# บทที่ 2

# การตรวจเอกสาร

**ส้ม (*Citrus* spp.)**

ส้มเป็นไม้ผลที่อยู่ในวงศ์ Rutaceae จำแนกได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ (เปรมปรี, 2538) คือ

1. กลุ่มมะนาว (Common Acid Members group) เป็นกลุ่มที่มีรสเปรี้ยวจัด มีเมล็ดมากที่นิยมปลูกกัน เช่น ซิตรอน (*Citrus medica*) มะนาวฝรั่งหรือเลมอน (*C. limon* L. Burn) มะนาวไทยหรือไลม์ (*C. aurantifolia*) เป็นต้น

2. กลุ่มส้มโอและเกรพฟรุต (Pummelos and Grapefruits group ) ส้มโอ (*C. grandis* L. Osbeck) เป็นส้มที่มีขนาดผลค่อนข้างใหญ่ เปลือกหนา กลีบของผลสามารถแยกออกจากกันได้ ลักษณะเนื้อภายในอาจมีสีขาว ชมพู หรือทับทิม ในขณะที่เกรพฟรุต (*C. Paradisi* Macfadyen) มีลักษณะคล้ายส้มโอ แต่มีผลขนาดเล็กกว่า มีลักษณะกลมแป้น เปลือกบาง กลีบไม่แยกจากกัน มีทั้งพันธุ์ที่มีเมล็ดและไม่มีเมล็ด เนื้อภายในอาจมีสีขาวหรือเป็นสีชมพู

3. กลุ่มส้มเกลี้ยงและส้มตรา (Oranges group) ลักษณะของส้มกลุ่มนี้ คือ เปลือกไม่ล่อนออกจากเนื้อ กลีบส้มแต่ละกลีบติดกันแน่น ส้มกลุ่มนี้สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ส้มที่มีรสหวาน (Sweet orange: *C. sinensis*) เช่น ชามูติ (Shamouti) วาเลนเซีย (Valencia) ส้มเนเวล (Navel orange) ส้มตราหรือส้มเช้ง เป็นต้น ส่วนอีกกลุ่มคือส้มที่มีรสเปรี้ยวหรือรสขม (Sour or Bitter orange: *C. aurantium*) เป็นส้มที่มีรสเปรี้ยวจัดและมีเมล็ดมาก มีขนาดผลค่อนข้างใหญ่ นิยมปลูกเพื่อรับประทานสดหรือใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำส้ม ทำแยมผิวส้ม สะกัดน้ำมันหอมระเหย ตัวอย่างส้มในกลุ่มนี้ เช่น รูบี้บลัด (Ruby Blood) โดเบิลฟีนา (Doblefina) โมโร (Moro)

4. กลุ่มส้มจีนและส้มเขียวหวาน (Mandarins and Tangerines group: *Citrus reticulata*) ลักษณะของส้มกลุ่มนี้ คือ เปลือกล่อน แกะออกง่าย กลีบส้มสามารถแยกออกจากกันได้ง่าย ในส่วนของส้มจีน (mandarin) ซึ่งเป็นส้มที่มีเปลือกค่อนข้างหนา ผลและเนื้อมีสีเข้ม มีอยู่ด้วยกันหลายสายพันธุ์ เช่น ซัทซูมา (Satsuma) คิง (King) พอนแกน (Pongan) เป็นต้น ส่วนส้มเขียวหวานหรือที่ชื่อสามัญเรียกว่า tangerine เป็นส้มที่มีขนาดผลเล็กกว่าส้มจีน สามารถปลูกได้ทั้งในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน โดยเฉพาะส้มสายน้ำผึ้งหรือส้มโชกุนเป็นพันธุ์ที่นิยมบริโภคเป็นอย่างมาก มีรสชาติหวานแหลมอมเปรี้ยว ส่วนชานมีลักษณะนิ่มและให้น้ำส้มในปริมาณมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

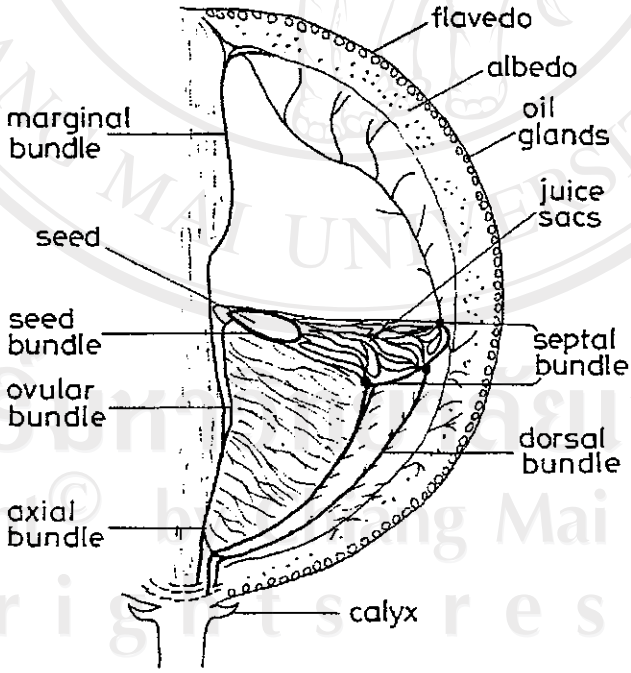
**ลักษณะของผลส้ม** (Ting and Attaway, 1971)

ส้มเป็นผลชนิด hesperidium เจริญมาจากรังไข่ของดอกส้ม มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังแสดงในรูปภาพที่ 1 ได้แก่

1. ชั้นนอก (epicarp) เรียกว่าชั้น flavedo เป็นชั้นสีของเปลือกส้ม เซลล์ของเนื้อเยื่อส่วนนี้จะมีแคโรทีนอยด์เป็นองค์ประกอบ ผนังของเซลล์ด้านนอกจะปกคลุมด้วย คิวติน (cutin) และขี้ผึ้ง (wax) ทำหน้าที่ช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำ ที่ผิวจะพบต่อมน้ำมันซึ่งภายในประกอบไปด้วย essential oil ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันไปตามแต่ละสายพันธุ์

2. ชั้นกลาง (mesocarp) เรียกว่าชั้น albedo เป็นชั้นที่มีลักษณะคล้ายฟองน้ำสีขาว เนื้อเยื่อจะประกอบไปด้วยสารจำพวกเพคตินและเฮมิเซลลูโลสเป็นจำนวนมาก ความหนาของชั้น albedo ของส้มในแต่ละพันธุ์จะไม่เท่ากัน ส้มเปลือกล่อนจำพวกส้มเขียวหวานจะมีเนื้อเยื่อชั้นนี้ค่อนข้างบาง ในขณะที่ส้มโอหรือส้มเกรพฟรุตเนื้อเยื่อชั้นนี้จะมีความหนามากอาจหนา 1 - 3 เซนติเมตร

3. ชั้นใน (endocarp) เรียกว่าชั้น pulp เป็นชั้นที่ประกอบด้วยกลีบส้มจำนวนมาก ภายในกลีบส้มประกอบไปด้วยเมล็ดและถุงน้ำส้มจำนวนมาก ถุงน้ำส้มจะเชื่อมกับผนังกลีบส้มด้วย vesicle stalk การขยายตัวของถุงน้ำส้มนี้จะขึ้นอยู่กับการพัฒนาของผลส้มโดยในระยะแรกจะมีลักษณะคล้ายโดม ต่อมาเมื่อใกล้ระยะสุกแก่จะมีลักษณะยาวขึ้น มีรูปร่างคล้ายกระสวย




**ภาพ 1** ส่วนประกอบของโครงสร้างภายในผลส้ม

(ที่มา : ดัดแปลงจาก Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง**

ผลไม้ที่ยังมีชีวิตอยู่กระบวนการต่างๆ ทั้งทางสรีรวิทยาและชีวเคมียังคงดำเนินอยู่ ทำให้คุณสมบัติทั้งทางกายภาพและทางเคมีของผลไม้ไม่คงที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยมีแนวโน้มเปลี่ยนไปในทิศทางที่ทำให้คุณภาพลดลง (จริงแท้, 2546) การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง เช่น

**การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก** เมื่อเก็บรักษาส้มสายน้ำผึ้งไว้นานมากขึ้นสีของเปลือกส้มจะเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยสีเขียวจะหายไปและปรากฏสีเหลืองหรือแดงขึ้นมาแทน เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) ทำให้คลอโรฟิลล์เกิดการสลายตัว นอกจากนี้ยังพบว่าเอทธิลีนเป็นตัวการสำคัญที่เร่งการสลายคลอโรฟิลล์และสังเคราะห์คาโรทีนอยด์ การใช้เอทธิลีนจะทำให้เอนไซม์คลอโรฟิลเลสเพิ่มมากขึ้นและเร่งการสลายสีเขียวของเปลือกส้ม การปรากฏของรงควัตถุคาโรทีนอยด์เกิดขึ้นเร็วกว่าการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ (Gross, 1987)

**การหายใจ** เป็นกระบวนการที่อาศัยเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเปลี่ยนสารอาหารไปเป็นพลังงาน การวัดอัตราการหายใจทำได้โดยวัดอัตราการใช้ออกซิเจนหรือคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมา ซึ่งเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงอัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารอาหารในกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์ นอกจากนี้ยังใช้บ่งบอกถึงอายุการเก็บรักษาของผลผลิต โดยผลผลิตที่มีอัตราการหายใจต่ำมักจะเก็บรักษาไว้ได้นานกว่าผลผลิตที่มีอัตราการหายใจสูง (ดนัย, 2531) สำหรับส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งซึ่งเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric อัตราการหายใจค่อนข้างคงที่ โดยอัตราการหายใจจะลดต่ำลงในระยะแก่จัดแล้วอยู่ในอัตราที่ค่อนข้างคงที่ไปตลอดจนสิ้นอายุขัย (จิรา, 2534; ดนัยและนิธิยา, 2535; Kader, 1992)

**การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี** องค์ประกอบทางเคมีของผลไม้ไม่ว่าจะเป็นคาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน ล้วนมีผลต่อรสชาติของผลไม้ (สายชล, 2528) ผลส้มสายน้ำผึ้งเมื่อเริ่มแก่จะมีการสร้างน้ำตาลเพิ่มมากขึ้นภายในผล ไม่ว่าจะเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (กลูโคส, ฟรุคโตส) หรือน้ำตาลนันรีดิวซ์ (ซูโครส) ทำให้เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวจึงมีรสหวานมากขึ้น (Kale and Adsule, 1995) นอกจากนี้การสูญเสียน้ำภายหลังการเก็บเกี่ยวก็มีผลต่อรสชาติของส้มสายน้ำผึ้งได้เช่นกัน โดยส้มสายน้ำผึ้งมีแนวโน้มสูญเสียน้ำมากขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids: TSS) มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันปริมาณกรดที่สามารถไทเทรตได้ (titratable acidity: TA) จะมีแนวโน้มลดลง โดยการลดลงของ TA จะเร็วกว่า TSS (Ketsa, 1988) ดังรายงานของวงเดือน (2546) ที่กล่าวว่า เมื่อเก็บรักษาส้มสายน้ำผึ้งไว้ที่อุณหภูมิ 5, 10 หรือ 15 องศาเซลเซียส จะทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระหว่างการเก็บรักษา โดยผันแปรในช่วง 10.40 - 10.93 °Brix ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้จะมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผันแปรในช่วง 4.88 - 5.92 เปอร์เซ็นต์ การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลและกรดในผลส้มใช้เป็นตัวกำหนดรสชาติของผลส้มอย่างหนึ่ง Baldwin (1993) กล่าวว่า ผลส้มที่มีรสชาติดีสัดส่วนระหว่างปริมาณน้ำตาลและกรดในผลจะมีค่าอยู่ระหว่าง 10-12 ซึ่งถือเป็นส้มที่มีรสชาติดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

**การสูญเสียน้ำ** การสูญเสียน้ำภายหลังการเก็บเกี่ยวเป็นการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลไม้ ทำให้น้ำหนักผลไม้ลดลง รูปทรงของผลไม้เปลี่ยนไป ความกรอบและฉ่ำน้ำลดลง และอาจมีผลต่อปฏิกิริยาเคมีอื่นๆ (ดนัย, 2543) โดยทั่วไปหากผลไม้สูญเสียน้ำร้อยละ 5 - 10 จะทำให้ผลไม้เกิดการเหี่ยว ความแน่นเนื้อลดลง เป็นผลให้รสชาติไม่ดี (Peleg, 1985) เพลินพิศ (2548) รายงานว่าเมื่อเก็บรักษาส้มสายน้ำผึ้งที่มีลักษณะปกติเป็นเวลา 6 วัน จะทำให้ผลมีอาการเหี่ยวและหมดอายุการเก็บรักษา ดังนั้นการใช้สารเคลือบผิวที่บริโภคได้จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการผลิตส้มสายน้ำผึ้ง ทั้งนี้เพื่อลดการสูญเสียน้ำหนัก ลดการเหี่ยวของผล รวมถึงชะลอการเสื่อมคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว (อรรณพ, 2532)

**การใช้สารเคลือบผิวกับผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว**

ปกติผิวของผลไม้จะมีชั้นของคิวติเคิล (cuticle) เคลือบอยู่ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการป้องกันการสูญเสียน้ำและแลกเปลี่ยนก๊าซบริเวณผิวของผลไม้ การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งไม่ว่าจะเป็นการขนย้าย การทำความสะอาด อาจเป็นสาเหตุทำให้ชั้นคิวติเคิลนี้หลุดออกไปได้ ดังนั้นการเคลือบผิวผลไม้ด้วยสารเคลือบผิวจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญเพื่อทดแทนสารเคลือบผิวตามธรรมชาติที่หลุดออกไป ปิดรอยเปิดตามธรรมชาติหรือปิดบาดแผลทำให้การสูญเสียน้ำลดลง (ดนัย, 2531) โดยเฉพาะการใช้สารเคลือบผิวชนิดที่สามารถบริโภคได้ นิธิยา (2547) จำแนกชนิดของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ชนิดไฮโดรคอลลอยด์ เป็นสารเคลือบผิวที่ประกอบไปด้วยโปรตีนหรือพอลิแซกคาไรด์ โปรตีนที่นิยมใช้ เช่น เคเซอีน เจลาติน กลูเตน ส่วนพอลิแซกคาไรด์ที่เป็นไฮโดรคอลลอยด์ เช่น อัลจิเนต เพกทิน สตาร์ช ตัวอย่างสารเคลือบผิวชนิดไฮโดรคอลลอยด์ที่เป็นที่รู้จัก เช่น ไคโตซาน ซึ่งผลิตจากไคตินซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเปลือกกุ้ง

2. สารเคลือบผิวที่บริโภคได้จากลิพิดเป็นสารเคลือบผิวที่มีความมันวาว สามารถขวางกั้นการผ่านของไอน้ำได้ตัวอย่างสารเคลือบผิวประเภทนี้ เช่น คาร์นูบาแวกซ์จากผิวใบของปาล์ม เชลแล็กจากสารที่ขับออกมาจากตัวครั่ง (*Laccifer lacca*) เป็นสารเคลือบผิวที่มีความมันวาว กลิ่นหอม จุดหลอมเหลวอยู่ระหว่าง 84-96 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ชนิดสารผสม เป็นสารเคลือบผิวที่เกิดจากการผสมกันของสารเคลือบผิวใน 2 กลุ่มแรก ทำให้การเคลือบผิวมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ลดข้อด้อยของการใช้สารเคลือบผิวชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงอย่างเดียว เช่น การใช้อะคาเซียกัมผสมกับกลีเซอรอลโมโนสเตียเรต ซึ่งนอกจากจะช่วยป้องกันไอน้ำได้ดีแล้วยังทำให้กลิ่นเหม็นหืนลดลงอีกด้วย

สำหรับสารเคลือบผิวที่ใช้กับส้มสายน้ำผึ้งนั้น ควรเป็นสารเคลือบผิวที่มีคุณสมบัติในด้านความมันวาว ลดการสูญเสียน้ำรวมถึงยอมให้ก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ซึมผ่านได้ ทำให้ลักษณะปรากฏเมื่อมองเห็นด้วยตาเปล่าดีขึ้น ยืดอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น (Hulme, 1971) ตัวอย่างสารเคลือบผิวที่นิยมใช้ในทางการค้า เช่น พอลิเอทิลีน (polyethylene wax) คาร์นูบาแวกซ์ (carnauba wax) แคนเดลิลาแวกซ์ (candelilla wax) หรือเชลแล็ก (shellac) เป็นต้น (Hagenmaier and Baker, 1994) นอกจากนี้ Sta-fresh เป็นสารเคลือบผิวอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้กับส้มหลังเก็บเกี่ยว รายงานการใช้สารเคลือบผิวชนิดนี้ เช่น วิกันดา (2541) พบว่าการใช้ Sta-fresh 310 ความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ กับผลส้มหลังการเก็บเกี่ยวสามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก อัตราการหายใจ และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคได้ดี โดยไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และคุณภาพของผลส้ม ขณะเดียวกันวาสนา (2547) พบว่าการใช้ Sta-fresh 360 ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ กับผลส้มสายน้ำผึ้งหลังการเก็บเกี่ยวช่วยลดการเกิดโรค การสูญเสียน้ำหนัก และสามารถเก็บรักษาผลส้มได้นาน 15 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส)

**ความสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว**

การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งมีสาเหตุมาจากปัจจัยหลายประการด้วยกัน (จิรา, 2534) คือ

1. ระยะเวลาเก็บเกี่ยวไม่เหมาะสมหรือวิธีการเก็บเกี่ยวไม่ถูกต้อง ทำให้คุณภาพลดลง
2. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวหรือสภาพในการเก็บรักษาไม่เหมาะสม ทำให้คุณภาพของผลไม้เปลี่ยนแปลงไปไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค
3. ขาดการควบคุมแก๊สเอทธิลีนที่มีประสิทธิภาพ ผลไม้สุกเร็วเกินไปก่อนถึงมือผู้บริโภค
4. การขนส่งที่ไม่ดี มีการซ้อนทับกันมากจนเกินไป ทำให้ผลผลิตเกิดการชอกช้ำหรือบาดแผลได้ง่าย
5. การรบกวนของโรคและแมลงหลังการเก็บเกี่ยว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**โรคหลังการเก็บเกี่ยวของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง**

ความเสียหายเนื่องจากโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้ส่วนใหญ่จะเกิดจากการเน่าเสีย ซึ่งเกิดจากเชื้อโรคสร้างเอนไซม์ออกมาย่อยเพคตินซึ่งเป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อผลไม้ ทำให้เซลล์ของผลไม้แยกออกจากกัน เนื้อเยื่อเกิดการยุบตัวลงและนิ่มเละ นอกจากนี้เชื้อโรคยังอาจสร้างความเสียหายให้กับเซลล์ของผลไม้ทำให้เกิดความผิดปกติหรือตายได้ โดยเชื้อโรคอาจเข้าทำลายหรือปนเปื้อนมากับผลิตผลตั้งแต่ช่วงการเจริญของผลิตผลที่ยังอยู่ในสวนหรือเข้าทำลายผ่านบาดแผลที่เกิดจากกระบวนการเก็บเกี่ยวหรือการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ตัวอย่างโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญของส้มสายน้ำผึ้ง เช่น โรคราเขียว หรือโรคราสีน้ำเงิน เกิดจากเชื้อรา *Penicillium* sp. โรคราสีน้ำตาลเกิดจากเชื้อรา *Phytopthora* sp. หรือโรคแอนแทรคโนส เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum* sp. เป็นต้น (ดนัย, 2543)

**ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง**

1) **สภาพและคุณภาพของผลไม้** ความอ่อนแอต่อโรคหลังการเก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับลักษณะทางสรีรวิทยาและสัณฐานวิทยาของผลไม้ ไม่ว่าจะเป็นรูปร่างของผลิตผล pH ของเนื้อเยื่อ องค์ประกอบทางเคมีของผลไม้ การสุก - แก่ ส่วนประกอบของผนังเซลล์ ปริมาณของเลนติเซล ความสามารถในการซ่อมแซมรอยแผล นอกจากนี้ความสามารถในการสร้างสารที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคของเซลล์ผลไม้ก็จะลดลงเช่นเดียวกัน เชื้อโรคจึงเข้าทำลายผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวได้โดยง่าย (อรรณพ, 2532) ส้มสายน้ำผึ้งเมื่อยังไม่สุกมากนักจะมีความแน่นเนื้อมาก แต่เมื่อส้มสายน้ำผึ้งมีความแก่สมบูรณ์และสุกมากขึ้น ความแน่นเนื้อมีแนวโน้มลดลง โครงสร้างของผนังเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม องค์ประกอบของแป้งจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นน้ำตาลมากขึ้น ซึ่งเป็นอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เชื้อโรคจึงเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว (ดนัย, 2543)

2) **ปริมาณและชนิดของเชื้อโรค** เชื้อโรคมักเฉพาะเจาะจงกับการเข้าทำลายผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว ความรุนแรงในการสร้างความเสียหายขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของเชื้อโรค (อรรณพ, 2532) โดยแบ่งการเข้าทำลายออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การเข้าทำลายผ่านช่องเปิดตามธรรมชาติหรือทางบาดแผลที่ปรากฏบนผลไม้และการเข้าทำลายผ่านทางคิวติเคิลโดยปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยทำลายผนังเซลล์ของผลิตผล (จริงแท้, 2546)

3) **สภาพแวดล้อม** สภาพแวดล้อมในระหว่างการเก็บเกี่ยว การขนส่ง การคัดบรรจุ การเก็บรักษา ตลอดจนการวางจำหน่ายล้วนมีผลกระทบต่อการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว โดยมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ความชื้นและสภาพบรรยากาศในระหว่างขั้นตอนต่างๆ

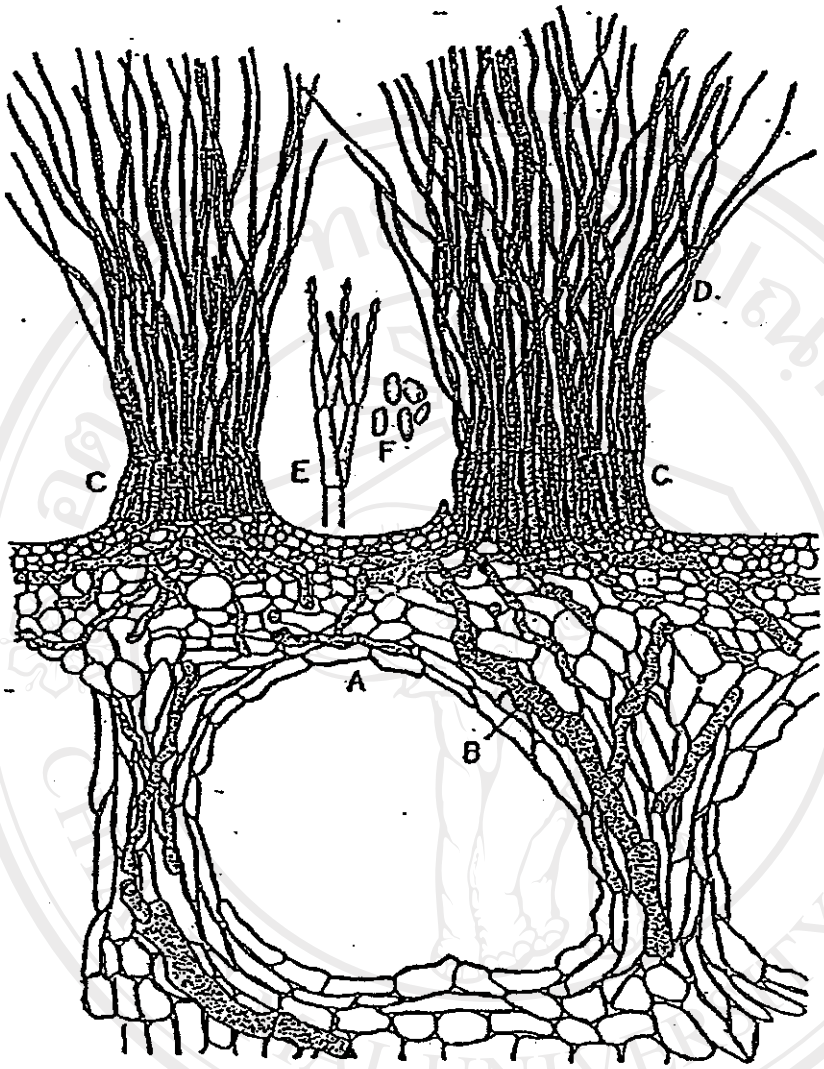
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งหากสภาพดังกล่าวเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อโรค เชื้อโรคย่อมสร้างความเสียหายให้กับผลไม้ได้มาก (สายชล, 2528)

โรคราเขียว

โรคราเขียวเป็นโรคที่สร้างความเสียหายกับส้มสายน้ำผึ้งหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญมีเชื้อสาเหตุมาจาก *Penicillium digitatum* Sacc (Palou *et al.*, 2001; Obagwu and Korsten, 2003) เชื้อรามีก้านชูสปอร์ขนาดเล็ก มีความยาวประมาณ 70 - 150 ไมโครเมตร ผนังบางและเรียบ เมื่อเชื้อราโตเต็มที่จะแตกกิ่งก้าน 2 - 3 กิ่ง phialides มีลักษณะเป็นรูปขวดค่อนข้างรีหรือทรงกระบอก ขนาดประมาณ 6-8 ไมโครเมตร ผนังเรียบและต่อกันเป็นโซ่ เมื่อเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Czapek Yeast Extract Agar (CYA) โคโลนีจะมีลักษณะแบน ผิวหน้ามีลักษณะคล้ายกำมะหยี่หรือเป็นปุยฟู เส้นใยมีสีขาว สปอร์มีสีเขียวอมเทาหรือสีเขียวมะกอก พื้นหลังของโคโลนีมีสีน้ำตาลอ่อนหรือขาวขุ่น เมื่อเลี้ยงเชื้อราชนิดนี้ให้เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Malt Extract Agar (MEA) โคโลนีจะมีลักษณะแบนและค่อนข้างบาง ผิวหน้ามีลักษณะคล้ายกำมะหยี่ สปอร์มีสีเขียวอมเหลือง พื้นหลังของโคโลนีมีสีน้ำตาลอ่อนหรือขาวขุ่น (Pitt and Hocking, 1997) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราชนิดนี้อยู่ระหว่าง 20 - 25 องศาเซลเซียส แต่เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส การเจริญของเชื้อราจะช้ามาก (Beattie *et al.*, 1989) เชื้อ *P. digitatum* สามารถเข้าทำลายผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวได้หลายทาง เช่น ทางบาดแผลที่เกิดจากลักษณะผิดปกติทางสรีรวิทยาหรือรอยขูดขีดต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บเกี่ยว โดยบาดแผลที่ลึกจะแห้งยากมักเกิดโรคง่ายกว่าแผลตื้น นอกจากนี้สภาพแวดล้อมที่เกิดอันตรายต่อสรีระของผักและผลไม้ เช่น อุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม ปริมาณแก๊สออกซิเจนหรือความชื้นมากเกินไป ก็เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้ง่าย (จิรา, 2534) ดนัย (2543) ได้อธิบายการเข้าทำลายของโรคราเขียวกับส้มสายน้ำผึ้งหลังการเก็บเกี่ยวดังนี้ เมื่อเชื้อราจะเข้าทำลายผลส้มจะทำให้เกิดจุดฉ่ำน้ำที่เปลือก หลังจากนั้นแผลจะขยายออกเป็นวงกว้าง เปลือกจะนิ่มลง ส่งผลทำให้คุณภาพของเนื้อและน้ำในผลส้มเสียไป เชื้อโรคจะสร้างเส้นใยสีขาวขึ้นก่อนหลังจากนั้นจะมีสปอร์สีเขียวเกิดขึ้นตามมาภายหลัง ปัจจัยสำคัญที่มีผลอย่างยิ่งต่อการเข้าทำลายของเชื้อ *P. digitatum* บนผลส้มสายน้ำผึ้งคือ จำนวนสปอร์ของเชื้อราและความลึกของบาดแผล โดยบาดแผลที่มีความลึกเพียงชั้น flavedo หรือบริเวณส่วนนอกสุดของเปลือกอัตราการเข้าทำลายจะต่ำกว่าบาดแผลที่ลึกจนถึงชั้น albedo (2 - 3 มิลลิเมตร) ซึ่งเป็นบริเวณส่วนสีขาวคล้ายฟองน้ำของชั้นเปลือกหุ้มผล เชื้อราจะสร้างเส้นใยติดอยู่กับเปลือกส้มและฟุ้งกระจายในอากาศได้ง่าย (Eckert and Brown, 1986) ดังแสดงในภาพที่ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**ภาพ 2** ผิวส้มและลักษณะการทำลายของเชื้อรา *Penicillium digitatum*

A คือ ต่อมน้ำมัน D คือ ก้านชูสปอร์

B คือ เส้นใยของเชื้อรา E คือ สปอร์ที่เกิดตรงตำแหน่งของเส้นใย

C คือ ลักษณะของแผลที่เป็นตุ่ม F คือ สปอร์

(ที่มา : Fawcett, 1936)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว**

เป็นการทำให้ผลผลิตอยู่ในสภาพที่ยากต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรค แยกแนวทางปฏิบัติได้ 3 วิธีคือ

1. **การควบคุมทางกายภาพ** เป็นการควบคุมที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ ความชื้น สภาพบรรยากาศ จุดประสงค์เพื่อทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะต่อการเจริญของเชื้อโรค ขณะเดียวกันยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผลให้ยาวนานขึ้น (ดนัย, 2543) ตัวอย่างเช่น Porat *et al.* (2000) ได้ศึกษาผลของน้ำร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงการเน่าของส้ม (*Citrus paradisi* Macf.) โดยนำผลส้มที่ผ่านการปลูกเชื้อ *P. digitatum* แล้ว 24 ชั่วโมง มาจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 20 วินาที หลังจากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน พบว่าการใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 56 องศาเซลเซียส สามารถลดการเน่าของผลส้มได้ 80% และยังสามารถลดจำนวนของจุลินทรีย์รวมบนผิวส้มได้ถึง 76% โดยไม่ทำให้ผิวส้มได้รับความเสียหาย นอกจากนี้ Fallik *et al.* (1999) รายงานถึงการใช้ น้ำร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ กับพริกไทย (*Capsicum annuum* L., cv. 1195) หลังการเก็บเกี่ยวภายหลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90% เป็นเวลา 14 วัน และนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน พบว่า การจุ่มพริกไทยในน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วินาที สามารถลดการเน่าได้ดีและไม่ทำให้ผลพริกไทยได้รับความเสียหาย

2. **การใช้วิธีทางชีววิธี** เป็นวิธีที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อทดแทนการใช้สารเคมี เพื่อลดความเสี่ยงในเรื่องพิษตกค้างซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค สามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ การใช้ประโยชน์จากเชื้อปฏิปักษ์และการใช้สารที่ได้จากธรรมชาติในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคหลังการเก็บเกี่ยว ตัวอย่างเช่น การใช้ยีสต์ *Debaromyces hanseneii* ควบคุมเชื้อ *Penicillium* spp. หรือการใช้สารระเหยจากพืช เช่น การใช้สารระเหยจากท้อในการยับยั้งการเจริญของ *Monilinia fruiticola* เป็นต้น (จริงแท้, 2546) ตัวอย่างเช่น ขจีวรรณ (2547) รายงานถึงการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์เพื่อควบคุมโรคราเขียวบนผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่า การจุ่มผลส้มใน washed cell suspension ของจุลินทรีย์ *Bacillus subtilis* ก่อนปลูกเชื้อราเขียว มีประสิทธิภาพยับยั้งการเกิดโรคบนผลส้มโดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และการบริโภคของผลส้มเมื่อเทียบกับชุดควบคุม

3. **การใช้สารเคมี** แบ่งออกได้ 2 วิธี คือ รมควันและใช้ในรูปของสารละลายในน้ำหรือในสารเคลือบผิว สารเคมีที่ใช้ต้องมีประสิทธิภาพสูง ราคาไม่แพง ไม่เป็นอันตรายต่อผักและผลไม้ และไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (สายชล, 2528) สารเคมีที่ใช้ในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว สามารถจำแนกได้ 3 ประเภท (จริงแท้, 2542) คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**3.1) สารที่ใช้ทำความสะอาด** เป็นสารที่ใช้กำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมาที่ผิวของผลิตผล เช่น คลอรีน ฟอร์มาลดีไฮด์ หรือเป็นสารที่อยู่ในรูปแก๊ส เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โอโซน

**3.2) สารที่ใช้ในการป้องกันยับยั้งการงอกของสปอร์หรือการเจริญของเส้นใย** เช่น โปแตสเซียมซอร์เบท ไบฟีนิล อิมาซาลิล

**3.3) สารที่ใช้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคซึ่งนิยมใช้ร่วมกับวิธีการอื่นๆ** เช่น การใช้แอลกอฮอล์ร่วมกับการให้ความร้อน

การผลิตส้มสายน้ำผึ้งส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมใช้สารกำจัดเชื้อราในการควบคุมโรคหลังเก็บเกี่ยว โดยใช้ในรูปของการผสมกับน้ำแล้วฉีดพ่นไปบนผลิตผลหรือวิธีแช่ไปบนผลิตผล (อรรณพ, 2532) ตัวอย่างสารเคมีประเภทนี้ เช่น ไบฟีนิล (Biphenyl) เบนซิมิดาโซล (Benzimidazole) อิมาซาลิล (Imazalil) เป็นต้น (ดนัย, 2543) ดังเช่นการทดลองของ Diaz *et al.* (1987) พบว่า Imazalil และ Prochloraz ความเข้มข้นสูงกว่า 100 ppm สามารถควบคุมเชื้อรา *Penicillium* ของส้มได้ นอกจากนี้ Holme (1999) พบว่าเมื่อ pH มีค่าอยู่ระหว่าง 5.1 - 5.9 Imazalil มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อ *Penicillium digitatum* และ *P. italicum* เพิ่มมากขึ้น แต่การใช้สารกำจัดเชื้อราอาจมีผลเสียในเรื่องของสารตกค้างและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ดังนั้นจึงมีการพยายามใช้วิธีการอื่นเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารกำจัดเชื้อรา เช่น การใช้สารเคมีประเภท GRAS (Generally Recognized As Safe) ซึ่งเป็นสารเคมีที่ได้รับการพิจารณารับรองว่าสามารถใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหารได้อย่างปลอดภัย (Burdock and Carabin, 2004) ได้ถูกนำมาใช้เพื่อควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวมากขึ้น เพื่อลดการใช้สารกำจัดเชื้อราซึ่งอาจมีฤทธิ์ตกค้างและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค การนำสารเคมีมาใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหารให้ได้ผลดีควรคำนึงถึงคุณสมบัติดังต่อไปนี้ (สุวิมล, 2545)

1. สารเคมีที่ใช้ต้องมีความปลอดภัยสูง กรณีที่เกิดการปนเปื้อนในอาหารหรือเปื้อนร่างกายคนก็ไม่มีอันตราย
2. สามารถฆ่าเชื้อได้หลายชนิด มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อรุนแรง
3. มีเสถียรภาพทางเคมีสูง และฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อไม่ลดลงได้ง่ายแม้จะมีสิ่งสกปรกปนเปื้อนอยู่
4. เป็นสารที่ไม่ทำให้วัสดุที่ใช้ทำเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ สึกกร่อน
5. ประหยัดและใช้งานง่าย
6. ไม่เป็นปัญหาต่อการกำจัดน้ำเสียและปัญหาเรื่องการปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้วัตถุเจือปนอาหาร**

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

**การใช้กรดเป็นวัตถุเจือปนในอาหาร**

การใช้กรดในอุตสาหกรรมอาหารเป็นที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณสมบัติหลายประการด้วยกัน เช่น ควบคุมความเป็นกรดด่าง ยับยั้งการงอกของสปอร์ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ทำหน้าที่เป็นสารจับโลหะ ช่วยปรับปรุงกลิ่นรสหรือเนื้อสัมผัสของอาหาร ช่วยเพิ่มสารอาหารหรือทำให้อาหารมีความคงตัว เป็นตัวทำละลายในอาหารจำพวก เนยแข็ง เป็นต้น (Doores, 1983) ตัวอย่างกรดที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น กรดอะดิปิก กรดเบนโซอิก กรดซิตริก กรดแล็กติก กรดอะซิติก กรดเปอร์อะซิติก เป็นต้น

**กรดอะซิติก ($CH_3COOH$)**

กรดอะซิติกหรือกรดเอทาโนอิก เป็นกรดที่มีลักษณะเป็นของเหลวใสหรือเป็นผลึกมีกลิ่นฉุนเฉพาะตัวสามารถรวมตัวกับน้ำ แอลกอฮอล์ หรืออีเทอร์ได้ดี การผลิตกรดอะซิติกในอุตสาหกรรมจะอาศัยกระบวนการหมักซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอน (นงลักษณ์และปรีชา, 2541; กิตติพงษ์, 2541) คือ

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

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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การหมักแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติก (Acetic fermentation) เป็นการหมักแบบใช้ออกซิเจนโดยแบคทีเรีย *Acetobactor* sp. เปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติก ที่อุณหภูมิประมาณ 15 - 34 องศาเซลเซียส ดังสมการ

$$\underset{\text{แอลกอฮอล์}}{C_2H_5OH} + O_2 \longrightarrow \underset{\text{กรดอะซิติก}}{CH_3COOH} + H_2O$$

กรดอะซิติกเป็นส่วนประกอบหลักในการผลิตน้ำส้มสายชู ช่วยปรับปรุงกลิ่นรสของอาหาร พร้อมทั้งช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น (ศิวาพร, 2520) ตัวอย่างการใช้กรดชนิดนี้ เช่น Sholberg and Gaunce (1996) พบว่า การรมกรดอะซิติกกับผลไม้จำพวก ท้อ เชอร์รี่ เอพริค็อท ภายหลังการเก็บเกี่ยวสามารถทำลายสปอร์ของเชื้อรา *Monilinia fructicola* และ *Rhizopus stolonifer* บนผลผลิตได้ ขณะเดียวกัน Pampulha and Dias (2000) รายงานว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นกรดอะซิติกให้กับอาหารเลี้ยงเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* จะมีผลทำให้ maximum specific growth rate และ yield coefficient มีแนวโน้มลดลง นอกจากนี้ เบญจมาภรณ์ (2548) ได้เปรียบเทียบการใช้กรดอินทรีย์ 6 ชนิด ได้แก่ กรด formic, acetic, citric, malic, ascorbic และsorbic ในการควบคุมราเขียวบนผลส้มสายน้ำผึ้ง พบว่าการใช้กรดอะซิติก ความเข้มข้น 1, 3 และ 5% สามารถลดการเกิดโรคราเขียวได้ดีโดยไม่ทำให้ผลส้มเกิดความเสียหาย จึงมีแนวโน้มที่ดีในการนำมาใช้ควบคุมโรคราเขียวในผลส้มหลังการเก็บเกี่ยว

**กรดเปอร์อะซิติก ($CH_3COOOH$)**

กรดเปอร์อะซิติกหรือกรดเปอร์ออกซีอะซีติกเป็นสารที่มีสูตรทางเคมีคล้ายกรดอะซิติกโดยมีออกซิเจนเพิ่มขึ้นมาในโมเลกุลหนึ่งอะตอม (สมศักดิ์และคณะ, 2543) สารละลายของกรดเปอร์อะซิติกจะประกอบไปด้วยส่วนผสมของสาร 3 ชนิด คือ กรดอะซิติก กรดเปอร์อะซิติก และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ดังสมการ (Kitis, 2004; Taverner, 2004)

$$\underset{\text{กรดอะซิติก}}{CH_3COOH} + \underset{\text{ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์}}{H_2O_2} \longrightarrow \underset{\text{กรดเปอร์อะซิติก}}{CH_3COOOH} + H_2O$$

กรดเปอร์อะซิติกมีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไดส์ที่แรงมาก เป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อโรค สามารถออกซิไดซ์เยื่อหุ้มที่เป็นไขมันและโปรตีน สร้างความเสียหายให้กับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กรดนิวคลีอิก (Shacoori *et al.*, 2006) ตัวอย่างรายงานการใช้กรดชนิดนี้ เช่น Mari *et al.* (1999) พบว่าการใช้กรดเปอร์อะซิติก ความเข้มข้น 500 µg/ml สามารถยับยั้งการงอกของโคนิเดียของเชื้อรา *Monilinia laxa* ขณะเดียวกัน Mari *et al.* (2004) รายงานว่า การจุ่มผลไม้จำพวก ท้อ เชอร์รี่ เอพริค็อทในกรดเปอร์อะซิติกความเข้มข้น 125 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นเวลา 1 นาที สามารถลดการเน่าเสียที่เกิดจากเชื้อรา *M. laxa* อย่างมีนัยสำคัญ

**การใช้เกลือเป็นวัตถุเจือปนในอาหาร**

เกลือส่วนมากมีลักษณะเป็นผลึกที่มีรูปร่างไม่แน่นอน มีคุณสมบัติในการดูดความชื้น (Pearson and Tauber, 1984) เกลือโดยทั่วไปเป็นอนุมูลของโซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม หรือแมกนีเซียม ที่ความเข้มข้นสูงจะเป็นพิษโดยตรงต่อแบคทีเรีย (Fabian and Winslow, 1929) เกลือจึงถูกนำเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารกันมากขึ้น คุณสมบัติของเกลือในการถนอมอาหารมีดังนี้ (ไพบูลย์, 2529; วาสนา, 2547)

1. ลดค่า water activity (aw) ของอาหารลง เนื่องจากไอออนของเกลือจะจับกับโมเลกุลของน้ำอิสระเกิดเป็น ion hydration น้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้จึงลดลง

2. ทำให้เกิดความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างน้ำภายในเซลล์และนอกเซลล์ของจุลินทรีย์ เกิดกระบวนการดีไฮเดรชันเป็นผลให้เซลล์ของจุลินทรีย์สูญเสียน้ำ

3. อนุมูลของเกลือบางชนิด เช่น โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม มีความเป็นพิษต่อเซลล์ของจุลินทรีย์

4. ขัดขวางการแลกเปลี่ยนออกซิเจนของเซลล์ทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตช้า

5. ทำให้คุณสมบัติของเอนไซม์ของจุลินทรีย์เปลี่ยนแปลง โปรตีนเสียสภาพ

6. ทำให้เนื้อสัมผัสของอาหารเกิดการเปลี่ยนแปลง อาหารมีลักษณะเหนียวเนื่องจากโปรตีนซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอาหารเกิดการจับตัวเป็นก้อน

7. เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านรสชาติและสีของอาหาร

**เกลืออะซิเตท**

ผลในการยับยั้งจุลินทรีย์บางส่วนจะขึ้นอยู่กับ pH ของตัวสารและบางส่วนขึ้นอยู่กับโมเลกุลของสาร (Zeuthen and Sorensen, 2003) เกลืออะซิเตทที่สามารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ เช่น โซเดียมอะซิเตท ($CH_3COONa$) โปแตสเซียมอะซิเตท ($CH_3COOK$) หรือแอมโมเนียมอะซิเตท ($CH_3COONH_4$) รายงานที่เกี่ยวกับการใช้เกลืออะซิเตท เช่น Hervieux *et al.* (2002) พบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อ V8-juice agar ที่ผสมเกลือโซเดียมอะซิเตทหรือแอมโมเนียมอะซิเตท ความเข้มข้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

0.2 M สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ การเจริญของไมซีเลียม การเจริญของโคนิเดียของเชื้อรา *Helminthosporium solani* สาเหตุโรค potato silver scurf นอกจากนี้ Lee *et al.* (2002) รายงานว่า เกลือโปแตสเซียมอะซิเตทสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียบางชนิดได้ เช่น *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* หรือ *Candida albicans*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved