

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของสารล้างผิวที่มีผลต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลผลมะนาว

จากการศึกษาสารล้างผิวนิตต่างๆ ในผลมะนาวที่มีต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว เทียบกับผลมะนาวที่ไม่ได้ล้างผลและเก็บรักษาในตะกร้า แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิ 23 ± 2 องศาเซลเซียส)

1. อายุการเก็บรักษา

เมื่อพิจารณาอายุการเก็บรักษาและการเน่าเสียพบว่าการใช้ก๊าซโอ โโซน ช่วยทำให้ผลผลมะนาวมีอายุการเก็บรักษานานขึ้นและมีเปอร์เซ็นต์ การเน่าเสียน้อยกว่าการล้างผลด้วยคลอโรกซ์ จากการทดลองพบว่ามีแต่ผลมะนาวที่ล้างผลด้วยคลอโรกซ์ที่พบการเน่าเสียที่เกิดจากเชื้อรา ทั้งนี้เนื่องจากโอ โโซนมีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดซ์ โดยสามารถทำปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่าคลอรีน 52 เปอร์เซ็นต์ จึงสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และสิ่งมีชีวิตแขวนลอยในน้ำได้อย่างดี และสามารถฆ่าเชื้อได้ดีกว่าสารเคมีจำพวกคลอรีน คลอรีนออกไซด์ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (ชมพูนุศศักดิ์ และเทพพนม, 2540) และกรรมวิธีที่ใช้ คลอรีนล้างความเข้มข้นกับระยะเวลาการแช่สารล้างผลอาจไม่เหมาะสมกับสภาพผิวของผลมะนาวจึงทำให้ผิวของผลมะนาวเกิดความเสียหายและเน่าเสียเร็วกว่ากรรมวิธีล้างผลด้วยน้ำเปล่าและชุดควบคุม Hunt and Marinas (1999) รายงานว่าระยะเวลาและความเข้มข้นของ โอ โโซนมีผลต่อประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อ นอกจากนี้อุณหภูมิที่ลดลงมีผลทำให้โอ โโซนละลายได้ดี มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและโอ โโซนมีความคงตัวมากขึ้น (Kim et al., 1999)

2. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

จากการวัดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลผลมะนาว พบว่าเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นผลผลมะนาวที่ล้างด้วยสารต่างๆจะมีเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จากการทดลองพบว่าการล้างผลผลมะนาวด้วยคลอโรกซ์มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักมากที่สุดเพราะภายหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษากระบวนการต่างๆทางสรีระวิทยา และชีวเคมียังคงดำเนินอยู่ มีการคายน้ำหรือสูญเสียน้ำอันเนื่องมาจากการหายใจ โดยไม่ถูกแทนที่หรือทดแทน นอกจากนั้นการล้างผลด้วยสารละลายคลอโรกซ์น่าจะทำให้ชั้นไขหรือนวลตามธรรมชาติที่เคลือบผลไม่เสียหาย จึงทำให้



3. การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

เมื่อเก็บรักษาผลผลมะนาวเป็นระยะเวลานานขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ภาพที่ 17) เนื่องจากการสูญเสียน้ำไประหว่างการเก็บรักษา ทำให้ความเข้มข้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น (จริงแท้, 2540) และผลมะนาวเป็นผลไม้กลุ่ม non-climacteric fruit มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพียงเล็กน้อยและต้องใช้ช่วงระยะเวลานานมากในการเปลี่ยนแปลง (คณัย, 2534) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้มีค่าคงที่ใกล้เคียงกับผลผลมะนาวที่ไม่ได้ล้างผล ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผลมะนาวจัดเป็นผลไม้ชนิด non-climacteric fruit ซึ่งมีอัตราการหายใจและเมตาบอลิซึมภายในผลค่อนข้างคงที่ (สายชล, 2528ก) จึงมีการเปลี่ยนแปลงกรดภายในผลน้อย ปริมาณวิตามินซีที่มีลักษณะคงที่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เช่นเดียวกับกรดภายในผลผลมะนาว และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงทำให้สูญเสียวิตามินซีได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ (สายชล, 2528ข) ซึ่งระยะเวลาที่ทำการทดลองที่อยู่ในช่วงเดือนมกราคม อุณหภูมิห้องตอนกลางวันโดยเฉลี่ยประมาณ 23 ± 2 องศาเซลเซียส และตอนกลางคืน 18 ± 2 องศาเซลเซียส จึงทำให้การสลายตัวของวิตามินซีเป็นไปได้ช้า ปริมาณคลอโรฟิลล์เอและบีเมื่อมีการเก็บรักษานานขึ้นจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอและบีลดลง ทำให้สีเขียวของผลผลมะนาวหายไป ซึ่งโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ถูกสังเคราะห์ขึ้นและสลายตัวอยู่ตลอดเวลา แต่ในระหว่างการเสื่อมสลาย จะมีการสลายตัวมากกว่าการสังเคราะห์ทำให้คลอโรฟิลล์หมดไปใน

การทดลองที่ 2 ผลของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลผลมะนาว

นำสารล้างที่ได้ผลดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 คือการล้างผลด้วยสารละลายโอโซนมาใช้ในการทดลองที่ 2 และเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ชนิดต่างๆเทียบกับผลผลมะนาวที่ล้างผลแล้วไม่ได้เคลือบผิว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิ 26 ± 2 องศาเซลเซียส)

1. อายุการเก็บรักษา

จากการทดลองที่ 2 เคลือบผิวผลผลมะนาวด้วยสารเคลือบผิวต่างๆพบว่าผลมะนาวที่เคลือบผิวด้วยแคนเดลิลาที่มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 29 วัน ซึ่งมากกว่าผลมะนาวที่ไม่ได้เคลือบผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลผลมะนาวที่เคลือบผิวด้วยคาร์นูบาและกรดไมริสติกมีอายุการเก็บรักษาไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลมะนาวที่ไม่ได้เคลือบผิว ซึ่งสอดคล้องกับ วงเดือน (2546) ซึ่งเคลือบผิวส้มด้วย Johnson's wax และ ZIVDAR พบว่ามีอายุการเก็บรักษามากกว่าส้มที่ไม่ได้เคลือบผิว ไพรัตน์และคณะ (2536) พบว่า ไคโตแซนเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลมะนาวให้นานขึ้นและชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกของผลผลมะนาวจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองให้ช้าลงได้โดยสารเคลือบผิวไปช่วยลดอัตราการผ่านเข้าออกของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้กระบวนการเมตาบอลิซึมช้าลง ซึ่งการหายใจและการผลิตเอทิลีนมีผลต่อการสุกและการเสื่อมสภาพ (Ryall and Lipton, 1974) เช่นเดียวกับ Sornsrivichai *et al.* (1992) ซึ่งเก็บรักษาผลส้มเขียวหวาน โดยการห่อผลด้วยพลาสติก PVC สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 2 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง และ นาน 2 เดือนที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาการเกิดการเน่าเสียของผลพบว่าสารเคลือบผิวแคนเดลิลาและสารเคลือบผิวที่มีแคนเดลิลาเป็นส่วนผสมไม่พบการเน่าเสียของผล เพราะการเคลือบผิวผลผลมะนาวจะเป็นการทดแทนไขหรือนวลที่มีอยู่ในธรรมชาติที่น้อยลงหรือหายไปเนื่องจากขั้นตอนการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว (เพลินพิศ, 2548) และสารเคลือบผิวนี้นี้ทำให้เชื้อสาเหตุของโรคต่างๆากแก่การเข้าทำลายผลผลิต (นิธิยาและไพโรจน์, 2547)

2. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของการทดลองที่สองพบว่าเมื่อเคลือบผิวด้วยคาร์นูบามีเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักมากที่สุดและผลผลมะนาวที่เคลือบผิวด้วยแคนเดิลลาามีเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่นๆ เนื่องจากสารเคลือบผิวนั้นไปจำกัดการซึมผ่านของไอน้ำ ที่รูเปิดเปิดตามธรรมชาติในชั้น epidermis ทำให้ลดการสูญเสียน้ำได้ (จริงแท้, 2540 ; Hagenmaier and Baker, 1993) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารเคลือบผิวแต่ละชนิดด้วย ซึ่งคุณสมบัติในการป้องกันการสูญเสียน้ำหนักที่แตกต่างกันนี้อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่นเกิดจากองค์ประกอบทางเคมีของแว็กซ์ที่ใช้เคลือบแตกต่างกันและขนาดของโมเลกุลไม่เท่ากัน การที่โมเลกุลของน้ำระเหยผ่านแผ่นฟิล์มของสารเคลือบผิวออกมาได้ ต้องผ่านส่วนประกอบของโมเลกุลที่มีขั้ว (polar) โมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนที่เป็นโซ่ยาวมีความเป็น polar น้อยกว่าขนาดโซ่สั้น และมีโอกาสรวมกันอย่างเหนียวแน่นทำให้น้ำซึมผ่านได้น้อย (Bonting and de Pont, 1981) หรือ เกิดจากการที่สารเคลือบผิวเกาะผลผลมะนาวได้ไม่เท่ากัน เพราะความสามารถในการยึดเกาะนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะผิวพืช และ ลักษณะของสารเคลือบผิวเอง สิริพันธ์ (2531) ได้ทำการทดลองใช้ Samperfresh เคลือบผิวทุเรียนพบว่าให้ผลในการชะลอการเสื่อมคุณภาพได้ดี แต่ใช้ไม่ได้กับส้มเขียวหวาน (สุภาวดี, 2531) ทั้งนี้เพราะผิวส้มเป็นมันสาร Samperfresh จึงเคลือบผิวได้น้อยกว่าทุเรียน เช่นเดียวกับ Somsrivichai *et al.* (1990b) ใช้พลาสติก PVC ห่อผลสาลี่พันธุ์ Pien Pu ที่เคลือบผิวด้วย Tal Pro-long 1.2 เปอร์เซนต์ ช่วยลดการสูญเสียน้ำได้

จากการทดลองที่ 2 พบว่า ค่า L^* ของผลผลมะนาวที่เคลือบผิวด้วยแคนเดิลลาเพิ่มขึ้นซ้ำที่สุดหมายความว่าผลผลมะนาวที่เคลือบผิวด้วยแคนเดิลลานั้นมีการเปลี่ยนสีผิวเป็นสีเหลืองซ้ำที่สุด เพราะผิวสีเหลืองของผลผลมะนาวมีค่า L^* มากกว่าผิวผลผลมะนาวที่เขียว และเมื่อเก็บนานขึ้นไปอีกค่า L^* เริ่มลดลงอีกครั้งเพราะผลผลมะนาวเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ค่าสี a^* พบว่าผลผลมะนาวที่เคลือบผิวด้วยแคนเดิลลา และ สารเคลือบผิวที่ผสมด้วยแคนเดิลลามีการเปลี่ยนแปลงค่า a^* จากลบไปเป็นบวกซ้ำที่สุด หมายความว่า ผลผลมะนาวเปลี่ยนสีผิวเป็นสีเหลืองซ้ำที่สุดเช่นกัน เพราะค่า a^* เป็นลบมาจะมีความเป็นสีเขียวเยอะถ้าค่า a^* เป็นบวกหมายถึงวัตถุนั้นมีสีแดง ค่า b^* ก็ให้ผลเช่นเดียวกันคือ ผลผลมะนาวที่เคลือบผิวด้วยแคนเดิลลา และมีส่วนผสมของแคนเดิลลาจะมีค่า b^* เพิ่มขึ้นน้อยหมายความว่า สีผิวของผลผลมะนาวเปลี่ยนเป็นสีเหลืองซ้ำ เพราะค่า b^* ยิ่งมากวัตถุนั้นจะมีสีเหลืองมาก ซึ่งสอดคล้องกับค่า C^* ที่เพิ่มขึ้นและค่า hue (h^*) ที่ลดลง สอดคล้องกับการทดลองของ ไพรัตน์และคณะ (2536) และ สุทัศน์เทียม (2544) ทำการเคลือบผิวผลผลมะนาวด้วยไคโตแซนเข้มข้นสูงสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวได้ เช่นเดียวกับผลส้ม Hamlin และ Dancy

จากตารางที่ 25 พบว่าผลผลมะนาวที่เคลือบผิวด้วยแคนเดิลลามีการเกิดสีน้ำตาลน้อยที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารเคลือบผิวนั้นไปลดการทำงานของเอนไซม์โพลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) ที่อยู่ระหว่างช่องว่างของเซลล์และช่องว่างภายในเซลล์ที่ไหลออกมาเมื่อผลไม้เข้าสู่กระบวนการเสื่อมสภาพ (Underhill, 1992) และจากการทดลองนี้พบว่าเมื่อเก็บรักษานานขึ้นความแน่นเนื้อมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากกระบวนการเสื่อมสภาพของผลมะนาว สอดคล้องกับการทดลองในตารางที่ 27 พบว่า วันที่ 21 ของการเก็บรักษาผลผลมะนาวที่เคลือบผิวด้วยแคนเดิลลามีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด เนื่องจากสารเคลือบผิวจะไปจำกัดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่เข้าสู่ผล ทำให้ผลมีการเสื่อมชราช้าลง (สายชล, 2528ก) และปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในผลที่ต่ำจะไปยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีน ซึ่งมีผลต่อกระบวนการเสื่อมสภาพ (Yang, 1985) สอดคล้องกับการทดลองของ ชลิต (2540) พบว่ากล้วยไข่ที่เคลือบผิวมีความแน่นเนื้อมากกว่ากล้วยไข่ที่ไม่ได้เคลือบผิว และการเคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ด้วย Sta-fresh 30% , Citrus shine 40% ทำให้มะม่วงมีความแน่นเนื้อสูงกว่ามะม่วงที่ไม่ได้เคลือบผิวเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 16 วัน ที่อุณหภูมิ 12.5 องศาเซลเซียส (ธรรมภรณ์, 2534) เช่นเดียวกันกับการใช้ TAL-Prolong เคลือบผิวแอปเปิ้ลพันธุ์ McIntosh (Chu, 1986) และการใช้ โคโตแซนเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ เคลือบผิวแอปเปิ้ลพันธุ์ Rall's Janet สามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่าผลแอปเปิ้ลที่ไม่ได้เคลือบผิว (Yu and Dong, 1998) ในทำนองเดียวกันการใช้โคโตแซนเคลือบผิวสาลี่พันธุ์ Shinko ด้วย Samperfresh พบว่าสามารถชะลอการสูญเสียความแน่นเนื้อของผลได้เช่นกัน (JianMing *et al.*, 1997)

ปริมาณน้ำคั้นจากการทดลองพบว่าในวันที่ 21 ของการเก็บรักษาไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในวันที่ 3 และ 6 ซึ่งวันที่ 3 พบว่าผลผลมะนาวที่เคลือบผิวด้วยแคนเดิลลามีปริมาณน้ำคั้นมากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในวันที่ 6 พบว่าผลผลมะนาวที่เคลือบผิวด้วยคาร์นูบาามีปริมาณน้ำคั้นมากที่สุด แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษามากขึ้นพบว่าน้ำคั้นมี

3. การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

จากการทดลองที่ 2 วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก (ตารางที่ 31) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ สายชล (2528) ที่รายงานว่าสารเคลือบผิวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเคมีและปริมาณกรดอินทรีย์ในผลไม้แต่อย่างใด และในการทดลองที่ 2 นี้ปริมาณกรดภายในผลของผลมะนาวก็ค่อนข้างคงที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย พบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีในวันที่ 3 , 9 และ 15 โดยที่ปริมาณกรดภายในผลที่เคลือบผิวด้วยคาร์นูบาและมิคาร์นูบาเป็นส่วนผสมมีมากกว่าผลที่เคลือบผิวด้วยแคนเดลิลาและผลที่ไม่ได้เคลือบผิว ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ วิกันดา (2541) ที่รายงานว่าปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ของส้มเขียวหวานมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา เช่นเดียวกับปริมาณวิตามินซีที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละกรรมวิธี (ตารางที่ 32) Sumemnuue and Bayindirli (1994) พบว่าการเคลือบผิวสาลีพันธุ์ Ankara ด้วย Samperfresh และ Johnfresh ความเข้มข้น 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการลดลงของวิตามินซีได้ นอกจากนี้ส่วนประกอบของบรรยากาศในการเก็บรักษาที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำ จะลดการสูญเสียกรดแอสคอร์บิกได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดังนั้นการเคลือบผิวเป็นการจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซทำให้มีก๊าซภายในผลผลมะนาวน้อย จึงอาจช่วยชะลอการสูญเสียวิตามินได้ (Thomson, 1955) จากการทดลองที่ 2 การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์พบว่า เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้นคลอโรฟิลล์จะมีการสลายตัวลดลงเรื่อย (ตารางที่ 28 และ 29) และผลผลมะนาวที่เคลือบผิวพบว่ามีความไวต่อสลายตัวของคลอโรฟิลล์ช้ากว่าผลผลมะนาวที่ไม่ได้เคลือบผิว เนื่องมาจากการเคลือบผิวผลผลมะนาวจะไปลดปริมาณการผ่านเข้าออกของออกซิเจนทำให้ออกซิเจนภายในผลมีปริมาณต่ำและไปลดปฏิกิริยาการออกซิไดซ์ลงทำให้ พันธะคู่ในวงแหวน porphyrin ถูกทำลายช้ากว่าผลผลมะนาวที่ไม่ได้เคลือบผิว (จริงแท้, 2540 ; คณัย, 2540)

การทดลองที่ 3 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลผลมะนาว

จากการทดลองที่ 2 พบว่าสารเคลือบผิวแคนเดลิลาให้ผลการทดลองที่ดีที่สุดจึงนำมาทดลองหาความเข้มข้นที่เหมาะสมโดยเคลือบผิวด้วยแคนเดลิลาที่ความเข้มข้นต่างๆกันแล้วเก็บ

อายุการเก็บรักษานั้นเท่ากันทุกกรรมวิธีคือ 14 วัน ไม่มีผลที่เน่าเสียและมีเพียงกรรมวิธีที่ไม่ได้เคลือบผิวและเคลือบผิวด้วยแคนเดลิลา 30 กรัม ที่เกิดสีน้ำตาลขึ้นที่ผิว แต่ผลผลมะนาวที่เคลือบผิวด้วยแคนเดลิลา 30 กรัม มีสีน้ำตาลเกิดขึ้นที่ผิวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 14 (ตารางที่ 41) อาจเนื่องมาจากสูตรของสารเคลือบผิวดังกล่าวมีส่วนของแคนเดลิลาที่มากเกินไปทำให้ อนุภาคของสารเคลือบผิวไปปิดรูเปิดตามธรรมชาติของผิวผลทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซลดลง มีการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลสูงส่งผลให้เกิดความผิดปกติทาง สรีรวิทยาขึ้น (คณัยและนิธิยา, 2543) และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นจะเกิดการสูญเสีย น้ำของผลผลิต และความเครียดเพิ่มมากขึ้น อันเป็นสาเหตุทำให้เกิดการสังเคราะห์ สารประกอบฟีนอล ซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่จะเปลี่ยนไปเป็นควิโนนและทำให้สีผิวผลคล้ำลง (จริงแท้, 2540) โดยปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลของผลไม้ (browning reaction) สามารถเกิดได้จาก 2 สาเหตุ คือ เกิดเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) และเกิดจากปฏิกิริยาของสารอื่นที่ไม่ใช่เอนไซม์ (nonenzymatic browning reaction) ที่มีผลต่อสารประกอบฟีนอลที่มีอยู่ภายในผลทำให้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (Richardson and Hyslop, 1985)

และจากการทดลองที่ 3 นี้จะเห็นได้ชัดว่าความเข้มข้นของสารเคลือบผิวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลมะนาว โดยที่กรรมวิธีที่เคลือบผิวด้วยแคนเดลิลา 10 และ 20 กรัมมีการเพิ่มขึ้นของค่า L^* อย่างช้าๆ ช้ากว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้เคลือบผิวและเคลือบผิวด้วยแคนเดลิลา 30 กรัม (ตารางที่ 36) แสดงว่าสารเคลือบผิวช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลมะนาวได้ดีกว่าผลผลมะนาวที่ไม่ได้เคลือบผิว เช่นเดียวกับค่า a^* ผลมะนาวที่ได้รับการเคลือบผิวจะมีค่า a^* เป็นลบมากกว่าค่าหมายถึงผลมะนาวมีสีเขียวมากกว่าผลผลมะนาวที่ไม่ได้เคลือบผิว (ตารางที่ 37) เช่นเดียวกับค่าสี b^* ก็เป็นไปในทิศทางเดียวกัน (ตารางที่ 38) สอดคล้องกับค่า C^* ที่เพิ่มขึ้นและค่า $hue(h^*)$ ที่ลดลง และผลมะนาวที่เคลือบผิวผลด้วยแคนเดลิลา 20 กรัม ให้ผลการทดลองที่ดีที่สุด อาจเป็นเพราะ การเคลือบผิวผลไม้ทำให้จำกัดการผ่านเข้าออกของออกซิเจน ทำให้ออกซิเจนภายในผลน้อยลงคลอโรฟิลล์จึงสลายตัวช้า (จักรพงษ์, 2535) และถ้ามีความเข้มข้นมากเกินไปจะไปทำให้เกิดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลสูง ไปกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ pyruvic dehydrogenase และ alcohol dehydrogenase ทำให้เกิดกระบวนการหมัก ส่งผลทำให้เกิดการสะสมของอะซิตัลดีไฮด์และเอทิลแอลกอฮอล์ มีผลทำให้เปลือกผลมะนาวมีสีคล้ำลง (จริงแท้, 2540 ; คณัย, 2540 ; Ke *et al.*, 1990)

ผลผลมะนาวมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยผลผลมะนาวที่เคลือบผิวมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าผลผลมะนาวที่ไม่ได้เคลือบผิว ซึ่ง นิภา (2540) รายงานว่า การใช้สารเคลือบผิวในปริมาณที่เหมาะสมนั้นสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ และยังคงอัตราการหายใจภายหลังการเก็บเกี่ยวสอดคล้องกับรายงานของ ดนัยและนิธิยา (2543) ที่ใช้อิมัลชันอัตรา 1:4 เคลือบผิวทุเรียนพบว่าช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักจากผลผลิตได้ และ ชลิต (2540) ได้ใช้น้ำมันปาล์ม น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันถั่วลิสง สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยไข่ได้ ส่วนผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยที่เคลือบผิวด้วย Semperfresh ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ ชะลอการลดลงของน้ำหนักได้ดีกว่าที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (นิตยา, 2531) ส่วนมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เคลือบผิวด้วยไคโตแซนที่ความเข้มข้น 0.75 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด (วิเชียร, 2541) EL-Ghaouth *et al.* (1992) ทำการทดลองเคลือบผิวผลมะเขือเทศพบว่า ไคโตแซนที่ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าในแต่ละพืชมีความเหมาะสมของความเข้มข้นของสารเคลือบผิวแต่ละชนิดแตกต่างกัน

ส่วนในการวัดค่าอื่นๆ เช่น ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรด ปริมาณวิตามินซี ปริมาณน้ำคั้น และ ปริมาณคลอโรฟิลล์ พบว่าการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาคือวันที่ 14 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 42 – 48)

การเก็บรักษาผลผลมะนาวโดยการใช้สารเคลือบผิวแล้วนำมาเก็บรักษาไว้ ณ อุณหภูมิห้อง ยังไม่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลมะนาวได้ในระดับที่มีผลคุ้มค่าทางเศรษฐกิจอย่างเด่นชัด ดังนั้น การทดลองในอนาคต มีการเคลือบผิวผลผลมะนาวด้วยแคนเดลิลา 20 กรัมร่วมกับกรดไมริสติก 2.4 กรัม สารละลายแอมโมเนียม 6 มิลลิลิตร สารละลายเจลาตินในน้ำ (1:19) 420 มิลลิลิตร แล้วนำมาเก็บรักษาไว้ ณ อุณหภูมิต่ำเพื่อลดอัตราการหายใจของผลผลมะนาว ซึ่งน่าจะทำให้สามารถเก็บรักษาผลผลมะนาวได้นานขึ้น