาร์ไกท์

ที่มา : ดัดแปลงจาก เปรมปรี (2544)

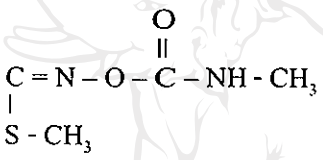
Methomyl

สาร methomyl เป็นสารกำจัดแมลงในกลุ่ม carbamate ซึ่งมีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช จำพวกแมลงและไร โดยลักษณะการทำลายศัตรูพืชจะแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ สัมผัสตัวตาย และทำให้เกิดพิษต่อกระเพาะอาหารอันเนื่องมาจากการกินเข้าไปซึ่งก็จะทำให้ตายได้ในที่สุด ดังนั้นจึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูผลไม้ ผัก ฝ้าย ยาสูบ และพืชอื่น ๆ อีกหลายชนิด นอกจากนี้ methomyl ยังมีประสิทธิภาพในการควบคุมการทำลายของไส้เดือนฝอยภายในดินได้อีกด้วย

การผลิต methomyl เพื่อนำมาใช้ในการเกษตรได้เริ่มขึ้นในราวปี พ.ศ. 2510 โดยมีสูตรของสารที่เป็นองค์ประกอบดังต่อไปนี้ (กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2533)

สูตรโมเลกุล : $C_5H_{10}N_2O_2S$

สูตรโครงสร้าง :



สูตรเคมี : S–methyl–N–(methylcarbamyloxy) thioacetamidate

สาร methomyl มีลักษณะเป็นผลึกของแข็งสีขาวที่มีกลิ่นกำมะถันเจือจาง โดยปกติแล้วจะสลายตัวได้ดีในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงหรือในสภาพที่เป็นด่าง และสามารถสลายตัวอย่างรวดเร็วเมื่ออยู่ในดิน สารนี้มีความเสถียร (stability) ในสภาพที่เป็นของแข็งมากกว่าสภาพที่เป็นของเหลว ซึ่งปัจจัยที่มีผลทำให้อัตราการสลายตัวในของเหลวเพิ่มขึ้น ได้แก่ แสงแดด อุณหภูมิที่สูงขึ้น และสภาพความเป็นด่าง ฯลฯ

methomyl ถูกจัดเป็นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ประเภทที่มีความเป็นพิษร้ายแรงตามพระราชบัญญัติวัตถุมีพิษ พ.ศ. 2510 และตามประกาศขององค์การอนามัยโลก (WHO) พิษของสาร methomyl ต่อหนูทดลองเป็นแบบพิษเฉียบพลัน โดยมีค่า LD_{50} (lethal dose fifty) ดังนี้ LD_{50}ทางปาก เท่ากับ 17-24 มิลลิกรัม/กรัม และLD_{50} ทางผิวหนัง เท่ากับ 5,880 มิลลิกรัม/กรัม (สุภาณี, 2540) สำหรับคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีอื่น ๆ ของสาร methomyl แสดงไว้ในตาราง 4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร methomyl

Molecular weight	162.2
Specific gravity at 24°C	1.2946
Physical state	crystalline solid
Colour	white
Odour	slight sulfurous
Melting point	77°C
Vapour pressure	0.72 mPa (at 25°C)
Henry's Law constant	2.1×10^{-11} atm-m^3/mole
Octanol-water partition coefficient (K_{ow})	1.24
Solubility : water	54.7 g/l
Solubility : toluene	30 g/l
isopropanol	220 g/l
ethanol	420 g/l
acetone	720 g/l

ที่มา : WHO (1996)

สาร methomyl ที่ผลิตจำหน่ายในเชิงการค้าจะอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ คือ แบบผงละลายน้ำ (soluble powder) แบบผงเปียกน้ำ (wettable powder) แบบเม็ด (granule) หรือในรูปแบบที่เป็นของเหลว เช่น emulsifiable concentrate และ soluble concentrate เป็นต้น บริษัทที่ผลิต methomyl ออกจำหน่ายมีอยู่ด้วยกันหลายบริษัท โดยใช้ชื่อการค้าต่าง ๆ กันไป แต่ชื่อการค้าซึ่งเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในหมู่เกษตรกรก็คือ แลนเนท สำหรับอัตราการใช้ที่เหมาะสมจะแตกต่างกันตามชนิดพืชและศัตรูพืชที่เข้าทำลาย ซึ่งโดยปกติจะอยู่ในช่วง 20-35 กรัม/น้ำ 20 ลิตร และทำการฉีดพ่น 5-7 วัน/ครั้ง (กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2533)

นิยมใช้ methomyl ในการป้องกันกำจัดแมลงในพืชชนิดต่าง ๆ เช่น พืชตระกูลกะหล่ำ หอม พริก มันฝรั่ง มะเขือเทศ มะเขือเปราะ มะเขือยาว หน่อไม้ฝรั่ง ยาสูบ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง แตง แตงโม ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ละหุ่ง งา องุ่น และส้ม ซึ่งในส้มนั้นใช้ป้องกันกำจัดหนอนม้วนใบ หนอนกัดกินใบเพลี้ยอ่อน และเพลี้ยไฟ (คำแนะนำในฉลาก)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในแง่ของการเก็บเกี่ยวผลผลิตภายหลังการฉีดพ่นด้วย methomyl นั้น กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2533) แนะนำว่าควรเว้นระยะการเก็บเกี่ยวผลิตผลต่าง ๆ ตามระยะเวลาที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้

ส้มและผักต่าง ๆ	1-3	วัน
ผักกาดหอม พริกไทย มันฝรั่ง มะเขือ	6-14	วัน
ยาสูบ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง	6-14	วัน
หอมสด	28	วัน
องุ่น	1-4	วัน

จากการตรวจหาสาร methomyl ที่ตกค้าง พบว่ามีปริมาณสารตกค้างแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช โดยทั่วไปจะพบอยู่ค่อนข้างสูงในพืชกินใบมากกว่าพืชกินหัวหรือธัญพืช สำหรับปริมาณตกค้างจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ อัตราที่ใช้ในการฉีดพ่น ช่วงเวลาภายหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้ายไปจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต และบริเวณพื้นที่ผิวของพืชที่สัมผัสกับสาร methomyl เป็นต้น (กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2533)

Dimethoate

สาร dimethoate เป็นสารกำจัดแมลงในกลุ่ม organophosphorus ใช้กำจัดแมลง ไร และหนอนต่าง ๆ ที่เป็นศัตรูพืช เช่น เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยไฟ เพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง หนอนผีเสื้อต่าง ๆ หนอนใยผัก หนอนคืบ หนอนกระทู้ หนอนเจาะต้น หนอนเจาะสมอ มวนเขียว แมลงหวี่ขาว แมลงหวี่ดำ และไรต่าง ๆ ด้วยฤทธิ์ในทางสัมผัสและดูดซึม ออกฤทธิ์อยู่ได้นานประมาณ 2-3 วัน นิยมใช้กับส้ม ผัก ถั่วต่าง ๆ มะม่วง ชา กาแฟ ฝ้าย แตงโม องุ่น ยาสูบ มะเขือเทศ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มันฝรั่ง กล้วย อ้อย ไม้ดอก ไม้ประดับ ฯลฯ (ฉลองและพรพิศ, 2532)

สูตรโมเลกุล : $C_5H_{12}NO_3PS_2$

สูตรโครงสร้าง :

สูตรเคมี : O, O-dimethyl S-methylcarbamoylmethyl phosphorodithioate

สาร dimethoate บริสุทธิ์มีลักษณะเป็นผลึกใส ไม่มีสี มีกลิ่นคล้าย mercaptan แต่ถ้าเป็นชนิด technical grade (บริสุทธิ์ประมาณ 93 เปอร์เซ็นต์) จะมีลักษณะเป็นผลึกสีขาวถึงเทา สารนี้ละลายได้ดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในคลอโรฟอร์ม เมทิลีนคลอไรด์ เบนซิน โทลูอีน แอลกอฮอล์ เอสเตอร์ และคีโตน ละลายได้เล็กน้อยในไซลีน คาร์บอนเตตระคลอไรด์ และอะลิฟาติคไฮโดรคาร์บอน ละลายได้บางส่วนในน้ำ สารละลาย dimethoate ในน้ำและในกรดจะคงตัวพอใช้ที่อุณหภูมิห้อง แต่ในสารละลายที่เป็นด่างจะไม่คงตัว เมื่อถูกความร้อนสาร dimethoate จะเปลี่ยนไปเป็น o, s-dimethyl phosphorodithioate สำหรับคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีอื่น ๆ ของสาร dimethoate แสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร dimethoate

Relative molecular mass	229.2
Odour threshold	0.010 mg/m^3
Melting point	45-52.5°C
Boiling point	107°C at 0.05 mmHg
	86°C at 0.01 mmHg
Vapour pressure	8.5×10^{-6} mmHg (at 25°C)
Volatility	1.107 mg/m^3
Specific gravity	1.281
Partition coefficient *n*-octanol/water	5.959
Solubility in water at 21°C	up to 39 g/l

ที่มา : WHO (1989)

พิษของสาร dimethoate ที่มีต่อแมลงและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเกิดจากเมตาโบไลท์ของสาร dimethoate คือ dimethoxon ซึ่งเป็น oxygen analogue metabolite มีความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์ acetylcholinesterase คิดเป็น 75-100 เท่าของสาร dimethoate และมีความเป็นพิษมากกว่าสาร dimethoate 10 เท่า สาร dimethoxon มีการนำมาใช้เป็นสารกำจัดแมลงโดยรู้จักกันดีในชื่อ omethoate

สาร dimethoate ที่นำมาใช้ในเชิงการค้าจะอยู่ในรูปต่าง ๆ คือ EC (emulsifiable concentrate), WP (wettable powder) และ granule ในประเทศไทยมีใช้ในรูป EC ซึ่งมีความเข้มข้นต่างๆ เช่น 20, 32 และ 40% สำหรับอัตราการใช้ในการกำจัดศัตรูพืชทั่ว ๆ ไปนั้น ใช้ในอัตรา 20-40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร โดยควรใช้ก่อนการเก็บเกี่ยว 14 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สาร dimethoate เป็นสารที่ไม่คงตัวในสิ่งแวดล้อม จะสลายตัวอย่างรวดเร็วโดยกระบวนการ hydrolytic degradation โดยเฉพาะในสภาพอากาศชื้นจะสลายตัวโดยกระบวนการ (photochemical degradation) ค่าครึ่งชีวิตของสาร dimethoate ในพืชต่าง ๆ อยู่ระหว่าง 2-5 วัน ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของสารนี้ในดิน ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน อุณหภูมิ ความชื้น และระดับความเป็นกรดด่าง (pH)

สาร dimethoate เป็นพิษต่อสัตว์น้ำและนกในระดับปานกลางถึงสูง และเป็นพิษต่อผึ้ง (honey bee) มาก (ฉลองและพรพิศ, 2532) โดยมีความเป็นพิษแบบเฉียบพลันในหนูทดลอง มีค่า LD_{50}ทางปาก เท่ากับ 291 มิลลิกรัม/กรัม และ LD_{50}ทางผิวหนัง เท่ากับ 600-1,200 มิลลิกรัม/กรัม (สุภาณี, 2540)

จากปัญหาในเรื่องของโรคและสารพิษตกค้างจึงจำเป็นต้องหาแนวทางแก้ไข ซึ่งการใช้โอโซนเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ โอโซนเป็นก๊าซชนิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และลดปริมาณสารพิษตกค้าง ซึ่งคุณสมบัติของโอโซน มีดังต่อไปนี้ต่อไป

โอโซน

โอโซนเป็นก๊าซธรรมชาติที่มีการค้นพบมาเป็นเวลา 150 ปีมาแล้ว ซึ่งเยอรมันเป็นประเทศแรกที่นำโอโซนเข้ามาใช้ในด้านการแพทย์และต่อมาสหรัฐอเมริกาได้นำมาทดลองใช้ทางด้านการแพทย์เช่นเดียวกัน โอโซนจะทำงานโดยเกิดปฏิกิริยาออกซิไดซ์ซึ่งมีผลในการฆ่าเชื้อโรคและย่อยสลายก๊าซพิษและสารเคมี ตัวอย่างเช่น การสลายของก๊าซมีเทน (CH_4)

$$CH_4 + 2O_3 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O + O_2$$

โอโซนสามารถทำความสะอาดได้เป็นอย่างดีประมาณ 99 เปอร์เซ็นต์ ของอากาศเสีย เพราะโอโซนจะจับโมเลกุลของอากาศเสียและแยกย่อยสลายอากาศที่เสียไปในที่สุด เหลือเป็นออกซิเจนต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถดับกลิ่น ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรค ย่อยสลายก๊าซพิษ และฟอกสี เป็นต้น (ชมภูศักดิ์, 2539)

โอโซนมีคุณสมบัติเป็นก๊าซสีฟ้า มีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 48 จุดเดือดและจุดหลอมเหลวที่ 1 บรรยากาศเท่ากับ –111.9 และ –192.7°C ตามลำดับ โอโซนมีน้ำหนักประมาณ 0.135 ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต มีค่าออกซิเดชั่นโพเทนเชียลประมาณ –2.07 V (สิริพร, 2543) โอโซนถูกผลิตขึ้นในธรรมชาติโดยการแผ่รังสีอัลตราไวโอเลต (UV) จากดวงอาทิตย์และการเกิดฟ้าแลบ ส่วนในทางการค้าถูกผลิตขึ้นมาโดยการใช้แสง UV ที่ความยาวคลื่น 185 นาโนเมตร หรือ corona discharge โดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าเพื่อให้โมเลกุล O_2 แตกตัวและรวมตัวเป็น O_3 (อัมพวัน, 2544) โอโซนถูกนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- ย่อยสลายสารพิษที่ติดมากับพืช ผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์
- ล้างภาชนะ เครื่องแก้ว จานชาม ไม่ให้มีรอยคราบของสารเคมีและสบู่
- รักษาดินและฟื้นฟูสภาพดินให้ปราศจากเชื้อรา
- ทำน้ำโอโซนสเปรย์เพื่อยืดอายุของดอกไม้
- ใช้น้ำโอโซนในกระบวนการล้างเนื้อสัตว์และอาหารทะเล ก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการบรรจุเพื่อส่งออกนอกประเทศ
- บำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม
- กำจัดกลิ่นจากน้ำโสโครก
- ใช้ทำน้ำสะอาดในสระว่ายน้ำ แทนสารคลอรีน
- อุตสาหกรรมอาหาร ใช้อบอาหารและสมุนไพร
- ใช้เตรียมน้ำสะอาดปราศจากเชื้อ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมยา
- ผลิตเป็นอุปกรณ์ล้างมือทางการแพทย์แทนการใช้สารเคมี

ในปัจจุบันมีการนำโอโซนเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมผักและผลไม้สดมากขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติของโอโซนซึ่งเป็นสารออกซิไดซ์ที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ อีกทั้งโอโซนมีครึ่งชีวิตในน้ำที่อุณหภูมิห้องเพียงแค่ 20 นาทีเท่านั้น และจะสลายตัวไปเป็นออกซิเจนธรรมดา จึงไม่ต้องกังวลว่าจะมีโอโซนตกค้างในอาหาร (Graham, 1997) สำหรับรูปแบบของโอโซนที่นำมาใช้กับผลิตผลเกษตรนั้น มีทั้งที่ใช้ในรูปของก๊าซโดยใช้รมผลิตผลโดยตรงและการใช้ก๊าซโอโซนผ่านลงไปในน้ำ แล้วนำผลิตผลมาแช่ในน้ำอีกทีหนึ่ง ซึ่งมีงานวิจัยออกมามากมายทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ เช่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) ซึ่งทำการพัฒนาเครื่องผลิตก๊าซโอโซนเพื่อใช้ในการล้างผักที่ปนเปื้อนสารพิษ พบว่าสามารถกำจัดสารพิษได้จริง เนื่องจากโอโซนจะช่วยทำให้โครงสร้างทางเคมีของสารฆ่าแมลงที่ติดอยู่ในผักแตกตัวและหลุดออกจากผัก (ฝ่ายประชาสัมพันธ์ มจธ., 2544) สอดคล้องกับการทดลองของ จิรวัฒน์และคณะ (2545) ศึกษาความเป็นไปได้ในการลดหรือกำจัดสารประกอบซัลเฟอร์ตกค้างในลำไยด้วยวิธีการใช้ระบบโอโซน พบว่า การใช้โอโซนสามารถลดปริมาณซัลไฟท์ในลำไยอบแห้งในส่วนเปลือกและเนื้อลำไย ได้เท่ากับ 39.22 และ 44.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในลำไยสดสามารถลดปริมาณซัลไฟท์ได้ถึง 66.78 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับ Hwang *et al.* (2001) ซึ่งทดลองนำผลแอปเปิลมาจุ่มสาร mancozeb ความเข้มข้น 1 และ 10 กรัม/มิลลิลิตร จากนั้นนำไปล้างในน้ำที่ผ่านโอโซน พบว่าสามารถลดปริมาณสาร mancozeb ตกค้างได้ 56-97 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การใช้โอโซน 1 และ 3 ppm สามารถลดปริมาณสาร ethylene thiourea ตกค้างได้อีกด้วย Cash *et al.* (no date) นำผลแอปเปิลพันธุ์ Golden Delicious ทั้งที่เป็นผลสดและแปรรูปมาล้างในน้ำที่ผ่านโอโซน โดยน้ำที่ใช้เป็นน้ำกลั่น pH 6.7, อุณหภูมิ 25°C

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และโอโซนเข้มข้น 2.5 ppm นาน 30 นาที พบว่าสามารถลดปริมาณสารตกค้างได้ 80 เปอร์เซ็นต์ ของผลแอปเปิลทั้งหมด ส่วน Ong *et al.* (1999) พบว่าการล้างผลแอปเปิลในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซน (0.25 มิลลิกรัม/ลิตร) ช่วยลดปริมาณสาร azinphos-methyl, captan และ formetanate hydrochloride ได้ 50-100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้โอโซนยังมีผลช่วยลดความรุนแรงของสาร carbofuran ได้อีกด้วย (Benitez *et al.*, 2002)

นอกจากนี้ยังมีการทดลองนำน้ำที่ผ่านโอโซนมาใช้ล้างผักและผลไม้เพื่อเพิ่มความปลอดภัยกับผักและผลไม้สด ตัวอย่างเช่น Kim *et al.* (1999) ใช้น้ำที่มีโอโซนล้างผักกาดหอมหั่นฝอย (shredded lettuce) โดยการฉีดโอโซน 1.3 มิลลิโมล ที่อัตราการไหล 0.5 ลิตร/นาที เข้าไปในน้ำที่มีผักกาดหอมอยู่ในอัตราส่วน 1:20 โดยน้ำหนัก และมีการกวนด้วยความเร็วสูงเป็นเวลา 3 นาที พบว่าสามารถลดปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดได้ถึง 2 log จำนวนโคโลนี/กรัม (2 log cfu/g) เช่นเดียวกับ Kondo *et al.* (1989) ซึ่งใช้วิธีนี้กับผักกาดขาวปลี พบว่า โอโซนมีประสิทธิภาพสูงในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Escherichia coli* ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์สำคัญตัวหนึ่งที่ก่อให้เกิดโรคในอาหาร Spotts and Cervantes (1992) พบว่าการแช่ผลสาลี่ในน้ำที่ผ่านโอโซนเข้มข้น 0.99, 0.69 และ 0.39 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร สามารถยับยั้งการสร้างสปอร์ของ *Penicillium expansum* และ *Alternaria* sp.ได้ ทำนองเดียวกับ Singh *et al.* (2002) ซึ่งล้างผักกาดหอมและเบบี้แครอทในน้ำที่ผ่านก๊าซโอโซน 9.7 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 10 นาที พบว่ามีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 ได้ อรุโณทัยและธนะชัย (2545) ได้ศึกษาผลของโอโซนที่มีต่ออายุการเก็บรักษาผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ โดยปล่อยก๊าซโอโซนในอัตรา 100 มิลลิกรัม / ชั่วโมง ลงไปในน้ำกลั่นเป็นเวลานาน 0, 30, 45 และ 60 นาที พบว่าช่วยลดการเน่าเสียของผลลิ้นจี่ได้และไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักสดและแห้งของผล ความแน่นเนื้อ ปริมาณแอนโธไซยานิน การเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกผล TSS และ TA

Krause and Weidensaul (1977) พบว่าการใช้โอโซน 0.3 ppm สามารถยับยั้งการสร้างสปอร์และการงอกของเชื้อ *Botrytis cinerea* ได้ Palou *et al.* (2002) พบว่าการใช้โอโซน 0.3 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการสร้างสปอร์ของเชื้อ *Monilinia fructicola, Botrytis cinerea, Mucor piriformis* และ *P. expansum* ในผลท้อและองุ่นได้ Barth *et al.* (1995) ใช้โอโซนในการเก็บรักษา blackberry พบว่าช่วยรักษาปริมาณแอนโธไซยานินและยับยั้งการงอกของเชื้อราได้ Liew and Prange (1994) ทำการรมแครอทด้วยโอโซนความเข้มข้น 0, 7.5, 15, 30 และ 60 ไมโครลิตร/ลิตร โดยใช้อัตราการไหล 0.5 ลิตร/นาที นาน 8 ชั่วโมง/วัน เป็นเวลา 28 วัน พบว่าสามารถลดการเจริญเติบโตของเชื้อ *B. cinerea* และ *Sclerotinia sclerotiorum* ในหัวแครอทได้ 50 เปอร์เซ็นต์ Perez *et al.* (1999) ทำการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีก๊าซโอโซน 0.35 ppm นาน 3 วัน ที่อุณหภูมิ 2°C จากนั้นนำไปไว้ที่ 20°C พบว่าสามารถเก็บรักษาได้ 4 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยไม่เกิดการเน่าเสียจากเชื้อรา Barbosa-Martinez *et al.* (2002) รมผลมะม่วงโดยใช้โอโซน 2.2 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 15 นาที พบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* และ *Fusarium oxysporum* ได้โดยไม่มีผลต่อคุณภาพของผลมะม่วง Palou *et al.* (2003) เก็บรักษาผลส้มพันธุ์ Lanelate ในบรรยากาศที่มีก๊าซโอโซน 0.72 ppm (v/v) นาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 12.8°C พบว่าสามารถควบคุมการงอกของเชื้อ *P. digitatum* และ *P. italicum* ได้

ซึ่งกลไกในการยับยั้งจุลินทรีย์ของโอโซนนั้นอาจเกิดขึ้นได้สองลักษณะ ลักษณะแรกคือ โมเลกุลของโอโซนเข้าทำปฏิกิริยาโดยตรงกับสารเคมีที่อยู่ในเซลล์จุลินทรีย์ และอีกลักษณะคือ อนุมูลตัวกลางอิสระเป็นตัวเข้าทำลาย โดยโอโซนจะไปมีผลต่อเซลล์เมมเบรน ไซโตพลาสซึม โปรตีน และชั้นของไขมันในเซลล์จุลินทรีย์ ทำให้โปรตีนในเซลล์จุลินทรีย์เกิดการจับตัวเป็นก้อน และแตก บางครั้งพบว่าโอโซนจะเข้าทำลายระบบหายใจของเซลล์ และเอนไซม์ที่สำคัญในการดำรงชีพของเซลล์ ในบางกรณีโอโซนจะทำลาย DNA และ RNA ของเซลล์จุลินทรีย์ด้วย (สิริพร, 2543)

นอกจากโอโซนแล้วโซเดียมคลอไรด์ ก็เป็นสารอีกชนิดหนึ่งที่มีการนำเข้ามาใช้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และใช้ในการล้างผลิตผลด้วย

เกลือ

เกลือ (salts) ส่วนมากมีลักษณะเป็นผลึกรูปร่างไม่แน่นอน แต่จัดว่ามีลักษณะของผลึกเป็นแบบลูกบาศก์ที่มีสีขาว มีคุณสมบัติในการดูดความชื้น (Pearson and Tauber, 1984) และเป็นสารป้องกันการบูดเน่าของอาหาร เกลือเป็นสารให้กลิ่นรสและสามารถรักษาอาหารชนิดต่าง ๆ ได้ การใช้เกลืออาจจะใช้ความเข้มข้นต่ำ คือประมาณ 2-4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับอุณหภูมิต่ำ หรือใช้ร่วมกับกรดเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย (Lueck, 1980; Sinskey, 1980) เกลือโดยทั่วไปจะประกอบด้วยอนุมูลพวก sodium, potassium, calcium และ magnesium ซึ่งสามารถป้องกันการบูดเน่าของอาหารได้ เนื่องจากหากมีความเข้มข้นสูงจะเป็นพิษโดยตรงต่อจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงนิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมหมักดองมาเป็นเวลานาน (Fabian and Winslow, 1929) นอกจากนี้ยังช่วยลดการแพร่หรือการแทรกซึมของออกซิเจนที่จะซึมลงในสารละลายได้ ทำให้จุลินทรีย์ที่ต้องการใช้ออกซิเจนเจริญเติบโตได้ยาก Jensen (1954) ได้สรุปผลของระดับความเข้มข้นของเกลือที่มีต่อการเจริญของจุลินทรีย์ไว้ว่า แบคทีเรียชนิดไม่ต้องการออกซิเจนจะหยุดการเจริญทันทีที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ระดับความเข้มข้นข้างต้นนี้จะมีผลน้อยมากต่อแบคทีเรียที่ต้องการอากาศชนิด facultative และพวก Micrococcus การเจริญของแบคทีเรียส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ แต่จะมีแบคทีเรียบางชนิดที่สามารถเจริญได้ที่ระดับความเข้มข้นของเกลือสูงถึง 15 เปอร์เซ็นต์ พงศ์ศรีและคณะ (2530)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทดลองลดปริมาณสาร monocrotophos ในอุ่นด้วยการล้างด้วยน้ำผสมเกลือแกงหรือเกลือสมุทร ซึ่งเป็นเกลือที่ใช้ในการปรุงอาหาร โดยใช้เกลือแกงความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถลดปริมาณสารพิษได้ 18 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาในปี 2533 พงศ์ศรีและคณะ ได้ทดลองลดปริมาณสาร methyl parathion บนอุ่น โดยใช้วิธีการเดิมพบว่าสามารถช่วยลดปริมาณสารพิษได้ 7 เปอร์เซ็นต์ นิตยาและรัตนา (2541) ทดลองลดปริมาณสารมาลาไธออนตกค้างบนผลอุ่นด้วยการล้างด้วยน้ำผสมเกลือแกง ในอัตราส่วนเกลือแกง 1 ช้อนโต๊ะ/น้ำ 4 ลิตร พบว่าสามารถลดปริมาณสารพิษได้ 44.1 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้ยังมีรายงานการทดลองใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เช่น สุทัศน์เทียม (2544) แช่ผลมะนาวในสารละลาย NaCl ความเข้มข้น 0.25, 0.50, 1.00 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักโดยปริมาตร ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที พบว่าผลมะนาวที่แช่ในสารละลาย NaCl ทุกความเข้มข้น มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวช้ากว่าชุดควบคุม และมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะนาวน้อยมากตลอดการเก็บรักษา Chung (1988) กล่าวว่า สามารถนำ NaCl มาใช้ในการล้างทำความสะอาดได้ โดยไม่ก่อให้เกิดอันตราย ซึ่งหากต้องการให้มีประสิทธิภาพสูงควรใช้ที่ความเข้มข้นประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved