

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 การทบทวนวรรณกรรม / สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

โรคหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยหอมทองก่อให้เกิดความเสียหายทั้งต่อปริมาณและคุณภาพของกล้วย ได้แก่ โรคข้าวหิวน้ำ โรคแอนแทรคโนส โรคเครือเน่า โรคข้าวผลเน่า และ โรคปลายผลเน่า โดยเชื้อสาเหตุของโรคส่วนใหญ่เป็นเชื้อราที่มีลักษณะของการทำลายแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ การเข้าทำลายแบบแฝง และการเข้าทำลายขณะเก็บเกี่ยวหรือหลังการเก็บเกี่ยว ในการเข้าทำลายแบบแฝงนั้น ผลกล้วยจะได้รับเชื้อราขณะที่ยังดิบอยู่ เชื้อราจะผ่านเข้าทางคิวดิเคิลโดยตรงและพักตัวในรูปของเส้นใยทำให้ยากต่อการควบคุม เมื่อกล้วยสุกเชื้อราจะเจริญทำให้อาการของโรคปรากฏขึ้นในภายหลัง ส่วนการเข้าทำลายในระยะเก็บเกี่ยวหรือหลังการเก็บเกี่ยวจะทำให้เกิดโรคทันทีหลังจากผลกล้วยได้รับเชื้อ การเข้าทำลายมักจะเกิดบริเวณบาดแผล โรคข้าวหิวน้ำจัดเป็นโรคที่สำคัญทางเศรษฐกิจของกล้วยอันดับต้นๆ และเป็นปัญหาที่สำคัญในการส่งออกกล้วยของประเทศไทย (เบญจมาศ, 2545) มีเชื้อราสาเหตุโรคหลายชนิด โดยเฉพาะเชื้อ *Colletotrichum musae*, *Botryodiplodia theobromae* และ *Fusarium pallidoroseum* ซึ่งเชื้อชนิดแรกเป็นเชื้อที่เข้าทำลายแบบแฝง ส่วนเชื้อสองชนิดหลังจะเข้าทำลายตรงแผลรอยตัดตรงโคนหวีที่แยกออกจากเครือ เมื่อเชื้อเข้าไปจะทำให้เนื้อเยื่อบริเวณนั้นเน่าเป็นสีดำ แล้วลุกลามเข้าสู่ก้านของผลและเนื้อของผลเกิดการเน่า และผลหลุดออกได้โดยง่าย และมักพบบริเวณรอยตัดโคนหวีจะปรากฏว่ามีเส้นใยสีต่างๆ ของเชื้อราสาเหตุของโรคเกิดขึ้นปกคลุมอยู่ (เบญจมาศ, 2545) การควบคุมโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวสามารถทำได้โดย การจัดการให้ผลิตผลคงความสมบูรณ์แข็งแรง ขาดต่อการเข้าทำลายของเชื้อ การทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีปริมาณน้อยหรืออ่อนแอลง และการจัดสภาพการเก็บรักษาให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ เช่น การควบคุมทางกายภาพ การใช้สารเคมี และการควบคุมโรคด้วยชีววิธี (Barkai-Golan, 2001)

Food additives หรือ วัตถุเจือปนอาหาร (ตามคำจำกัดความของคณะกรรมการโครงการมาตรฐานอาหาร FAO / WHO) หมายถึง สารซึ่งปกติมิได้ใช้เป็นส่วนประกอบหลักของอาหาร การเติมสารนั้นลงในอาหารเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น สารต้านเชื้อจุลินทรีย์ (กรดซอร์บิก กรดเบนโซอิก ethanol, sodium carbonate, sodium bicarbonate, potassium carbonate, potassium sorbat) สารต้านการเกิดสีน้ำตาล สารเพิ่มกลิ่นรส สารกันหืนและสารเสริมฤทธิ์สารกันหืน สีผสมอาหาร สารที่ใช้เพื่อปรับความเป็นกรด-ด่าง อิมัลซิไฟเออร์ สารป้องกันการรวมตัวกันเป็นก้อน หรือสารที่ใช้เพื่อช่วยให้องค์รูป (สถาบันอาหาร, 2550) ในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ Food additives ในการควบคุมโรคพืชก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว โดยเริ่มทดสอบประสิทธิภาพของสารในสภาพ in vitro ก่อน เช่น โซดรัส และคณะ (2550) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของ Food additives ในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum capsici* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของพริก พบว่า การใช้ potassium carbonate (PC),

sodium bicarbonate (SBC), sodium carbonate (SC) และ potassium sorbate (PS) ที่ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ 80.11 81.89 88.67 และ 71.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่า PC และ SC ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ สมบูรณ์ แสดงให้เห็นว่าสารเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะนำไปใช้ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของ พริกในแปลงปลูกต่อไปได้

สำหรับการใช้ Food additives ในการควบคุมโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวก็มีการศึกษากันในพืช ชนิดต่างๆ เช่น การใช้ Sodium carbonate (SC, Na_2CO_3 , soda ash), Sodium bicarbonate (SBC, NaHCO_3 , baking soda) และ ethanol ในการควบคุมโรคราสีเขียวและราสีน้ำเงินในเมลอน (Smilanick et al., 1995) และส้ม (Armito et al., 1977, Smilanick et al., 1997, 1999) พืช (Ogawa and Lyda, 1960) และองุ่น (Litcher et al., 2003) อย่างไรก็ตามควรใช้ในความเข้มข้นที่เหมาะสม เพราะหากใช้ที่ความเข้มข้นสูงอาจทำให้ผลผลิตได้รับความเสียหายได้ (Mlikota และ Smilnick, 1998) Fallik et al. (1997) รายงานว่า Sodium bicarbonate มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์แบบ fungistatic คือไม่ได้มีผล ทำลายเชื้อแต่ทำให้เชื้อชะงักการเจริญเติบโต โดยไปลด turgor pressure ของเซลล์ ทำให้เซลล์เกิดการ ยุบตัวลง สปอร์และเส้นใยเกิดการเหี่ยวยุบ ในขณะ Ethanol มีคุณสมบัติในการทำลายเชื้อหรือแบบ fungicidal (Larson และ Morton, 1991, Mishra, 1993)

การใช้ความร้อนในการควบคุมโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวมีมานานแล้ว โดยเฉพาะการจุ่มน้ำ ร้อนซึ่งมีเป้าหมายเพื่อการทำลายสปอร์ของเชื้อราและเพื่อทำลายเชื้อที่แฝงตัวอยู่ที่เซลล์ชั้นนอกของ ผลผลิตหรือที่เปลือก และต่อมาก็นำไปใช้ในการฆ่าแมลงด้วย ผักและผลไม้ส่วนใหญ่สามารถทนต่อน้ำร้อนได้ระหว่าง 50-60 องศาเซลเซียส นานถึง 10 นาที (Lurie, 1998) พบว่าการจุ่มน้ำร้อนสามารถ กระตุ้นหรือชักนำให้พืชต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ (Pavoncello et al., 2001) เช่น ส้ม (Rodov et al., 1995, Schirra และ D' hallewin, 1997) หรือการใช้อากาศร้อน (hot air) ก็มี รายงานว่าสามารถกระตุ้นความต้านทานโรคในมะเขือเทศต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา *Botrytis cinerea* (Lurie et al., 1997) และลดการเน่าเสียของแอปเปิลจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *P. expansum* (Fallik et al., 1995) การที่พืชต้านทานต่อเชื้อสาเหตุโรคได้หลังการจุ่มน้ำร้อนนั้น เป็นเพราะพืชมีการ ผลิตโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการต้านทานโรคขึ้น โดยสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ Heat shock proteins (HSPs) และ pathogenesis-related (PR) proteins (Pavoncello et al., 2001) HSPs เป็นกลุ่มของโปรตีน ที่มีความหลากหลาย มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 15 ถึง 115 KDa พบในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดเมื่อได้รับความ ร้อน และเชื่อว่ามีความสำคัญต่อการทนต่อความร้อน (thermotolerance) (Sabeheh et al., 1998) PR proteins พบได้ในพืชและมีบทบาทต่อต้านเชื้อสาเหตุโรคได้อย่างไม่จำเพาะเจาะจง เช่น chitinase และ beta-1,3-glucanase ซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งผนังเซลล์ของเชื้อราได้ พืชจะสร้างโปรตีนชนิดนี้เมื่อได้รับ เชื้อโรคหรืออยู่ในสภาพที่ถูกกระตุ้น (Bol et al., 1990, Van Loon และ Van Strien, 1999)

ประสิทธิภาพในการควบคุมโรคด้วยน้ำร้อนมีมากขึ้นเมื่อมีการเติมสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ลงในน้ำ โดยเฉพาะการใช้สารที่มีความปลอดภัย เช่น สารในกลุ่ม GRAS (generally recognized as safe) หรือ food additives ได้แก่ ethanol, sodium carbonate, sodium bicarbonate, potassium carbonate เป็นต้น (Lurie, 1998) นอกจากนี้การจุ่มน้ำร้อนในอุณหภูมิที่เหมาะสมมีผลช่วยชะลอการสุกของผลไม้ได้ โดยมีผลยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีน และผลไม้ก็ไม่ตอบสนองต่อเอทิลีนที่ให้ออกมาจากภายนอกเข้าไป (Seymour et al., 1987, Yang et al., 1990) ทั้งนี้เนื่องจากพืชสูญเสีย ethylene receptors หรือความสามารถในการส่งสัญญาณ (signal) ที่เกี่ยวข้องกับขบวนการสุก ความร้อนยังมีผลชะลอการอ่อนนุ่มของผลไม้ Ben Shalom et al. (1996) รายงานว่าผนังเซลล์ของแอปเปิลที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน จะมีปริมาณ insoluble pectin มากกว่า soluble pectin และมีปริมาณแคลเซียมที่ผนังเซลล์มากกว่าแอปเปิลที่ไม่ได้รับความร้อน (Lurie และ Klein, 1992) การอ่อนนุ่มของผลไม้ที่เกิดช้าลงนั้นอาจเป็นเพราะว่า เอนไซม์ polygalacturonase และ galactosidase ซึ่งทำหน้าที่ย่อยผนังเซลล์ถูกยับยั้ง (Lazan et al., 1989, Sozzi et al., 1996)

จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งในการควบคุมโรคมักได้ไม่ดีเท่ากับการผสมผสานวิธีการควบคุมโรคหลายๆ วิธีเข้าด้วยกัน ดังนั้นงานวิจัยในระยะหลังๆ จึงเน้นการควบคุมโรคแบบผสมผสาน เช่น Palou et al. (2002) พบว่าผลส้มพันธุ์ Clementine mandarins (ที่ปลูกเชื้อรา *Penicillium digitatum* และ *P. italicum*) ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 หรือ 50 องศาเซลเซียส เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถควบคุมการเน่าเสียที่เกิดจากเชื้อราสีเขียวและราสีน้ำเงินได้ ส่วนการใช้ Sodium carbonate ที่ความเข้มข้น 2-3 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการเน่าเสียได้เมื่อเปรียบเทียบกับ การจุ่มในน้ำ (ทรีตเมนต์ควบคุม) และพบว่าประสิทธิภาพของ Sodium carbonate ในการควบคุมโรคจะเพิ่มขึ้นเมื่อนำมาทำให้ร้อน โดยเฉพาะการจุ่ม Sodium carbonate ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 150 วินาที สามารถลดการเน่าเสียของผลส้มได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลส้ม

Karabulut et al. (2004) ได้ทำการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของสตอเบอรี่ที่เกิดจากการเชื้อรา *Botrytis cinerea* สาเหตุโรคราสีเทาแบบผสมผสาน โดยการฉีดพ่น Ethanol ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ ให้กับต้นสตอเบอรี่ก่อนการเก็บเกี่ยว 1 ชั่วโมง และหลังจากเก็บเกี่ยวมาแล้วจึงนำผลสตอเบอรี่มาจุ่มในน้ำร้อนที่ 55 และ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที พบว่าทำให้การเน่าเสียลดลงเหลือเพียง 3.4 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ทรีตเมนต์ควบคุมมีการเน่าเสีย 28.5 เปอร์เซ็นต์

Lurie et al. (2006) ได้คัดแปลงสภาพบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุให้มีไอของ ethanol ตลอดเวลา โดยแบ่งวิธีการทดสอบดังนี้ 1. จุ่มผลลงใน ethanol 50 เปอร์เซ็นต์ ก่อนบรรจุลงภาชนะ 2. หยด ethanol ลงบนไส้ตะเกียง แล้วเอาไปใส่ในภาชนะที่บรรจุลง 3. หยด ethanol ลงบนกระดาษ แล้วนำไปวางบนผลลงที่บรรจุอยู่ในภาชนะ จากนั้นปิดภาชนะแล้วนำไปเก็บที่ 0 องศาเซลเซียส นาน 6-8 สัปดาห์ และทำการตรวจวัดผลหลังจากนั้นมาไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน พบว่าทั้ง 3

วิธีการให้ผลในการควบคุมโรคผลเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *B. cinerea* ได้ดีกว่าการใช้ SO₂ releasing pad แต่การหยด ethanol บนกระดาษแล้ววางไว้บนผลองุ่นนั้นมีผลทำให้องุ่นงอกขึ้นเกิดสีน้ำตาล เนื่องจากในภาชนะบรรจุมีการสะสม acetaldehyde สูง

บรรจุภัณฑ์แอคทีฟเป็นนวัตกรรมการควบคุมองค์ประกอบของบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์หรือดัดแปลงสภาพบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุ ซึ่งโดยมากใช้สารประกอบเคมีที่มีสมบัติพิเศษในการดูดหรือคายก๊าซบางชนิด ได้แก่ สารดูดออกซิเจน สารดูดเอทิลีน สารดูดกลิ่น สารควบคุมความชื้น สารคายคาร์บอนไดออกไซด์ หรือสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ การทำงานของบรรจุภัณฑ์นี้ คือ วัสดุหรือฟิล์มที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์สามารถเกิดปฏิสัมพันธ์กับก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์และส่งผลถึงการปรับสภาพบรรยากาศอย่างต่อเนื่อง เช่น การลดปริมาณก๊าซ หรือ เพิ่มปริมาณก๊าซในบรรยากาศรอบๆ ผลผลิต ทำให้เกิดสมดุลที่ผลิตผลต้องการ และชะลอการเสื่อมสภาพของผลผลิตได้ บรรจุภัณฑ์แอคทีฟมีคุณสมบัติยอมให้ก๊าซที่เกิดจากกระบวนการหายใจผ่านเข้าออกได้สอดคล้องกับอัตราการสร้างก๊าซของผักและผลไม้ที่บรรจุอยู่ภายในบรรจุภัณฑ์ทำให้เกิดสภาวะบรรยากาศดัดแปลงแบบสมดุล หรือ Equilibrium Modified Atmosphere (EMA) ภายในบรรจุภัณฑ์ชนิดนี้จะมีก๊าซออกซิเจนในช่วงร้อยละ 5-10 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงร้อยละ 2-15 สามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพของผักและผลไม้ และยืดอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น 2-5 เท่า รวมทั้งรักษาความชื้นสัมพัทธ์ภายในบรรจุภัณฑ์ให้อยู่ระหว่างร้อยละ 95-99 จึงทำให้ผักและผลไม้จึงยังคงความสดอยู่ได้นาน ตัวอย่างผักที่เคยมีการทดสอบได้แก่ คื่นห่าน พริกขี้หนูสวน ข้าวโพดฝักอ่อน ผักกาดหอมห่อ และผักสลัด (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2548)