สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของการเคลือบส้มเขียวหวานต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและคุณภาพ

Effect of coating on the physiology and quality of Thai tangerine

โดย

รศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ

RCH
SB
370.
.M31
ร222ผ
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 83887
วัน,เดือน,ปี 19 ก.ย. 2551

b 11984818
.....

คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปี 2550

บทคัดย่อ

การเคลือบส้มเขียหวานด้วยสารเคลือบที่มีชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบต่างกัน มีผลต่อความหนาของชั้นฟิล์มที่ได้ โดยความหนาของชั้นฟิล์มแปรตามความเข้มข้นของสารเคลือบ พบว่าส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากเชลแลคความเข้มข้น 100% มีความหนาของชั้นฟิล์มมากที่สุด และสารเคลือบจากไคโตซานเข้มข้น 0.2% มีความหนาของชั้นฟิล์มน้อยที่สุด ลักษณะการเกาะติดผิวของสารเคลือบทั้งสองชนิดไม่ต่างกัน แต่มีความสม่ำเสมอของฟิล์มต่างกัน และการใช้สารเคลือบผิวที่มีความเข้มข้นสูงทำให้ฟิล์มที่ได้มีการปิดทับช่องเปิดมากกว่า นอกจากนั้นส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากเชลแลคทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผล และปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำคั้นสูงกว่า ส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากไคโตซาน ซึ่งเกิดจากความหนาของฟิล์มที่เคลือบผิวส้ม การสูญเสียน้ำของส้มเขียวหวานเมื่อเคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากเชลแลคมีน้อยกว่าส้มเขียวหวานเคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากไคโตซาน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4^{0}ซ. แต่เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 30^{0}ซ. ส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากเชลแลคและไคโตซานมีการสูญเสียน้ำไม่ต่างกัน ส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากเชลแลคมีการเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัสมากกว่าส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากไคโตซาน นอกจากนั้นอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ ด้วย และการเคลือบผิวส้มเขียวหวานด้วยสารเคลือบจากเชลแลค และไคโตซาน ทำให้ปริมาณอะเซตาดีไฮด์ในน้ำคั้นมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการเคลือบผิวส้มด้วยสารเคลือบที่แตกต่างกันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และคุณภาพของส้มเขียวหวาน และการเก็บส้มเขียวหวานที่อุณหภูมิต่ำสามารถรักษาคุณภาพของส้มเขียวหวานได้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
สารบัญ	II
สารบัญตาราง	IV
สารบัญรูป	V
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 สารเคลือบผิวผลไม้	3
2.2 ประวัติการใช้สารเคลือบผลไม้	3
2.3 ผลของชนิดสารเคลือบที่มีผลต่อส้ม	5
2.4 ความหนาของสารเคลือบ	7
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	9
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	9
3.1.1 เครื่องมือ	9
3.1.2 วัตถุดิบ	9
3.1.3 สารเคมี	9
3.2 สถานที่ดำเนินงาน	9
3.3 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง	9
3.4 วิธีการดำเนินงาน	10
บทที่ 4 ผลการทดลอง	11
4.1 ผลของชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิวที่มีต่อความหนาของชั้นฟิล์ม	11

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 ชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ อะเซตาดีไฮด์ แอลกอฮอล์ การสูญเสียน้ำหนัก และคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของส้มเขียวหวาน..... 15

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง..... 20

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง..... 25

บรรณานุกรม..... 26

ภาคผนวก ก..... 33

ภาคผนวก ข..... 37

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลเมื่อเคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากไคโตซานและเซลแลคที่ความเข้มข้นต่างกันเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 30^{0}ซ.เป็นเวลา 15 วัน.....	15
4.2	ปริมาณอะเซตาดีไฮด์ และแอลกอฮอล์ในน้ำคั้นเมื่อเคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากไคโตซานและเซลแลคที่ความเข้มข้นต่างกัน เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 30^{0}ซ. เป็นเวลา 15 วัน.....	16
4.3	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับของน้ำส้มเมื่อเคลือบผิวด้วยสารเคลือบที่แตกต่างกัน และเก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 30 ^{0}ซ.....	19

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
4.1	ความหนาของชั้นฟิล์มที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้สารเคลือบผิวจากไคโตซาน และเซลแลค ที่ความเข้มข้นต่างกัน.....	12
4.2	ลักษณะการยึดเกาะบนผิวส้มของสารเคลือบจากไคโตซาน และเซลแลคที่ความ เข้มข้นต่างกัน.....	13
4.3	การปิดช่อง stoma บนผิวส้มของสารเคลือบจากไคโตซาน และเซลแลคที่ความ เข้มข้นต่างกัน.....	14
4.4	การสูญเสียน้ำหนักของส้มเมื่อเคลือบด้วยสารเคลือบจากไคโตซาน และเซลแลค ที่ความเข้มข้นต่างกัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4^{0}ซ.และ 30^{0}ซ.เป็นเวลา 15 วัน.....	17

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปริมาณการปลูกส้มเขียวหวานในประเทศไทยได้เพิ่มปริมาณขึ้นเป็นจำนวนมาก ในปี 2547 มีปริมาณผลผลิตจากส้ม 585,167 ตัน และได้เพิ่มเป็น 670,000 ตัน ในปี 2550 นับว่าเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญเชิงเศรษฐกิจต่อเกษตรกรผู้ผลิต ส้มเป็นผลไม้ที่จัดเป็นประเภท Non climacteric fruit ซึ่งจะเก็บเกี่ยวเมื่อผลมีความแก่สมบูรณ์ ดังนั้น ส้มจึงไม่เพิ่มความเปรี้ยว หวาน หลังจากเก็บเกี่ยว การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยว จึงมีผลต่อลักษณะทางคุณภาพ เช่น การเหี่ยว การเปลี่ยนสีผิวของเปลือก และการสูญเสียน้ำหนัก เกษตรกรผู้ผลิตจึงนิยมเคลือบผิวส้มด้วยสารประกอบที่มีส่วนผสมของไข เพื่อให้ส้มมีความใสแวววาว ดูเป็นส้มที่สด

การเคลือบส้ม เป็นการสร้างบรรยากาศดัดแปลงให้เกิดขึ้นภายในผลส้ม พบว่าผลไม้จะมีการหายใจลดลงเนื่องจากมีการลดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ ทำให้มีผลต่อการชะลอการเปลี่ยนแปลงอื่น เช่น ชะลอการเปลี่ยนสี พบว่าการเก็บผลไม้ในบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของคลอโรฟิลล์

ความหนาของสารเคลือบมีผลต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดภายในผลส้ม ชั้นฟิล์มที่หนามากทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภายในเป็นสภาพไร้อากาศ ซึ่งจะเกิดสารในกลุ่มอะเซตาดีไซด์ หรือแม้แต่การเกิดปริมาณแอลกอฮอล์ภายในส้ม ทำให้ส้มมีรสชาติที่เปลี่ยนไป

สารที่ใช้ในการเคลือบผลไม้แต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบที่ต่างกัน ทำให้มีผลต่ออัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ และการคายน้ำ ดังนั้นชนิดของสารเคลือบ และความหนาของสารเคลือบจึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และคุณภาพของส้มโดยตรง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของชนิด และความหนาของสารที่ใช้เคลือบส้มที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของส้ม ได้แก่ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผล สาร Acetaldehyde และ Ethanol ในน้ำคั้น และผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตการวิจัยนี้ เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และคุณภาพด้านประสาทสัมผัส เมื่อเคลือบผิวส้มส้มเขียวหวานโดยใช้ชนิดของสารเคลือบ และความหนาที่เคลือบผิวที่ต่างกัน

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นข้อมูลในการเลือกชนิด และความหนาของการเคลือบผิวส้มให้เหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกส้ม เพื่อให้ส้มมีคุณภาพที่ผู้บริโภคต้องการ

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สารเคลือบผิวผลไม้

ผลไม้โดยทั่วไปมีสารเคลือบผิวตามธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วยสารคิวติน (cutin) และไข (wax) อยู่รวมกันเรียกว่า คิวติเคิล (cuticle) โดยสารนี้มีหน้าที่ป้องกันการสูญเสียน้ำ และควบคุมการผ่านเข้าออกของก๊าซ สารเคลือบผิวตามธรรมชาติ มักสูญเสียไปในระหว่างการเก็บเกี่ยว การคัดเลือกขนาดและคุณภาพ การทำความสะอาด ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ และอ่อนแอต่อการทำลายจากศัตรูภายนอก (จริงแท้ ศิริพานิชม 2544) สารเคลือบผิวนอกจากช่วยลดการสูญเสียต่าง ๆ แล้วยังช่วยให้ผลผลิตมีความมันวาวดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคด้วย (ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2548) จากการหลุดออกไปของสารเคลือบผิวธรรมชาติระหว่างกระบวนการต่าง ๆ นั้นจึงมีการผลิตหรือสังเคราะห์สารเคลือบผิวเพื่อทดแทน

2.2 ประวัติการใช้สารเคลือบผลไม้

สารเคลือบผิวที่ใช้ในอดีต

Wax หรือ ไข ในตอนแรกจะหมายถึงเฉพาะขี้ผึ้ง แต่ในปัจจุบันจะรวมถึงสารต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติคล้ายไข ซึ่งจะรวมถึงสารจำพวกเรซินด้วย (Petracek, 1999) ชาวจีนรู้จักการนำขี้ผึ้งมาหลอมเพื่อใช้เพื่อใช้เคลือบผิวส้ม และมะนาว มาตั้งแต่ระหว่างศตวรรษที่ 12 ถึง 13 และชาวจีนยังรายงานว่าสารเคลือบที่ใช้สามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำให้ช้าลง และทำให้เกิดการหมักในผลไม้ (Baldwin, 1994) ในสหรัฐอเมริกาเริ่มใช้สารเคลือบผิวตั้งแต่ปี ค.ศ.1930 โดยในระยะแรกนำพาราฟินมาหลอมเพื่อเคลือบผิวผลไม้ แต่ตั้งแต่ปี ค.ศ.1940 มีการเปลี่ยนมาใช้สารละลายที่ได้จากเรซินจำพวกแชลแลคหรือครั่ง ส่วนสารเคลือบที่เป็นพวกอิมัลชั่นประเภทน้ำมันในน้ำมีการนำมาใช้เพื่อเคลือบผักและผลไม้ในช่วงปี ค.ศ.1950 (Kaplan, 1986) ในช่วงแรกสูตรของสารเคลือบมักมีพาราฟินเป็นส่วนผสมหลัก และมีการผสมไขชนิดอื่น ๆ เช่น คาร์นูบาแวกซ์ แคนเดลิลลาแวกซ์ แชลแลค น้ำมันจากพืช หรือ กรดไขมันชนิดต่าง ๆ สารอิมัลซิไฟเออร์ และสารลดแรงตึงผิว นอกจากนั้นยังมีการผสมสารกันเชื้อราในสารเคลือบผิวสูตรแรกด้วย การที่นำพาราฟินมาใช้เป็นสารเคลือบในช่วงแรกนี้เนื่องจากมีคุณสมบัติในการป้องกันการสูญเสียน้ำได้ดี แต่ไขชนิดอื่น ๆ ที่นำมาผสมนั้นมีคุณสมบัติที่ให้ความมันวาว (Baldwin, 1994) ซึ่งสารเคลือบที่ได้นี้ถูกนำมาใช้เพื่อลดการสูญเสียน้ำ และทำให้ผิวของผลไม้ที่ได้มีความเรียบและมันวาวระหว่างการเก็บรักษา (Hardenburg, 1967) สารเคลือบผิวที่ได้จากแชลแลคมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมผลไม้ตระกูลส้มนั้นมีจุดประสงค์เพื่อลดการสูญเสียน้ำ และเพิ่มความมันวาวของผิว (Kaplan, 1986; Grant

and Burns, 1994) ส่วนสารเคลือบที่ได้จากพวกปิโตรเลียม ที่ใช้เอทานอล หรือไอโซโพรพานอล เป็นตัวทำละลายไม่อนุญาตให้ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา เนื่องจากเหตุผลด้านความปลอดภัย และผลต่อสิ่งแวดล้อม (Hagenmaier, 1998a)

สารเคลือบผิวที่ใช้ในปัจจุบัน

สารเคลือบผิวที่มีใช้ในปัจจุบันมีมากมายหลายสูตรขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ ซึ่งเป็นผลมาจากคุณภาพของผลิตผลที่จะนำมาใช้เคลือบ และคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ต้องการ ผลไม้ตระกูลส้มเป็นผลไม้ที่ปกติแล้วมักนำมาเคลือบผิวเนื่องจากในกระบวนการผลิตมักมีการล้างทำให้สารเคลือบตามธรรมชาติหลุดออกจากผิว ซึ่งส่งผลให้เกิดการเหี่ยว และสูญเสียน้ำได้ง่าย (Wills *et al.* 1998) ส่วนประกอบของสารเคลือบผิวสำหรับผลไม้ตระกูลส้ม ประกอบด้วยแชลแลค หรือเรซินชนิดอื่นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาด (Grant and Burns, 1994) สารเคลือบที่ผลิตจากแชลแลคถูกเลือกใช้เพื่อปรับปรุงความมันวาวของผลไม้ ในปัจจุบันมีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซของผลไม้เมื่อใช้สารเคลือบที่ผลิตจากแชลแลค ขี้ผึ้ง คาร์นูบาแวกซ์ แคนเดลิลลาแวกซ์ ขี้ผึ้ง โพลีเอธิลีน และปิโตรเลียมแวกซ์ (Hagenmaier and Shaw, 1992; Hagenmaier and Baker, 1994a; 1994b; 1997; Hagenmaier, 1998b) และมักพบการผสมสารยับยั้งเชื้อราในส่วนผสมด้วย แต่ในสารเคลือบที่ใช้เคลือบผิวแอปเปิ้ล มักมีการผสมสารยับยั้งเชื้อราในปริมาณน้อยมากหรือไม่ผสมเลย เนื่องจากผิวของแอปเปิ้ลมักถูกรับประทานเข้าไปด้วย สารเคลือบผิวแอปเปิ้ลต้องไม่มีรสชาติ และส่วนผสมต่าง ๆ ที่ใช้ต้องได้รับการรับรองจากองค์การอาหารหารและยา ผลไม้จำพวกพีชมักใช้สารเคลือบที่ผลิตจากคาร์นูบาร์แวกซ์ มักไม่มีการผสมไขชนิดอื่น ๆ จุดประสงค์ของการเคลือบไม่ได้ต้องการป้องกันการสูญเสียน้ำมากนักเพราะผลไม้พวกนี้มักนำไปทำแห้ง ส่วนผักผลไม้จำพวกมะเขือเทศ พริกหวาน และมะเขือ มักเคลือบด้วยสารเคลือบที่มีน้ำมันแร่ (mineral oil) เป็นส่วนผสม (Baldwin, 1994; Grant and Burns, 1994) ในขณะที่สารเคลือบประเภทไขมัน และเรซิน มีข้อดีที่สามารถลดการสูญเสียน้ำได้ดี แต่ก็ทำให้เกิดสภาวะไร้ออกซิเจน (anaerobiosis) โดยการจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซ โดยเฉพาะสารเคลือบที่ได้จากเรซิน (แชลแลค และยางไม้) (Baldwin and Baker, 2002) แต่สารเคลือบที่ผลิตจากโพลีแซคคาร์ไรด์ หรือโปรตีน สามารถลดการสูญเสียน้ำได้น้อยกว่าแต่คุณสมบัติการแลกเปลี่ยนก๊าซซึ่งไม่ทำให้เกิดสภาวะไร้ออกซิเจนมีส่วนช่วยชลอการสุกของผลไม้ได้ (Baldwin, 1994; Baldwin and Baker, 2002) Hagenmaier and Baker (1996) พัฒนาสารเคลือบจากแคนดิลลิลาแวกซ์ เพื่อให้ได้สารเคลือบที่มีความมันวาวมากขึ้น แต่ไม่ทำให้เกิดสภาวะไร้ออกซิเจน แม้ว่าออกซิเจนจะลดลงก็ตาม ด้วยการผสมเจลลาติ หรือไฮดรอกซิโพรพิลเซลลูโลส ในสูตรสารเคลือบ

สารโพลีแซคคาร์ไรด์ที่นำมาผลิตสารเคลือบผิวผลไม้ ประกอบด้วย เซลลูโลส และอนุพันธ์ของสตาร์ช เพคติน คาราจีแนน อัลจิเนต อะการ์ กัมอราบิก กัมทากาแคนซ์ โลคัสบีนกัม กัวกัม

แซนแทนกัม เจลแลนกัม และไคโตซาน (Nisperos-Carriedo, 1994) สารเคลือบจากโพลีแซคคาร์ไรด์ ส่วนใหญ่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เคลือบผลไม้ และผลิตภัณฑ์ถั่ว (Baldwin, 1994) นอกจากนั้นยังมีการนำสารเคลือบที่ผลิตจากสตาร์ช และโปรตีนเซอิน มาเคลือบแอเปิลซึ่งผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจ (Bai *et al*, 2002) สารเคลือบจากสตาร์ชผลิตจากสตาร์ชประกอบด้วย มันฝรั่ง เด็กซ์ตริน กรดซิตริก กรดมาลิก เวย์โปรตีน กลีเซอรีน ไอโซโพรพานอล และน้ำ ซึ่งสารเคลือบที่ได้นี้มีคุณภาพด้านความมันวาวคล้ายกับสารเคลือบจากแซลแลค สารเคลือบที่รับประทานได้จากโปรตีนมักผลิตจากโปรตีนเซอิน (ข้าวโพด) กลูเตน (ข้าวสาลี) ถั่วเหลือง คลอลาเจน (เจลาติน) หรือโปรตีนจากนม ทั้งเวย์โปรตีนและเคซีน สารเคลือบจากโพลีแซคคาร์ไรด์ และโปรตีน มีคุณสมบัติในการจำกัดการแลกเปลี่ยนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดี แต่จำกัดการแลกเปลี่ยนน้ำได้น้อย (Baldwin and Baker, 2002) และมีรายงานการใช้ฟิล์มจากโปรตีนเซอินสามารถยับยั้งการสุกของมะเขือเทศได้ (Park *et al*, 1990) และมีการนำสารเคลือบจากโปตีนเซอินมาเคลือบแอปเปิ้ลเปรียบเทียบกับสารเคลือบจากคาร์นูบาแวกซ์ โพลีไวนิลอะซิเตรท และคาร์นูบาแวกซ์ผสมโพลีแซคคาร์ไรด์ ในคุณสมบัติการแลกเปลี่ยนก๊าซ และคุณภาพของแอเปิ้ลในด้านความมันวาว (Bai *et al*, 2002; 2003) และยังพบว่าการใช้สารเคลือบที่ประกอบด้วยโปรตีนเซอิน 10% กับโพไพลีนไกคอล 10% สามารถรักษาคุณภาพของแอปเปิ้ลได้ใกล้เคียงกับการเคลือบด้วยสารเคลือบจากแซลแลค (Bai *et al*, 2003)

การพัฒนาสารเคลือบที่เป็นไปได้ในอนาคต

ปัจจุบันมีความพยายามของนักวิจัยเพื่อหาส่วนผสมของสารเคลือบที่ต้องสัมผัสอาหารใหม่เพื่อใช้แทนแซลแลค (Bai *et al*, 2002) หรือ มอร์โฟลีน (morpholine) (Hagenmaier and Baker, 1997) การใช้สารควบคุมเชื้อยีสต์ และเชื้อราชีวภาพ หรือใช้สารสกัดจากพืชที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ผสมในสารเคลือบผิว (Potjewijd *et al*, 1995; McGuire and Hagenmaier, 1996; McGuire, 1999; Garcia-Mina *et al*, 2001; Tsao and Zhou, 2000) ซึ่งสารเคลือบที่ได้นี้มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้กับผลไม้ปลอดสารพิษ

2.3 ผลของชนิดสารเคลือบที่มีผลต่อส้ม

สารเคลือบผิวส้มในปัจจุบันมีมากมายหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน วัตถุประสงค์หลักของการเคลือบผิวนั้นเพื่อลดการสูญเสียน้ำ เพิ่มความมันวาว และเป็นตัวช่วยยึดเกาะสารกันเชื้อรา สารเคลือบผิวที่เหมาะสมต่อการเคลือบผิวผลไม้ต้องสามารถทำให้เกิดความมันวาวที่ดี และทำให้เกิดการสูญเสียน้ำที่ต่ำโดยไม่ทำให้เกิดกลิ่นที่ผิดปกติ (Davis and Hofmann, 1973).สารเคลือบผิวส้มที่นิยมใช้มีส่วนผสมของเชลแลคเป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งมีผลทำให้ส้มที่ได้มีความมันวาวสูง และสามารถจำกัดการผ่านเข้าออกของก๊าซ และน้ำได้มากกว่าสารเคลือบผิว

ชนิดอื่น (Hagenmaier and Shaw, 1991, 1992) แม้ว่าสารเคลือบผิวที่มีส่วนผสมของเชลแลคจะเป็นที่นิยมใช้กับผลไม้ตระกูลส้ม จากคุณสมบัติที่สามารถจำกัดการผ่านเข้าออกของก๊าซได้ดีนั้นก็ส่งผลกระทบต่อคุณภาพด้านกลิ่นรสของส้มที่ผ่านการเคลือบผิวด้วย

Baldwin *et al.* (1995) รายงานว่าสารเคลือบผิวที่เป็นเชลแลคเมื่อเคลือบส้มแล้วเก็บที่อุณหภูมิต่างกันมีผลทำให้ความเข้มข้นของก๊าซภายในผลเปลี่ยนแปลงโดยที่ออกซิเจนลดลง และคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น ความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำคั้นสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบที่เป็นโพลีแซคคาไรด์ นอกจากชนิดของสารเคลือบจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย เนื่องจากเมื่อเก็บส้มที่อุณหภูมิสูงทำให้ส้มมีการหายใจที่สูงขึ้นจึงทำให้ส้มต้องการใช้ออกซิเจนมากขึ้นด้วย

การเคลือบผิวส้มด้วยสารเคลือบเป็นสารผสมระหว่างโพลีเอทธิลีน คาเดลลิล่าแวกซ์ และเชลแลค พบว่าสารเคลือบที่มีส่วนผสมของสารที่แตกต่างกันมีผลต่อการผ่านเข้าออกของก๊าซออกซิเจนที่แตกต่างกัน และเมื่อนำส้มที่เคลือบผิวนี้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสผู้ชิมมีความรู้สึกว่าส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวที่มีการผ่านเข้าออกของออกซิเจนได้น้อยมีคุณภาพด้อยกว่าส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบที่มีการผ่านเข้าออกของก๊าซออกซิเจนได้มากกว่า โดยพบว่าสารเคลือบที่มีการผ่านเข้าออกของก๊าซออกซิเจนได้น้อยมีส่วนผสมหลักเป็นเชลแลค และยางไม้ และการเปลี่ยนแปลงด้านกลิ่นของส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบต่างชนิดกันนี้เกิดขึ้นเมื่อมีปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในผลน้อยกว่า 4% และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลมากกว่า 14% มีปริมาณเอทานอลในน้ำคั้นสูงกว่า 1500 ppm เมื่อเก็บส้มไว้นาน 7 วัน ที่อุณหภูมิ 15 ^{0}ซ. (Hagenmaier, 2002)

Hagenmaier and Shaw (2002) เปรียบเทียบผลของสารเคลือบผิวจากเชลแลค และสารเคลือบที่เป็นไขชนิดอื่น ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านสารให้กลิ่นในส้มสายพันธุ์ต่าง ๆ เช่น tangerine, tangelos และ orange พบว่าสารเคลือบที่มีแชลแลคเป็นส่วนประกอบทำให้สารให้กลิ่น และปริมาณเอทานอลในส้มสูงขึ้น แต่มีปริมาณของสารให้กลิ่นจะมีความแตกต่างกันซึ่งเกิดจากความแตกต่างของพันธุ์ส้ม และสารเคลือบเป็นไขชนิดอื่นมีการเพิ่มขึ้นของสารให้กลิ่นน้อยกว่า นอกจากนั้นยังแนะนำว่ากสารเคลือบผิวที่ทำให้มีความมันวาวสูงซึ่งทำจากเชลแลค และเรซินไม่เหมาะสมสำหรับใช้เคลือบผิวส้มเขียวหวาน

ส้ม Valencia เมื่อนำมาเคลือบผิวด้วยสารเคลือบที่ส่วนผสมของคาร์นูบาแวกซ์ เชลแลค หรือเรซิน แคนเดลลิล่าแวกซ์ และโพลีเอธิลีน มีผลทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลมีความแตกต่างกัน พบว่าส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบพวกเชลแลคหรือเรซินซึ่งทำให้มีความมันวาวสูงนั้น ทำให้ก๊าซออกซิเจนภายในผลมีปริมาณต่ำ และทำ

ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับสารเคลือบชนิดอื่น เนื่องจากสารเคลือบชนิดนี้ลดการผ่านเข้าออกของก๊าซได้ดี ซึ่งเป็นไปได้ที่ผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากสารเคลือบไปปิดช่องเปิดที่ผิวของผลไม้ (Hagenmaier, 2005)

การเปลี่ยนแปลงด้านสรีระวิทยาของส้มเขียวหวาน เช่น การสะท้านหนาว และการสูญเสียน้ำหนักนั้นเป็นข้อจำกัดของอายุการเก็บ และคุณภาพของส้ม โดยการเคลือบผิวส้มและการเก็บที่อุณหภูมิต่ำสามารถช่วยลดการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ได้ พบว่าส้มเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 5 ^{0}ซ ลดการเสื่อมเสียเนื่องจากการสะท้านหนาว และการสูญเสียน้ำหนักได้ นอกจากนั้นการเคลือบผิวส้มด้วยสารเคลือบจากโพลีเอธิลีนช่วยลดการเสื่อมเสียของส้มเนื่องจากการสะท้านหนาว (chilling injury) ได้ดีกว่าสารเคลือบจากเซลแลค ซึ่งผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากสารเคลือบจากโพลีเอธิลีนมีผลต่อการเกิดเอทานอล และอะเซตาดีไฮด์ น้อยกว่าสารเคลือบจากเซลแลค (Bajwa and Anjum, 2007)

สารเคลือบผิวประเภท wax-hydrocolloid ที่ผลิตจากแซนแทนกัม ผสมกับคาร์นูบาแวกซ์ เมื่อเคลือบผิวส้มแล้วทำให้สารเคลือบที่เกาะติดกับผิวแล้วมีลักษณะเป็นพื้นผิวที่ขรุขระไม่มีรูปแบบ แต่ถ้าเคลือบด้วยสารเคลือบที่ใช้ทางการค้าสารเคลือบจะเกาะติดกับผิวส้มในลักษณะที่เป็นแผ่น โดยผลที่ได้นี้ทำให้ส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผสมแซนแทนกัมมีปริมาณเอทานอล และอะเซตาดีไฮด์ ต่ำ และน้ำส้มที่ได้มีคุณภาพดีกว่าน้ำส้มที่คั้นจากส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบทางการค้า (Chen and Nissinovitch, 2000a) การผสมสารไฮโรคลอลอยด์ลงในสารเคลือบเซลแลค และคาร์นูบาแวกซ์ เป็นการช่วยลดข้อเสียของสารเคลือบทางการค้า เนื่องจากฟิล์มที่ได้มีโครงสร้างที่ไม่เป็นระเบียบ และเกิดฟิล์มมีรูปร่างไม่แน่นอนทำให้ stomata ถูกปิดทับน้อยลง ทำผลไม้ไม่เกิดการเสื่อมเสียทางสรีระวิทยา (Chen and Nissinovitch, 2000b, 2001)

Kantahan (2546) เคลือบผิวส้มด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1% เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 28 ^{0}ซ. เป็นเวลา 15 วัน พบว่าปริมาณเอทานอลในน้ำคั้นเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา และมีการสูญเสียน้ำ 11.58% ส่วนส้มที่ไม่เคลือบผิวมีการสูญเสียน้ำหนัก 12.36%

การเคลือบผิวส้ม murcott tangor ด้วยไคโตซานชนิดที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ สามารถรักษาคุณภาพของส้มหลังการเก็บเกี่ยว และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ โดยการเคลือบผิวด้วยไคโตซานนี้ทำให้ส้มมีค่า firmness สูง ไม่ทำให้ของแข็งที่ละลายได้ ค่าความเป็นกรด วิตามินซี มีการเปลี่ยนแปลง นอกจากนั้นยังทำให้มีปริมาณน้ำคั้นสูง และยังช่วยลดการเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อราได้ด้วย (Chien *et al*, 2007)

2.4 ความหนาของสารเคลือบ

การใช้สารเคลือบผิวเพื่อปรับสภาพบรรยากาศภายในของผัก และผลไม้มีการศึกษามานานกว่า 20 ปี ซึ่งการปรับสภาพบรรยากาศภายในของผลไม้นั้นขึ้นกับส่วนประกอบและคุณสมบัติ

ของสารเคลือบที่นำมาใช้ เช่น คุณสมบัติด้านการผ่านเข้าออกของน้ำและก๊าซ ความหนาของสารเคลือบ และการห่อหุ้มผิวของฟิล์มที่เกิดขึ้นหลังจากเคลือบ แต่ความรู้เกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นจากสารเคลือบมีไม่มากนัก และมีความเชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงของก๊าซที่เกิดขึ้นเนื่องจากคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของสารเคลือบ และปฏิกิริยาระหว่างสารเคลือบกับผิวของผลไม้ (Cisneros-Zevallos *et al*, 1994) อย่างไรก็ตามความหนาของสารเคลือบเป็นสิ่งที่ถูกนำมาพิจารณาว่ามีผลมาก เนื่องจากความหนาที่เกิดขึ้นเป็นการเพิ่มระยะทางที่ก๊าซจะซึมผ่าน หรือแพร่ออกมาจากผล (Ben-Yehoshua, 1967; Meheriuk and Lau, 1988; Hagenmaier and Shaw, 1992; Hagenmaier and Baker, 1994a; Park *et al.,* 1994a) การเปลี่ยนแปลงก๊าซภายในผลไม้ที่เคลือบผิวมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความหนา และความสามารถในการป้องกันก๊าซของสารเคลือบ (Trout et al, 1953; Banks *et al*,1993; Hagenmaier and Baker, 1993) และปริมาณของแข็งในสารเคลือบ (Park *et al*, 1994a, 1994b).

Cisneros- Zevallos and Krochta (2003) ศึกษาความสัมพันธ์ของความหนาของสารเคลือบ คุณสมบัติของสารเคลือบ และการเปลี่ยนแปลงของก๊าซภายในผล เมื่อเคลือบผิวแอปเปิ้ลด้วยผิวด้วยวิธีการจุ่ม พบว่าความหนาของสารเคลือบแปรตามความหนืด ความเข้มข้น ความหนาแน่น และระยะเวลาที่ปล่อยให้สารเคลือบไหลออกจากผลแอปเปิ้ล โดยความหนาจะมีความสัมพันธ์กับรากที่สองของความหนืดของสารเคลือบ และส่วนกับของรากที่สองของระยะเวลาที่ปล่อยให้สารเคลือบไหลออกจากผล ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับทฤษฎีของการเคลือบผิววัสดุแผ่นเรียบด้วยวิธีการจุ่มด้วยของเหลวที่เป็นแบบนิวโตเนียน (Newtonian)

การเคลือบผิวด้วยวิธีการจุ่มเมื่อจุ่มซ้ำ ๆ นั้นผลไม้มีการเคลือบที่ดีขึ้นกว่าการจุ่มเพียงครั้งเดียว แต่ทำให้ก็ทำให้เกิดข้อเสียทางสรีระวิทยาบางอย่าง (Ben-Yehoshua, 1966) ความหนาของฟิล์มที่เคลือบผิวไม่เป็นเพียงการทำให้ก๊าซภายในผลมีการเปลี่ยนแปลง ยังทำให้เกิดการหมักแบบไม่ใช้อากาศขึ้น ซึ่งผลต่อรสชาติและกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ได้ (Park, 1999)

ความเข้มข้นของสารเคลือบผิวจากเซลแลคมีความสัมพันธ์โดยตรงกับ คุณสมบัติการแลกเปลี่ยนก๊าซของผลส้ม และทำให้ปริมาณเอทานอลในน้ำคั้นสูง แต่ไม่มีผลแต่ต่อการการสูญเสียน้ำ เมื่อใช้ความเข้มข้นของสารเคลือบสูงขึ้น (ปรีดา จิตตารมย์, 2536) แต่ความเข้มข้นของสารเคลือบเซลแลคเมื่อใช้ความเข้มข้นสูงขึ้นมีผลต่อค่าการเกาะติดพื้นผิวของวัสดุและความหนืดเพิ่มขึ้น (สุดนารี เหลืองวิลัย และคณะ, 2550) ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดของไหล ได้แก่ ความเข้มข้นของตัวถูกละลาย มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย และจำนวนสารแขวนลอย (Bourne, 2002)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 เครื่องมือ

3.1.1.1 เครื่อง Gas Chromatography (GC) Model GC-8A จาก Shimadzu Japan

3.1.1.2 เครื่อง Environment Scanning Electron Microscope model S-3400N (E-SEM) จาก Hitachi Japan

3.1.1.3 เครื่อง Cooled incubator จาก Sanyo Japan

3.1.2 วัตถุดิบ

ส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulate* Blanco) ซื้อจากสวนส้มพรธิสาร จังหวัดกำแพงเพชร

3.1.3 สารเคมี

3.1.3.1 Acetaldehyde (Supelco, USA)

3.1.3.2 Ethanol (Supelco, USA)

3.1.3.3 Acetic acid (Merck, Germany)

3.1.3.4 Shrimp chitosan (%DD 96.46 MW. 248038 Dalton) (Taming Enterprises Co, Ltd, Thailand)

3.1.3.5 Sta-fresh 360 (บริษัทจิระนคร ประเทศไทย)

3.2 สถานที่ดำเนินงาน

คณะอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3 ระยะเวลาการทำทดลอง

1 ปี

3.4 วิธีดำเนินงาน

3.4.1 ศึกษาผลของชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบ ที่มีผลต่อความหนาของชั้นฟิล์ม

เตรียมสารเคลือบที่มีส่วนประกอบหลักที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ เชลแลค (Shellac) และไคโตซาน โดยเตรียมสารเคลือบที่เป็น shellac (Sta fresh 360) ให้มีความเข้มข้น 50 และ 100% ส่วนไคโตซานเตรียมให้มีความเข้มข้น 0.2 และ 2% เคลือบส้มโดยใช้เครื่องเคลือบ (ภาคผนวก ข) ทำให้แห้งโดยใช้พัดลมเป่าที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นแกะเปลือกและนำตัวอย่างเปลือกส้มที่ได้ไปทำแห้งด้วยวิธีการแช่แข็ง (Freeze dry) นำตัวอย่างที่ได้ไปวัดความหนาของชั้นฟิล์ม และลักษณะการยึดติดผิวส้มด้วยเครื่อง Environment Scanning Electron Microscope (E-SEM)

3.4.2 ชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ อะเซตาดีไฮด์ แอลกอฮอล์ การสูญเสียน้ำหนัก และคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของส้มเขียวหวาน

นำสารเคลือบที่เตรียมได้จากข้อ 3.4.1 มาเคลือบส้มโดยใช้เครื่องเคลือบ (ภาคผนวก ค) ทำให้แห้งโดยใช้พัดลมเป่าที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที เก็บในกล่องกระดาษและนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 ^{0}ซ และ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน ติดตามผลการเปลี่ยนแปลงทุก 5 วัน ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.4.2.1 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผล (Internal CO_2) (Gas chromatography)

3.4.2.2 ปริมาณอะเซตาดีไฮด์ และแอลกอฮอล์ในน้ำคั้น (Gas chromatography)

3.4.2.3 การสูญเสียน้ำหนัก (Weight loss)

3.4.2.4 ทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มด้านรสชาติ สี และกลิ่น โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 5 คน ที่ผ่านการฝึกฝนโดยวิธี Hedonic scale 5 ระดับ

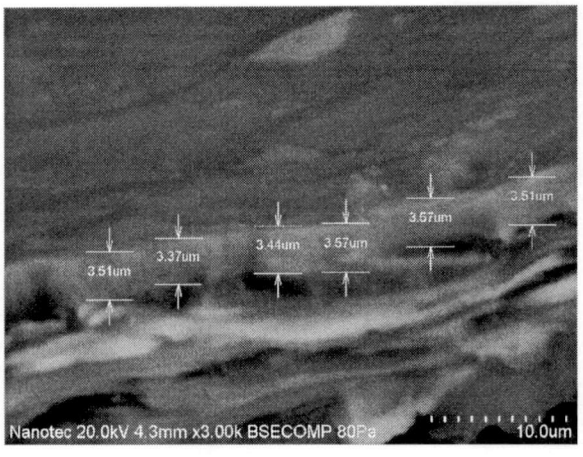
ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของข้อมูล ตามข้อ 3.4.2.1-3.4.2.3 ด้วยแผนการทดลองแบบ CRD ส่วนข้อ 3.4.2.4 วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลด้วยแผนการทดลองแบบ RCBD โดยใช้โปรแกรม SPSS version 11 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อเลือกสภาวะการเก็บที่เหมาะสม

บทที่ 4
ผลการทดลอง

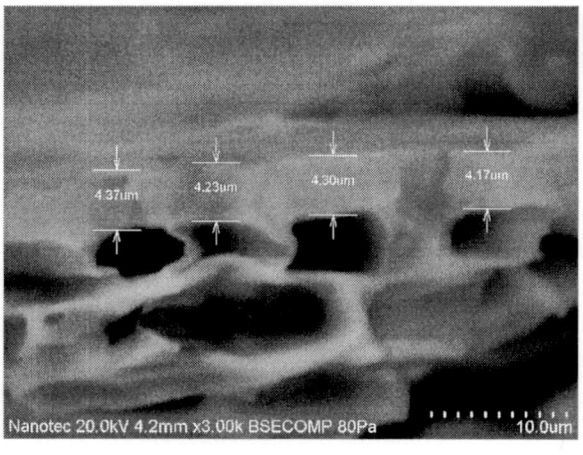
4.1 ผลของชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิวที่มีต่อความหนาของชั้นฟิล์ม

จากการเคลือบผิวส้มด้วยสารเคลือบผิวส้มด้วยสารเคลือบ 2 ชนิด คือไคโตซานเข้มข้น 0.2 และ 2% และเซลแลคเข้มข้น 50 และ 100% แล้วนำตัวอย่างเปลือกส้มที่ได้มาวิเคราะห์ความหนาของชั้นฟิล์ม และการเกาะติดของฟิล์มด้วยเครื่อง E-SEM โดยความหนาที่เพิ่มขึ้นวัดเปรียบเทียบกับผิวส้มที่ไม่ได้ทำการเคลือบผิว พบว่าชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิวส้มมีผลต่อความหนาของฟิล์มที่เคลือบติดกับผิวส้ม โดยการเคลือบผิวส้มด้วยแซลแลคเข้มข้น 100% ทำให้ฟิล์มที่เคลือบผิวมีความหนามากที่สุด และการเคลือบผิวส้มด้วยไคโตซานเข้มข้น 0.2% ฟิล์มที่เคลือบผิวมีความหนาน้อยที่สุด ส่วนการใช้แซลแลคเข้มข้น 50% และไคโตซาน 2% มีผลทำให้ฟิล์มที่เคลือบผิวส้มมีความหนาไม่ต่างกันมากนัก ซึ่งความหนาของฟิล์มเมื่อเคลือบผิวส้มด้วยไคโตซาน 0.2 และ 2% มีความหนาประมาณ 0.2 และ 1.0 ไมโครเมตร ส่วนเมื่อเคลือบผิวส้มด้วยเซลแลค 50 และ 100% มีความหนาประมาณ 1.2 และ 3.0 ไมโครเมตร ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.1 ส่วนลักษณะการยึดเกาะที่ผิวส้มของสารเคลือบที่มีชนิดและความเข้มข้นต่างกัน พบว่าการยึดเกาะผิวส้มเกิดจากการขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มเคลือบที่ผิวเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่ความสม่ำเสมอของการเคลือบติดผิวส้มและลักษณะการจับตัวกันแน่นของแผ่นฟิล์มที่เกิดขึ้น โดยเมื่อใช้สารเคลือบจากไคโตซานที่ความเข้มข้น 0.2 และ 2% มีการยึดเกาะผิวส้มที่มีความสม่ำเสมอน้อย กว่าการใช้สารเคลือบจากเซลแลคที่ความเข้มข้น 50 และ 100% นอกจากนั้นสารเคลือบผิวจากเซลแลคยังทำให้แผ่นฟิล์มที่เกิดขึ้นมีการจับตัวกันแน่นและมีความหนามากกว่าฟิล์มที่เกิดจากสารเคลือบจากไคโตซาน (รูปที่ 4.2) นอกจากนั้นยังพบว่าการใช้สารเคลือบผิวทั้ง 2 ชนิดนั้นยังมีผลทำให้ช่องเปิด (stoma) บนผิวส้มเกิดการปิดทับด้วยสารเคลือบที่มีลักษณะแตกต่างกันการใช้สารเคลือบที่ความเข้มข้นสูง ฟิล์มที่เกิดขึ้นปิดช่องเปิดได้มากกว่าการใช้สารเคลือบที่ความเข้มข้นต่ำกว่า (รูปที่ 4.3)

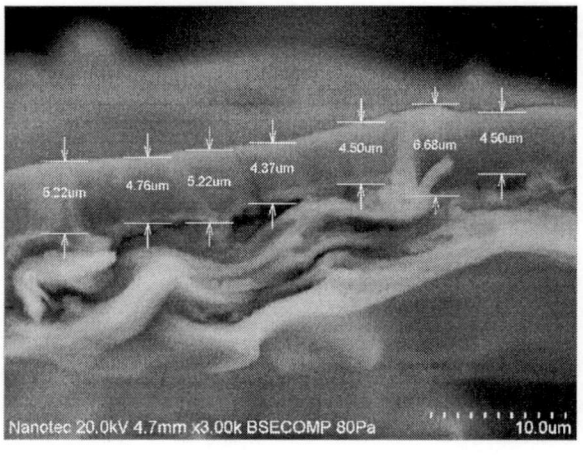
ตัวควบคุม



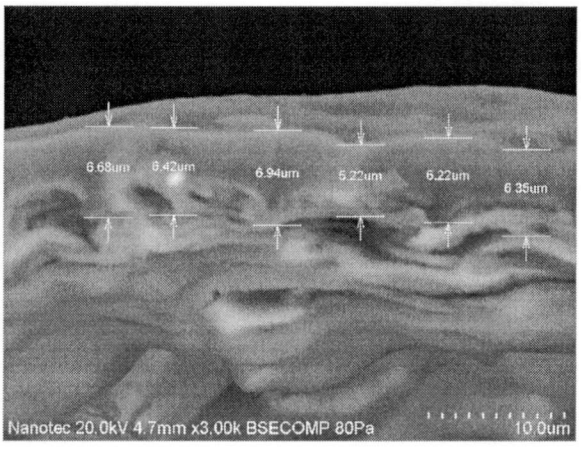
ไคโตซาน 0.2%



ไคโตซาน 2%

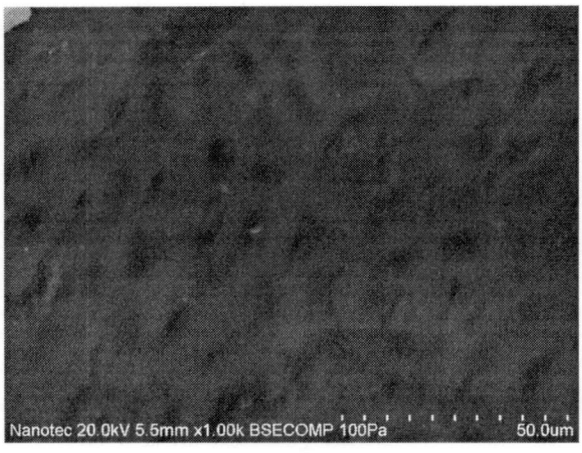


เซลแลค 50%

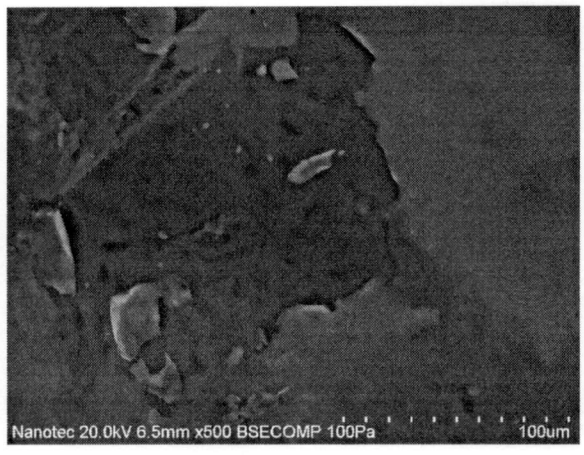


เซลแลค 100%

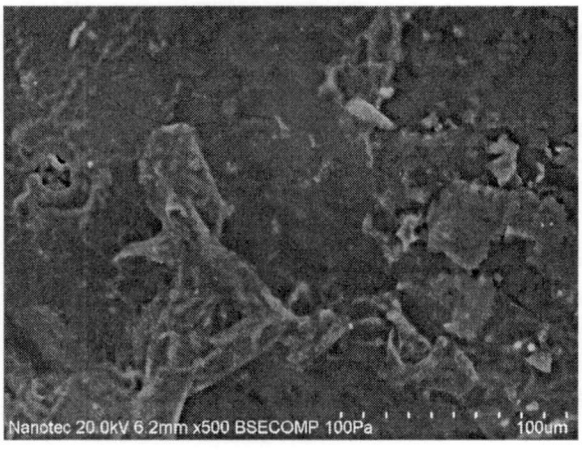
รูปที่ 4.1 ความหนาของชั้นฟิล์มที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้สารเคลือบผิวจากไคโตซาน และเซลแลค ที่ความเข้มข้นต่างกัน



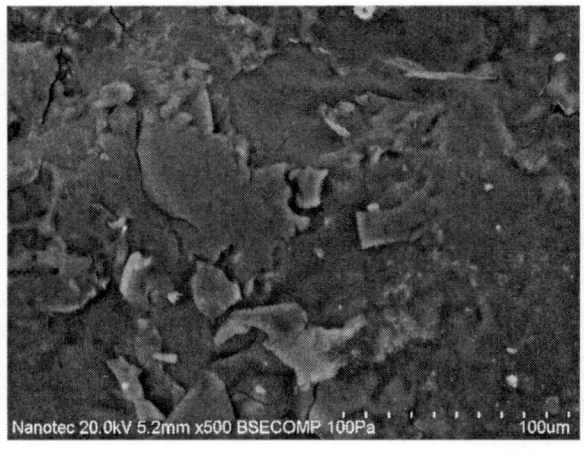
ตัวควบคุม



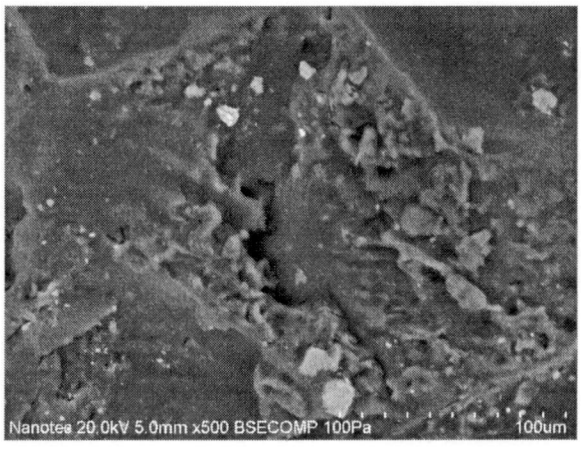
ไคโตซาน 0.2%



ไคโตซาน 2%

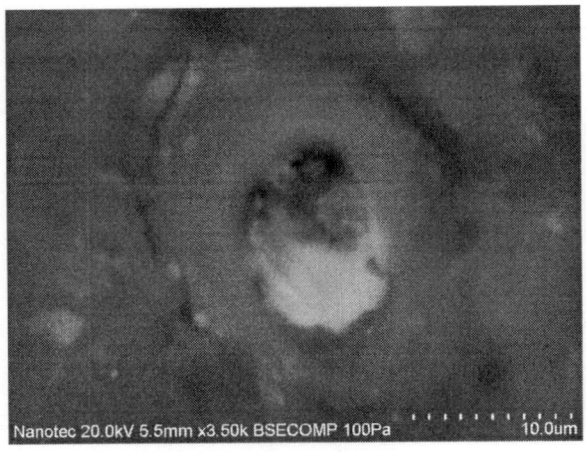


เซลแลค 50%

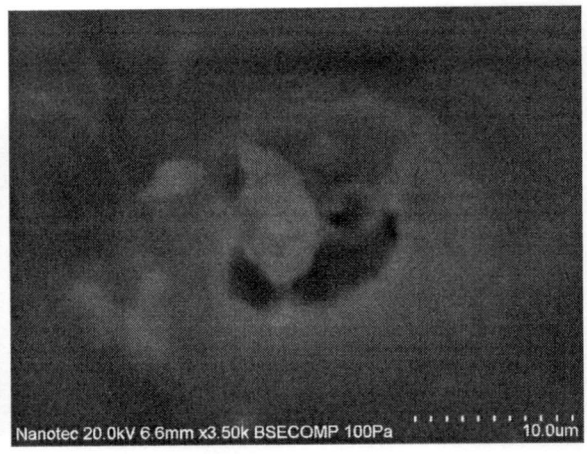


เซลแลค 100%

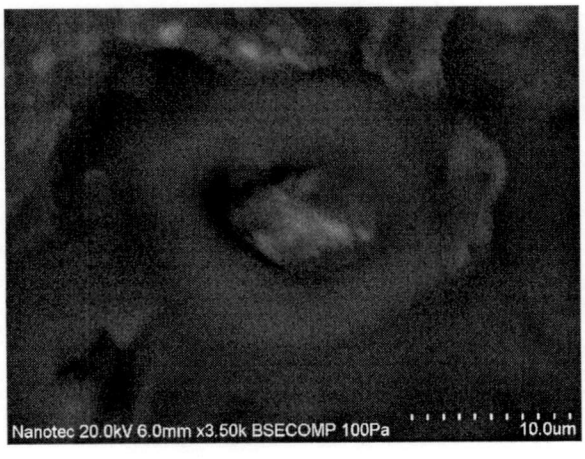
รูปที่ 4.2 ลักษณะการยึดเกาะบนผิวส้มของสารเคลือบจากไคโตซาน และเซลแลคที่ความเข้มข้นต่างกัน



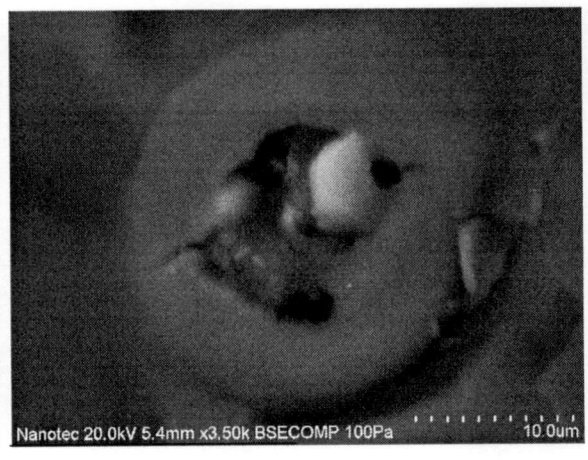
ตัวควบคุม



ไคโตซาน 0.2%



ไคโตซาน 2%



เซลแลค 50%

เซลแลค 100%

รูปที่ 4.3 การปิดช่อง stoma บนผิวส้มของสารเคลือบจากไคโตซาน และเซลแลคที่ความเข้มข้นต่างกัน

4.2 ชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ อะเซตาดีไฮด์ แอลกอฮอล์ การสูญเสียน้ำหนัก และคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของส้มเขียวหวาน

เมื่อนำส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากไคโตซานเข้มข้น 0.2 และ 2% และเซลแลค 50 และ 100% และนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4^{0}ซ และอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน ติดตามผลการเปลี่ยนแปลงทุก 5 วัน นำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผล อะเซตาดีไฮด์ และแอลกอฮอล์ในน้ำคั้น การสูญเสียน้ำหนัก และทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มด้านรสชาติ สี กลิ่น และและการยอมรับโดยรวมได้ผลดังนี้

4.2.1 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผล

การเคลือบผิวส้มเขียวหวานด้วยสารเคลือบที่มีชนิดและความเข้มข้นต่างกันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในผลส้มเมื่อเก็บนานขึ้น โดยพบว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบที่ทำจากเซลแลคมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บนานขึ้น และความหนาของชั้นฟิล์มมากขึ้น ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผล เมื่อเคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากไคโตซานและเซลแลคที่ความเข้มข้นต่างกัน เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 30^{0}ซ. เป็นเวลา 15 วัน

	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผล (%)			
	ระยะเวลาเก็บ (วัน)			
	0	5	10	15
อุณหภูมิ 4^{0}ซ.				
ไม่เคลือบ	4.14±0.74	4.27±0.16	7.10±2.18	8.06±0.63
ไคโตซาน 0.2%		6.95±2.62	6.01±1.66	10.34±3.13
ไคโตซาน 2%		7.92±1.90	7.46±2.98	11.21±3.43
เซลแลค 50%		6.72±2.00	11.11±2.32	12.06±3.77
เซลแลค 100%		7.73±1.79	14.92±2.38	15.72±3.84
อุณหภูมิ 30^{0}ซ.				
ไม่เคลือบ	4.14±0.74	4.56±0.83	3.99±0.78	4.36±1.02
ไคโตซาน 0.2%		3.57±1.31	3.96±0.63	5.06±1.26
ไคโตซาน 2%		6.11±2.61	6.07±0.99	7.71±2.18
เซลแลค 50%		6.22±1.85	11.06±3.41	15.32±2.96
เซลแลค 100%		14.03±2.79	15.91±2.44	19.99±1.35

4.2.2 ปริมาณอะเซตาดีไฮด์ และแอลกอฮอล์ในน้ำคั้น

ชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิวที่ต่างกัน มีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำคั้นเมื่อเก็บส้มไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 30°ซ. เป็นเวลา 15 วัน เพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บ ซึ่งพบว่าเมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่ำ (4°ซ.) มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า หรือมีอัตราการเพิ่มขึ้นของแอลกอฮอล์ช้ากว่า การเก็บที่อุณหภูมิสูง (30°ซ.) โดยการเคลือบผิวส้มที่หนามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของแอลกอฮอล์สูงกว่าการเคลือบผิวส้มที่มีความหนาน้อย ไม่ว่าจะเก็บที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำ จะเห็นได้ว่าการเคลือบผิวด้วยเซลแลคเข้มข้น 50 และ 100% ซึ่งมีผลให้ความหนาชั้นฟิล์มเพิ่มขึ้นนั้นมีการเพิ่มขึ้นของแอลกอฮอล์มากกว่าการใช้ไคโตซานทั้ง 2 ความเข้มข้นซึ่งมีความหนาของฟิล์มเคลือบที่น้อยกว่า ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอะเซตาดีไฮด์นั้นพบว่าการเคลือบผิวที่มีความหนาต่างกันมีผลทำให้ปริมาณอะเซตาดีไฮด์ในน้ำคั้นมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเท่านั้นดังตารางที่ 4.2

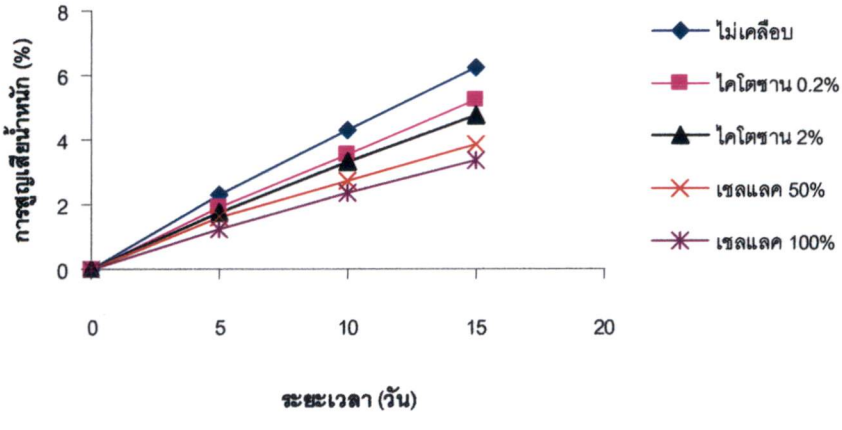
ตารางที่ 4.2 ปริมาณอะเซตาดีไฮด์ และแอลกอฮอล์ในน้ำคั้นเมื่อเคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากไคโตซานและเซลแลคที่ความเข้มข้นต่างกัน เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 30°ซ. เป็นเวลา 15 วัน

	ปริมาณอะเซตาดีไฮด์ (ppm)				**ปริมาณแอลกอฮอล์ (ppm)**			
	ระยะเวลาเก็บ (วัน)				**ระยะเวลาเก็บ (วัน)**			
	0	5	10	15	0	5	10	15
อุณหภูมิ 4°ซ.								
ไม่เคลือบ	trace	trace	trace	trace	121.93±4.99	134.31±16.20	162.53±4.02	203.94±16.05
ไคโตซาน 0.2%	trace	trace	trace	trace	121.93±4.99	141.04±29.55	193.94±9.64	282.86±25.89
ไคโตซาน 2%	trace	trace	trace	trace	121.93±4.99	234.48±14.99	286.71±37.08	311.99±120.78
เซลแลค 50%	trace	trace	trace	trace	121.93±4.99	291.19±16.58	323.45±8.33	503.75±111.95
เซลแลค 100%	trace	trace	trace	trace	121.93±4.99	310.66±70.02	529.08±36.94	671.77±111.79
อุณหภูมิ 30°ซ.								
ไม่เคลือบ	trace	trace	trace	trace	121.93±4.99	477.07±58.70	519.02±86.51	552.58±97.95
ไคโตซาน 0.2%	trace	trace	trace	trace	121.93±4.99	422.76±15.31	536.41±49.98	845.02±28.09
ไคโตซาน 2%	trace	trace	trace	trace	121.93±4.99	811.71±104.93	1315.39±87.70	1643.08±202.07
เซลแลค 50%	trace	trace	trace	trace	121.93±4.99	637.85±92.23	1460.79±69.66	3017.30±212.15
เซลแลค 100%	trace	trace	trace	trace	121.93±4.99	1466.14±85.64	1990.01±49.91	3643.76±501.28

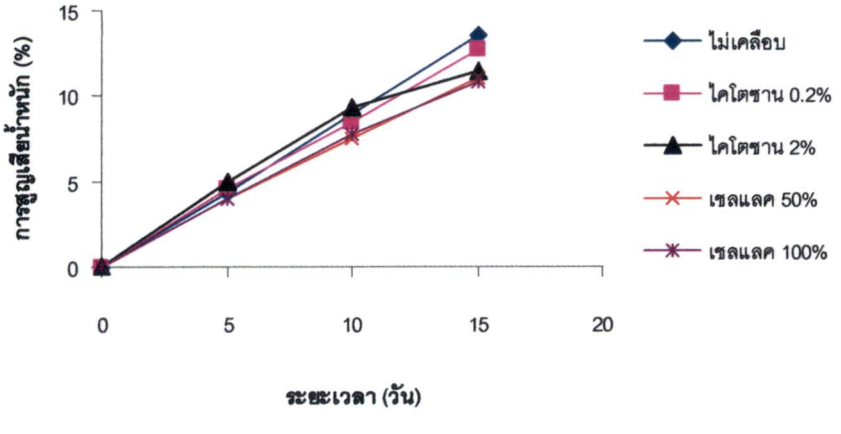
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

4.2.3 การสูญเสียน้ำหนัก (Weight loss)

ชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิวมีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของส้มเขียวหวาน โดยการสูญเสียน้ำหนักของส้มเขียวหวานเมื่อเคลือบผิวด้วยไคโตซานมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าส้มเขียวหวานเคลือบผิวที่เคลือบผิวด้วยเซลแลค และการใช้สารเคลือบความเข้มข้นต่ำทำให้การสูญเสียน้ำหนักมากด้วยเช่นกัน ซึ่งผลของชนิดและสารเคลือบที่ใช้เคลือบผิวส้มเขียวหวานที่มีต่อการสูญเสียน้ำหนักแสดงผลแตกต่างชัดเจนเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4^{0}ซ. ส่วนส้มเขียวหวานเคลือบผิวเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 30^{0}ซ มีการสูญเสียน้ำหนักที่ใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาเก็บ พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของส้มเขียวหวานที่ไม่ได้เคลือบผิว เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.2 และ 2% เซลแลคความเข้มข้น 50 และ 100% และเก็บที่อุณหภูมิ 4^{0}ซ. เป็น 6.25 5.23 4.72 3.89 และ 3.34 ตามลำดับ และเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 30^{0}ซ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำเท่ากับ 13.55 12.77 11.40 11.08 และ 10.90 ตามลำดับ เมื่อเก็บไว้ 15 วัน (รูปที่ 4.4)



(A)



(B)

รูปที่ 4.4 การสูญเสียน้ำหนักของส้มเมื่อเคลือบด้วยสารเคลือบจากไคโตซาน และเซลแลคที่ความเข้มข้นต่างกัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4^{0}ซ.(A) และ 30^{0}ซ.(B) เป็นเวลา 15 วัน

83887

4.2.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชนิดและความหนาของสารเคลือบผิวที่ใช้เคลือบผิวส้มเขียวหวานไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของส้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4^{0}ซ. แต่เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 30^{0}ซ. มีผลต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสชาติ และการยอมรับโดยรวม แต่ไม่มีผลต่อสีของน้ำส้ม (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับของน้ำส้มเมื่อเคลือบผิวด้วยสารเคลือบที่แตกต่างกัน และเก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 30 ^{0}ซ. เป็นเวลา 15 วัน

อุณหภูมิ (^{0}ซ)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระยะเวลา (วัน)	ชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบ				
			ไม่เคลือบ	ไคโตซาน 0.2%	ไคโตซาน 2%	เซลแลค 50%	เซลแลค 100%
4	สี	0	4.57±0.53				
		5^{ns}	4.28±0.75	4.37±0.53	3.85±0.89	4.28±0.75	3.71±0.95
		10^{ns}	4.00±0.81	4.57±0.53	3.85±1.06	4.28±0.75	4.14±0.89
		15^{ns}	3.85±1.21	3.85±1.06	4.42±0.78	4.14±0.89	4.00±1.15
	กลิ่น	0	4.43±0.79				
		5^{ns}	4.14±0.69	4.31±0.48	4.14±0.69	4.28±0.95	3.85±0.69
		10^{ns}	3.42±1.27	4.00±1.15	3.57±1.27	3.85±1.06	3.57±1.13
		15^{ns}	3.57±0.53	4.00±0.81	3.57±0.78	3.14±0.89	3.14±0.69
	รสชาติ	0	4.14±0.69				
		5^{ns}	4.28±0.48	4.42±0.53	3.86±0.98	4.42±0.78	3.85±0.89
		10^{ns}	3.14±1.34	4.00±1.15	3.28±1.38	3.71±0.95	3.00±1.00
		15^{ns}	3.71±0.95	3.85±1.06	4.00±1.15	3.00±1.41	3.00±0.81
	การยอมรับโดยรวม	0	4.29±0.76				
		5^{ns}	4.14±0.69	4.37±0.53	3.71±0.75	4.28±0.75	3.85±0.69
		10^{ns}	3.38±1.25	4.28±0.75	3.38±1.11	4.00±0.81	3.32±0.97
		15^{ns}	4.14±1.06	3.57±0.53	3.85±0.89	3.85±0.69	3.14±0.69
30							
	สี	0	4.57±0.53				
		5^{ns}	**4.28±0.75**	**4.14±0.89**	**4.28±0.95**	**4.00±0.81**	**4.14±0.69**
		10^{ns}	3.95±1.06	4.28±0.75	4.57±0.53	4.42±0.53	4.14±0.89
		15^{ns}	4.31±0.48	4.14±0.69	4.42±0.53	4.14±0.69	4.07±1.13
	กลิ่น	0	4.43±0.79				
		5	**4.14±0.37^{a}**	**3.85±0.89^{a}**	**4.14±0.37^{a}**	**2.85±0.89^{b}**	**2.00±0.57^{c}**
		10	3.71±0.95^{a}	3.42±0.78^{a}	3.57±0.97^{a}	2.42±1.13^{b}	1.85±0.69^{b}
		15	2.91±1.38^{a}	3.57±0.53^{a}	3.14±1.46^{a}	1.85±0.37^{b}	1.57±0.78^{b}
	รสชาติ	0	4.14±0.69				
		5	4.42±0.53^{a}	4.14±0.69^{a}	4.28±0.48^{a}	2.85±1.06^{b}	1.85±0.69^{c}
		10	2.85±1.57^{ab}	3.85±1.06^{a}	2.42±1.13^{b}	2.42±1.13^{b}	1.14±0.37^{c}
		15	3.57±1.39^{a}	3.00±1.00^{ab}	2.42±0.78^{bc}	2.14±1.06^{bc}	1.71±0.75^{c}
	การยอมรับโดยรวม	0	4.29±0.76				
		5	4.42±0.78^{a}	4.14±0.69^{a}	4.00±0.81^{a}	2.57±0.97^{b}	2.00±0.57^{c}
		10	3.00±1.41^{b}	4.14±1.06^{a}	2.57±1.13^{bc}	2.14±0.89^{bc}	1.42±0.78^{c}
		15	3.57±1.27^{a}	3.28±1.11^{a}	2.57±1.27^{b}	2.57±0.78^{b}	1.71±0.75^{c}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

ส้มเขียวหวานหลังจากเก็บเกี่ยวในระหว่างกระบวนการคัดเลือก และบรรจุส้มเขียวหวานมีการล้างทำให้สารเคลือบผิวตามธรรมชาติของส้มหลุดออกไป ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกส้มต้องใช้สารเคลือบผิวเคลือบส้มเขียวหวานเพื่อทดแทนสารเคลือบผิวตามธรรมชาติ เพื่อลดการสูญเสียน้ำหนักและดูมันวาว เป็นการยืดอายุการเก็บส้มเขียวหวานให้นานขึ้น โดยสารเคลือบที่ใช้มีหลายชนิด ส่วนประกอบของสารเคลือบชนิดต่าง ๆ นั้นเป็นความลับของแต่ละบริษัทไม่ทราบส่วนผสมที่แน่ชัด ซึ่งสารเคลือบแต่ละชนิดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของส้มเขียวหวานแตกต่างกัน นอกจากชนิดของสารเคลือบแล้วความเข้มข้นของสารเคลือบที่ใช้ก็ส่งผลต่อคุณภาพของส้มเขียวหวานเช่นกัน ความเข้มข้นของสารเคลือบที่เกษตรกรใช้นั้นเป็นความเข้มข้นที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ อาจเป็นความเข้มข้นที่ไม่เหมาะสมกับส้มเขียวหวานในประเทศไทย และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ส้มเขียวหวานได้เช่นกัน จากการทดลองนี้พบว่าการเคลือบผิวส้มเขียวหวานด้วยสารเคลือบที่มีชนิด และความเข้มข้นที่ต่างกัน มีผลต่อความหนา การยึดเกาะผิวส้มเขียวหวาน และเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน เป็นเวลา 15 วัน มีผลต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ

ชนิดและความเข้มนข้นของสารเคลือบ ที่มีผลต่อความหนาของชั้นฟิล์ม

ผลของการเคลือบส้มเขียวหวานด้วยสารเคลือบจากไคโตซานและสารเคลือบจากเซลแลคมีความหนาแตกต่างกันเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารเคลือบผิวต่างกัน เมื่อใช้สารเคลือบที่ความเข้มข้นสูงมีความหนาของชั้นฟิล์มมากกว่าฟิล์มที่เกิดจากสารเคลือบที่มีความเข้มข้นต่ำ เนื่องจากความเข้มข้นของสารเคลือบที่ใช้มีผลต่อความหนืดของสารเคลือบที่ได้ จากการทดลองสารเคลือบเซลแลคเข้มข้น 100% มีความหนืดสูงที่สุด ส่วนไคโตซาน 0.2% มีความหนืดต่ำสุด (ไม่ได้แสดงข้อมูล) จากผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Cisneros- Zevallos and Krochta (2003) รายงานว่าความหนาของชั้นฟิล์มของสารเคลือบแปรตามความหนืด ความเข้ม และความหนาแน่นของสารเคลือบ และความเข้มข้นของสารเคลือบก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความหนืดของไหล (Bourne, 2002) ส่วนลักษณะการเกาะติดของสารเคลือบ และการปิดทับช่องเปิด (stoma) เกิดจากความเข้มข้นของสารเคลือบที่ใช้โดยสารเคลือบที่มีความเข้มข้นสูงมีการยึดเกาะติดของสารเคลือบดี กว่าการใช้สารเคลือบที่ความเข้มข้นต่ำ จากการทดลองของ สุดนารี เหลืองวิลัย และคณะ (2550) รายงานว่าความเข้มข้นของสารเคลือบเซลแลคเมื่อใช้ความเข้มข้นสูงขึ้นมีผลต่อค่าการเกาะติดพื้นผิวของวัสดุและความหนืดเพิ่มขึ้น ส่วนการปิดทับช่องเปิดนั้นเกิดเมื่อใช้สารเคลือบที่มีความเข้มข้นสูงโดยเฉพาะการใช้สารเคลือบจากเซลแลคมีการยึดเกาะที่ผิวส้มได้ดี และเกิดเป็น

แผ่นฟิล์มที่สม่ำเสมอและต่อเนื่อง จึงทำให้เมื่อใช้สารเคลือบที่ความเข้มข้นสูงมีโอกาสที่ฟิล์มที่เกิดขึ้นไปปิดช่องเปิดได้มากกว่าสารเคลือบที่ความเข้มข้นต่ำ การลดการปิดทับช่องเปิดสามารถทำได้โดยการทำให้ฟิล์มที่เกิดขึ้นหลังจากเคลือบผิวแล้วมีโครงสร้างที่ไม่เป็นระเบียบ และเกิดฟิล์มมีรูปร่างไม่แน่นอนทำให้ stoma ถูกปิดทับน้อยลงได้ (Chen and Nissinovitch, 2000b, 2001)

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผล

การเก็บส้มเขียวหวานเคลือบผิวด้วยสารเคลือบที่มีชนิดและความเข้มข้นต่างกัน ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลสูงขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บ และอุณหภูมิที่สูงขึ้น การเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อใช้สารเคลือบผิวที่มีความเข้มข้นที่แตกต่างกันซึ่งมีผลต่อความหนาของชั้นฟิล์ม และส่งผลต่อการผ่านเข้าออกของก๊าซได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงก๊าซภายในผลไม้ที่เคลือบผิวมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความหนา และความสามารถในการป้องกันก๊าซของสารเคลือบ (Trout et al, 1953; Banks *et al*,1993; Hagenmaier and Baker, 1993) การเคลือบผิวยังเป็นการไปปิดช่องเปิดของผลซึ่งทำให้การผ่านเข้าออกของก๊าซได้น้อยลง (Hagenmaier, 2005) โดยเมื่อเคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากเซลแลคมีแนวโน้มของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลสูงขึ้น มากกว่าการใช้สารเคลือบจากไคโตซานซึ่งเป็นสารเคลือบประเภทโพลีแซคคาร์ไรด์ เนื่องจากสารเคลือบผิวจากเซลแลคมีคุณสมบัติการจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซได้มากกว่าสารเคลือบจากโพลีแซคคาร์ไรด์ (Baldwin and Baker, 2002) ระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บมีผลต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น เกิดจากตลอดระยะเวลาเก็บนั้นส้มมีการหายใจและใช้ออกซิเจนทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น และเมื่อเก็บส้มที่อุณหภูมิสูงทำให้ส้มมีการหายใจที่สูงขึ้นจึงทำให้ส้มต้องการใช้ออกซิเจนมากขึ้นด้วย Baldwin *et al.* (1995)

ปริมาณอะเซตาดีไฮด์ และแอลกอฮอล์ในน้ำคั้น

ส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบที่มีชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิวที่ต่างกัน มีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำคั้นเมื่อเก็บส้มไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 30^{0}ซ. เป็นเวลา 15 วัน ปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มสูงขึ้นตามความหนาของฟิล์มที่เคลือบผิว และระยะเวลาที่เก็บ ผลที่ได้เกิดจากความหนาของฟิล์มที่เคลือบผิวมีผลต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซทำให้ภายในผลมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น เกิดจากกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้อากาศ และทำให้เกิดกระบวนการหมักขึ้น ทำให้ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำคั้นของส้มที่เคลือบผิวหนาสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Park (1999) ความหนาของฟิล์มที่เคลือบผิวไม่เป็นเพียงการทำให้ก๊าซภายในผลมีการเปลี่ยนแปลง ยังทำให้เกิดการหมักแบบไม่ใช้อากาศขึ้น ซึ่งผลต่อรสชาติและกลิ่น

รสของผลิตภัณฑ์ได้ การเคลือบผิวด้วยเซลแลคที่ความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้มีปริมาณแอลกอฮอลล์สูงขึ้นด้วย เนื่องจากสารเคลือบจากเซลแลคมีการจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซ มากกว่าสารเคลือบจากไคโตซาน จากการทดลองนี้สามารถชี้ให้เห็นว่าเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำคั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นภายในผล ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของปรีดา จิตตารมย์, (2536) รายงานว่าความเข้มข้นของสารเคลือบผิวจากเซลแลคมีความสัมพันธ์โดยตรงกับ คุณสมบัติการแลกเปลี่ยนก๊าซของผลส้ม และทำให้ปริมาณเอทานอลในน้ำคั้นสูง เมื่อใช้ความเข้มข้นของสารเคลือบสูงขึ้น ส่วนการใช้สารเคลือบผิวจากไคโตซานเคลือบผิวส้มก็มีผลทำให้ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำคั้นสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บเช่นกัน (Kantahan, 2546) และผลของอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำคั้นนั้น จะเห็นว่าการเก็บที่อุณหภูมิต่ำจะมีการเปลี่ยนแปลงของแอลกอฮอล์ได้ช้ากว่า การเก็บที่อุณหภูมิสูง เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผล เพราะที่อุณหภูมิสูงผลไม้มีการหายใจสูงขึ้นด้วย ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอะเซตาดีไฮด์นั้นพบว่าการเคลือบผิวที่มีความหนาต่างกันมีผลทำให้ปริมาณอะเซตาดีไฮด์ในน้ำคั้นมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เนื่องจากมีการเปลี่ยนแอลกอฮอล์ไปเป็นอะเซตาดีไฮด์ได้น้อยในระหว่างการเก็บ เนื่องจากอะเซตาดีไฮด์เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเกิดออกซิเดชั่นแอลกอฮอล์ซึ่งมีเอ็นไซม์ dehydrogenase เป็นตัวเร่ง (Ophardt,. 2003) ผลที่ได้อาจเกิดจากระยะเวลาการเก็บที่สั้นจึงเกิดการออกซิเดชั่นได้น้อย การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอะเซตาดีไฮด์จึงมีน้อย

การสูญเสียน้ำหนัก (Weight loss)

การสูญเสียน้ำหนักของส้มเขียวหวานเมื่อเคลือบผิวไคโตซาน และเซลแลคที่มีความเข้มข้นต่างกัน แล้วเก็บไว้ในอุณหภูมิ 4 และ 30^{0}ซ. เป็นเวลา 15 วัน พบว่าเมื่อเก็บส้มเขียวหวานที่อุณหภูมิ 4^{0}ซ. การสูญเสียน้ำมีผลมาจากชนิดความเข้มข้นของสารเคลือบ และความหนาของชั้นฟิล์มที่ได้ โดยส้มที่เคลือบผิวที่มีความหนาของชั้นฟิล์มมากมีการสูญเสียน้ำต่ำกว่าส้มที่มีความหนาของชั้นฟิล์มน้อย และส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการใช้เซลแลค เนื่องจากการสูญเสียน้ำของผลไม้ที่เคลือบผิวมีผลจากชนิด ความหนา และคุณสมบัติของสารเคลือบ โดยที่สารเคลือบจากเซลแลคมีความสามารถในการป้องกันการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าสารเคลือบจากโพลีแซคคาร์ไรด์ (Baldwin, 1994; Baldwin and Baker, 2002; Chaim and Soffer., 1996) แต่การเก็บส้มเขียวหวานที่อุณหภูมิ 30^{0}ซ. มีผลของสารสูญเสียน้ำไม่ต่างกันมากนักเมื่อใช้สารเคลือบที่มีชนิด ความเข้มข้น และความหนาที่ต่างกัน แสดงให้เห็นว่าการสูญเสียน้ำของส้มเมื่อเก็บที่อุณหภูมิสูงไม่สามารถป้องกันได้ด้วยการเคลือบผิว ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้การเคลื่อนไหวของโมเลกุลจะมีมากขึ้น และมีผลต่อความดันไอภายในของผลไม้ ทำให้เกิด

ความแตกต่างของความดันไอน้ำของอากาศรอบ ๆ กับความดันไอน้ำภายในผลแตกต่างกัน ทำให้น้ำภายในผลออกสู่บรรยากาศภายนอกมีมากขึ้น นอกจากอุณหภูมิจะมีผลต่อความดันไอน้ำแล้ว ยังมีผลต่ออัตราการหายใจ โดยกระบวนการหายใจของพืชให้ความร้อนออกมา เมื่อความร้อนสูงขึ้นจึงทำให้การสูญเสียน้ำหนักสูงขึ้นด้วย (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546) จากผลที่ได้เห็นว่าส้มเขียวหวานไม่สามารถลดการสูญเสียน้ำได้โดยการใช้สารเคลือบผิวเพียงอย่างเดียว ต้องใช้อุณหภูมิต่ำร่วมด้วยจึงจะมีประสิทธิภาพในการลดการสูญเสียน้ำได้ดี

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การเคลือบผิวส้มเขียวหวานด้วยสารเคลือบที่มีชนิดและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 30^{0}ซ. เป็นเวลา 15 วัน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านประสาทสัมผัสต่อการยอมรับด้านต่าง ๆ ดังนี้

ด้านสี การใช้สารเคลือบผิวที่มีชนิดและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านสีของน้ำส้มที่ได้เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 30^{0}ซ. เป็นเวลา 15 วัน เกิดจากผลของความหนาของชั้นฟิล์ม อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของส้มเขียวหวานซึ่งเป็นแคโรทีนอยด์ (Meléndez-Martínez, 2007) มากนัก จึงทำให้ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างของสีของน้ำส้มที่นำมาทดสอบได้ทำให้การยอมรับด้านสีไม่แตกต่างกันตลอดอายุการเก็บ

ด้านกลิ่น การยอมรับด้านกลิ่นของน้ำส้มเขียวหวานเคลือบผิวด้วยสารเคลือบที่มีชนิดและความเข้มข้นต่างกัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4^{0}ซ. เป็นเวลา 15 วัน ไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 30^{0}ซ. มีการยอมรับลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น และใช้สารเคลือบที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น เนื่องจากการเคลือบผิวที่หนาขึ้นทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และแอลกอฮอล์สูงขึ้น เมื่อเก็บที่อุณหภูมิสูง เป็นเวลานาน มีการยอมรับต่ำที่สุดเมื่อใช้สารเคลือบเซลแลคเข้มข้น 100% เก็บนาน 15 วัน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Hagenmaier and Shaw (2002) รายงานว่า การเคลือบผิวส้มด้วยเซลแลค ทำให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงขึ้น และคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นต่ำลงเมื่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลมากกว่า 14%และมีปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำคั้นมากกว่า 1500 ppm (Hagenmaier, 2002)

รสชาติ การยอมรับด้านรสชาติของน้ำส้มคั้น เมื่อเคลือบผิวส้มเขียวหวานด้วยสารเคลือบจากเซลแลค และสารเคลือบจากไคโตซาน แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 4^{0}ซ. เป็นเวลา 15 วัน ไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 30^{0}ซ. การยอมรับด้านรสชาติลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บ อาจเป็นเพราะแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้ไม่ได้มีผลต่อกลิ่นเพียงอย่างเดียว อาจมีแอลกอฮอล์บางส่วนละลายอยู่ในน้ำส้มด้วย จึงทำให้รสชาติมีการเปลี่ยนแปลงไปจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

การยอมรับโดยรวม น้ำส้มที่ได้จากส้มเขียวหวานเคลือบผิวด้วยสารเคลือบที่มีชนิดและความเข้มข้นต่างกัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4^0ซ. เป็นเวลา 15 วัน มีการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการเก็บส้มเขียวหวานเคลือบผิวที่อุณหภูมิต่ำทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อย จึงทำให้การยอมรับรวมไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเก็บ ส่วนการเก็บส้มเขียวหวานที่อุณหภูมิ 30^0ซ. มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านกลิ่น และรสชาติ ของน้ำส้ม โดยมีการยอมรับลดลงเมื่อเก็บส้มเขียวหวานเคลือบผิวนานขึ้น จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากเซลแลคมีการยอมรับโดยรวมต่ำกว่าส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากไคโตซาน ซึ่งสอดคลองกับผลการทดลองของ Hagenmaier and Shaw (2002) ซึ่งแนะนำว่าสารเคลือบผิวจากเซลแลคไม่เหมาะต่อการนำมาใช้เคลือบผิวส้มประเภทส้มเขียวหวาน (tangerine) แม้ว่าจะทำให้ผิวของส้มมีความมันวาวสูง แต่ก็ทำให้เกิดสารให้กลิ่นที่ไม่ดี (off flavor) มากขึ้นเช่นกัน

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

1. ชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิวมีผลต่อความหนาของชั้นฟิล์มที่เคลือบบนผิวส้มเขียวหวาน ความหนาของชั้นฟิล์มแปรตามความเข้มข้นของสารเคลือบ โดยสารเคลือบจากเซลแลคความเข้มข้น 100% มีความหนาของชั้นฟิล์มที่เคลือบผิวส้มเขียวหวานมีมากที่สุด และสารเคลือบจากไคโตซานเข้มข้น 0.2% มีความหนาของชั้นฟิล์มที่เคลือบผิวส้มเขียวหวานน้อยที่สุด ลักษณะการเกาะติดผิวของสารเคลือบไม่ต่างกัน แต่มีความสม่ำเสมอของฟิล์มต่างกัน นอกจากนั้นการใช้สารเคลือบผิวที่มีความเข้มข้นสูงทำให้มีการปิดทับช่องเปิดมากกว่าการใช้สารเคลือบผิวที่ความเข้มข้นต่ำ

2. ส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากเซลแลคทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผล และปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำคั้นสูงกว่า ส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากไคโตซาน ตลอดระยะเวลาเก็บ การสูญเสียน้ำของส้มเมื่อเคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากเซลแลคน้อยกว่าส้มเขียวหวานเคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากไคโตซาน ส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากเซลแลคมีการเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัสมากกว่าส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากไคโตซาน และการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ ของส้มเขียวหวานเคลือบผิวเกิดจากความเข้มข้นของสารเคลือบที่ใช้ด้วย โดยมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารเคลือบสูงขึ้น นอกจากนั้นอุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ ด้วย และการเคลือบผิวส้มเขียวหวานด้วยสารเคลือบทั้ง 2 ชนิดทำให้ปริมาณอะเซตาดีไฮด์ในน้ำคั้นมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

3. การเก็บส้มเขียวหวานเคลือบผิวที่อุณหภูมิสูง ชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบที่ใช้มีผลต่อการสูญเสียน้ำของส้มเขียวหวานไม่ต่างกัน

บรรณานุกรม

จริงแท้ ศิริพานิช, 2546. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 396 หน้า

ดนัย บุณยเกียรติ และ นิธิยา รัตนาปนนท์, 2548. **การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ, 248 หน้า

ปรีดา จิตตารมย์, 2536. **การพัฒนาสารเคลือบผิวสำหรับส้มเขียวหวาน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุดนารี เหลืองวิลัย อนุวัตร แจ้งชัด และกมลวรรณ แจ้งชัด, 2550. การพัฒนาสารเคลือบผิวส้มจากเซลแลค. **วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร (พิเศษ).** 38: 5 37-40.

Bai, J., Baldwin, E.A., and Hagenmaier, R.D. 2002. Alternatives to shellac coatings provide comparable gloss, internal gas modification, and quality for 'Delicious' apple fruit. **HortScience.** 3:559-563.

Bai, J., Alleyne, V., Hagenmaier, R.D., Mattheis, J.P., and Baldwin, E.A. 2003. Formulation of zein coatings for apples (*Malus domestica* Borkh). **Postharvest Biol. Technol.** 28:259-268.

Bajwa, B.E. and Anjum, F.M. 2007. Improving storage performance of *Citrus reticulate* Blanco mandarins by controlling some physiological disorders. **Int J. Food Sci and Technol.** 42:495-501.

Baldwin, E.A. 1994. Edible coatings for fresh fruits and vegetables: past, present, and future. In: **Edible Coatings and Films to Improve Food Quality.** Krotcha, J.M., Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M. (Eds). Technomic Publishing Co., Lancaster, PA pp. 25-64.

Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M. Shaw, P.E. and Burns, J.K. 1995. Effect of coatings and prolonged storage conditions on fresh orange flavor volatiles, degrees Brix, and ascorbic acid levels. **J. Agric.Food Chem.** 43: 1321-1331.

Baldwin, E.A., and Baker, R.A. 2002. Use of proteins in edible coatings for whole and minimally processed fruits and vegetables. In: **Protein-Based Films and Coatings.** Gennadios, A. (Ed). CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 501-515.

Banks N, Dadzie B, and Cleland D. 1993. Reducing gas exchange of fruits with surface coatings. **Postharvest Biol Technol.** 3(3):269-84.

Ben-Yeshoshua, S. 1966. Some effects of plastic skin coatings on banana fruit. **Tropical Agriculture Trinidad.** 43(3): 219-232.

Ben-Yehoshua, S. 1967. Some physiological effects of various skin coatings on orange fruit. Israel J. Agric Res 17:17-27.

Bourn, M.C. 2002. **Food Texture and viscosity: concept and measurement.** 2^{ed} (Ed). Academic press, California

Chaim. H and Soffer. T. 1996. Permeability of different wax coating and their effect on citrus fruit quality. **J. Agric.Food Chem,** 44, 919-923

Chen, S., and Nissinovitch, A. 2000a. The role of xanthan gum in traditional coating of easy-peelers. **Food Hydrocol.** 14:319-326

Chen, S., and Nissinovitch, A. 2000b.Galactomannans in disturbances of structured wax-hydrocolloid-based coating of citrus fruit (easy-peelers). **Food Hydrocol.** 14:561-568

Chen, S., and Nissinovitch, A.2001. Permeability and roughness determinations of wax-hydrocolloid coating, and their limitations in determining citrus fruit overall quality. **Food Hydrocol.** 15:127-137

Chien, P.J., Sheu, F., Lin, H.R. 2007. Coating citrus (Murcott tangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. **Food Chem.** 100:1160-1164

Cisneros-Zevallos L, Saltveit M, and Krochta J. 1994. Modified atmospheres of fruits and vegetables as affected by physico-chemical properties of biopolymer solutions. **IFT annual meeting, book of abstracts,** Atlanta, Ga.: IFT. p 102

Cisnero-Zevallos, L. and Krochta, J.M. 2003. Dependence of coating thickness on viscosity of coating solution applied to fruits and vegetables by dipping method. **J. Food Sci** 68:503–510

Davis, P.L., and Hofmann, R.C. 1973. Effects of coatings on weight loss and ethanol buildup in juice of oranges. **J. Agric.Food Chem.** 21: 455-458.

Garcia-Mina, F.J.M., Cenoz, I.S., Zamarreno, A.A., and Garcia, C.R. 2001. **Natural source composition for the control of post-harvest pathologies and method of application.** Eur. Pat. 1106070.

Grant, L.A. and Burns, J. 1994. Application of coatings. In: **Edible Coatings and Films to Improve Food Quality.** Krotcha, J.M., Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M. (Eds). Technomic Publishing Co., Lancaster, PA pp. 189-200.

Hardenburg, R.E. 1967. Wax and Related Coatings for Horticultural Products. A Bibliography. **Agr. Res. Bull.** 15-51, Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agric.

Hagenmaier, R.D., and Shaw, P.E. 1991. Permeability of shellac coatings to gases and water vapor. **J. Agric.Food Chem.** 39:825-829.

Hagenmaier, R.D., and Shaw, P.E. 1992. Gas permeability of fruit coating waxes. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 117:105-109.

Hagenmeier R, Baker R. 1993. Reduction in gas exchange of citrus fruit by wax coatings. **J. Agric Food Chem.** 41:283-287.

Hagenmaier, R.D., and Baker, R.A. 1994a. Internal gases, ethanol content and gloss of citrus fruit coated with polyethylene wax, carnauba wax, shellac or resin at different application levels. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 107:261-265.

Hagenmaier, R.D., and Baker, R.A. 1994b. Wax microemulsions as citrus coatings. **J. Agric. Food Chem.**42:899-902.

Hagenmaier, R.D., and Baker, R.A. 1996. Edible coatings from candelilla wax microemulsions. **J. Food Sci.** 61:562-565.

Hagenmaier, R.D., and Baker, R.A. 1997. Edible coatings from morpholine-free wax microemulsions. **J. Agric. Food Chem.** 45:349-352.

Hagenmaier, R.D. 1998a. **Selection of 'wax' coatings on criteria other than short-term gloss.** University of Florida Cooperative Extension Service. Packinghouse Newsletter No.182, May.

Hagenmaier , R.D. 1998b. Wax microemulsion formulations used as fruit coatings. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 111:251-255.

Hagenmaier, R.D. 2002. The flavor of mandarin hybrids with different coatings. **Postharvest Biology and Technol.** 24: 79-87.

Hagenmaier, R.D., and Shaw, P.E. 2002. Changes in volatile components of stored tangerines and other specialty citrus fruits with different coatings. **J. Food Sci.** 67(5):1742-1745.

Hagenmaier, R.D. 2005. A comparison of ethane ethylene and CO2 peel permeance for fruit with different coatings. **Postharvest Biology and Technol.** 37: 56-64.

Kantahan, C. 2546. **Effect of chitosan coating on storability of tangerine orange.** M.E. Thesis, Food engineering department, Faculty of engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand.

Kaplan, H. J. 1986. "Washing Waxing and Color Adding." In: **Fresh Citrus Fruits.** Wardowski, W.F., Nagy, S. and Grierson, W. (Eds). Westport, CT. Avi. Publ. pp 379-395.

McGuire, R. G. 1999. Evaluation of shellac and sucrose ester fruit coating formulations that support biological control of post-harvest grapefruit decay. **Biocontrol Science and Technology** 9: 53-65.

McGuire, R.G., and Hagenmaier, R.D. 1996. Shellac coatings for grapefruits that favor biological control of Penicillium digitatum by Candida oleophila. **Biological Control** 7: 100-106.

Meheriuk M, Lau O. 1988. Effect of two polymeric coatings on fruit quality of Bartlett and d'Anjou pears. **J. Am Soc Hort Sci** 113:222-6.

Meléndez-Martínez, A J., Britton, G., Vicario, I. M. and Heredia, F. J. 2007. Relationship between the colour and the chemical structure of carotenoid pigments. **Food Chem.** 101:1145-1150

Nisperos-Carriedo, M.O. 1994. Edible coatings and films based on polysaccharides. In: **Edible Coatings and Films to Improve Food Quality**. Krotcha, J.M., Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M. (Eds). Technomic Publishing Co., Lancaster, PA pp. 305-336

Ophardt, C.E. 2003. **Alcohol metabolism**, Virtual chembook, (Available) www.elmhurst.edu/~chm/vchembook/642alcoholmet.html

Park, H.J., Chinnan, M.S., and Shewfelt, L. 1990. **Effect of corn zein film coating on the storage life of tomatoes**. Paper No.291. 51st Annual Meeting of Inst. Food Technol., Anaheim, Ca, June 16-20.

Park H, Chinnan M, Shewfelt R. 1994a. Edible coating effects on storage life and quality of tomatoes. **J. Food Sci.** 59:568-570.

Park H, Bunn J, Vergano P, Testin R. 1994b. Gas permeation and thickness of the sucrose polyester Semperfresh coatings on apples. **J. Food Proc Preserv.** 8:349-358.

Park, H.J. 1999. Development of advanced edible coatings for fruits. **Trends in Food Sci and Tech.** 10: 254-260.

Petracek, P.D., Hagenmaier, R.D., and Dou H. 1999. Waxing effects on citrus fruit physiology. In: **Advances in postharvest diseases and disorders control of citrus fruit**. pp.71-92.

Potjewijd, R., Nisperos, M.O., Burns, J.K., Parish, M., and Baldwin, E.A. 1995. Cellulose-based coatings as carriers for *Candida guillermondii* and *Debaryomyces* sp. in reducing decay of oranges. **HortScience.** 30:1417-1421.

Trout S, Hall E, Sykes S. 1953. Effects of skin coatings on the behaviour of apples in storage. I. Physiological and general investigations. Aust J Agric Res 4:57-81.

Tsao, R., and Zhou, T. 2000. Antifungal activity of monoterpenoids against postharvest pathogens *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructicola*. **J. Essent. Oil Res.** 12:113-121.

Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., and Joyce, D. 1998. **Postharvest of Fruit, Vegetables, and Ornamentals.** 4th Edition, UNSW Press. 262pp.

ภาคผนวก ก
วิธีการวิเคราะห์

ก.1 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

วิธีการวิเคราะห์

ใช้เข็มสำหรับฉีดตัวอย่างเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (GC) ดึงตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกึ่งกลางผลส้มจำนวน 1 มิลลิลิตร แล้วฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (GC-8A Shimadzu, Japan) ต่อคอลัมน์ Porapak Q ใช้ Thermal conductivity detector (TCD) เป็นตัวตรวจวัด ใช้ Helium เป็นก๊าซตัวพาอัตราการไหล 50 ml/min อุณหภูมิคอลัมน์ 60°C อุณหภูมิ injector 100°C และเปิด detector ที่ 90 mA ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์รายงานเป็นเปอร์เซ็นต์

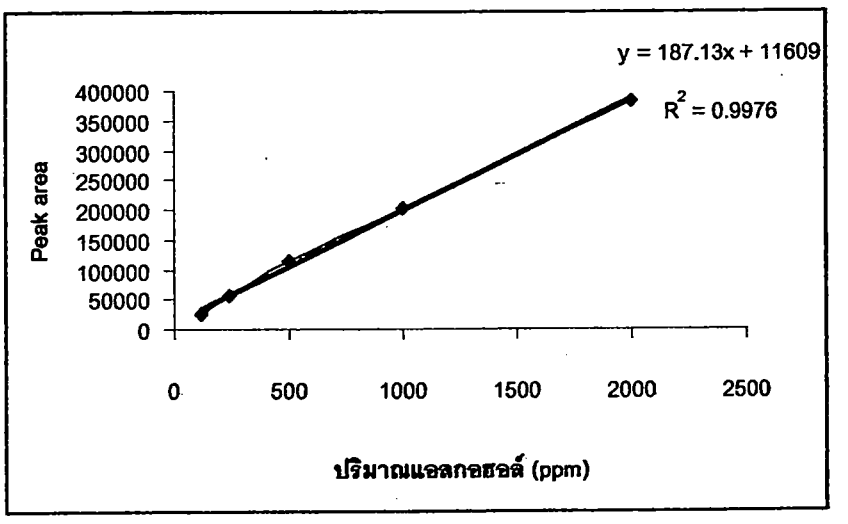
ก.2 ปริมาณอะเซตาดีไฮด์และแอลกอฮอล์

การเตรียมตัวอย่าง

คั้นน้ำส้มจากส้มจำนวน 5 ผลต่อการทดลอง นำน้ำส้มที่ได้ไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 10000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4°ซ. เป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นนำส่วนใสมากรองผ่านแผ่นกรอง 0.45 µm นำน้ำส้มที่ได้ไปวิเคราะห์

วิธีการวิเคราะห์

ฉีดตัวอย่างน้ำส้มที่ได้ 3 ไมโครลิตร เข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (GC-8A Shimadzu, Japan) ที่ต่อคอลัมน์ BX-10 ใช้ตัวตรวจวัดแบบ flame ionization detector (FID) ใช้ Helium เป็นก๊าซตัวพาอัตราการไหล 50 ml/min อุณหภูมิคอลัมน์ 85°C อุณหภูมิ injector และ detector 100°C



กราฟแอลกอฮอล์มาตรฐาน

ก.3 การสูญเสียน้ำหนัก

วิธีการ

ชั่งน้ำหนักส้มจำนวน 5 ผล ต่อการทดลอง ทุก ๆ 5 วัน เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก คำนวณจาก

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น-น้ำหนักหลัง}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}}$$

ก.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส
แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ชื่อ.....วันที่.....

ตัวอย่าง น้ำส้ม

คำชี้แจง: ทดสอบตัวอย่างทีละตัวอย่างจากซ้ายไปขวาให้คะแนนการยอมรับในแต่ละคุณลักษณะ

คำอธิบายคะแนนการยอมรับ

1 = ไม่ยอมรับ

2 = ยอมรับได้บ้าง

3 = ยอมรับได้ปานกลาง

4 = ยอมรับได้ดี

5 = ยอมรับได้ดีมาก

สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
การยอมรับโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข
เครื่องเคลือบผิวส้ม

เครื่องเคลือบผิวส้ม