ผลของสารเคลือบผิวเชลแลคและโซเดียมไบคาร์บอเนตต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา*Penicillium digitatum* บนส้มสายน้ำผึ้ง

Effect of Shellac and Sodium bicarbonate Content on *Penicillium digitatum* of Tangerine (*Citrus reticulata* cv. Sai Nam Peung)

พรชัย ราชตะพันธุ์[1*] ทัศนา ใจบุญ[1] และ เพ็ญจันทร์ วิยะ[1]
Pornchai Rachtanapun[1*], Tassana Jaiboon[1] and Penjun wiya[1]

Abstract

The effect of shellac concentrations (0.5, 1.0, 1.5 and 2.0% w/v of ethanol 95%) on the shelf-life of Sai Nam Peung *tangerine* was evaluated. Tangerine coated with shellac 1% (w/v of ethanol 95%) gave the best result. The effect of sodium bicarbonate (SBC) concentrations (1.0, 2.0, 3.0, and 4.0%w/v) on *Penicillium digitatum* was also determined by examining the inhibition capacity on potato dextrose agar (PDA). SBC concentration above 2.0% could completely inhibit the growth of P. *digitatum*. Next, P. *digitatum* was inoculated on tangerine and dipped in SBC solvent (1, 2, 3 and 4%w/v) for 5 minutes. The tangerine with 4% (w/v) SBC effectively inhibited the green mold rot. Effect of 1.0% shellac concentration combined with various SBCs (1, 2, 3 and 4%w/v) at 25±2°C, 65-75%RH for 15 days was studied as well. The results indicated that tangerine treated with 1.0% shellac and 2.0% SBC gave the optimum outcome in reducing the incidence of green mold rot, weight loss while maintaining the quality of tangerine.

Keywords: tangerine, shellac, sodium bicarbonate

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50100
[1]Division of Packaging Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai 50100
รับเรื่อง: กันยายน 2553
*Corresponding author: p.rachta@chiangmai.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาผลความเข้มข้นของสารเคลือบผิวเซลแลค(0.5 1.0 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ในเอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์) ต่ออายุการวางจำหน่ายส้มสายน้ำผึ้ง พบว่าที่ความเข้มข้นของเซลแลค 1.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของส้มได้ดีที่สุด นอกจากนี้ยังทำการศึกษาผลความเข้มข้นของโซเดียมไบคาร์บอเนต 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 เปอร์เซ็นต์ต่อการควบคุมการเกิดโรคราเขียวในส้มสายน้ำผึ้ง โดยการทดลองนี้ได้ทำการตรวจสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Penicillim digitatum* บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) พบว่าที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 2 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการงอกของสปอร์ได้อย่างสมบูรณ์ จากนั้นทำการปลูกเชื้อบนผลส้มแล้วจุ่มในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 5 นาที พบว่าที่ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเกิดโรคราเขียวบนผลส้มได้ดีที่สุด ดังนั้นจึงศึกษาการเคลือบผิวส้มด้วยเซลแลคความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ (1.0 2.0 3.0 และ 4.0 เปอร์เซ็นต์) โดยเก็บที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65-75 เป็นเวลา 15 วัน จากผลการศึกษาดังกล่าว

สรุปได้ว่าผลส้มที่เคลือบด้วยเซลแลคความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ เป็นสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการลดการเกิดโรคราเขียว การสูญเสียน้ำหนัก และคงคุณภาพของผลส้มสายน้ำผึ้ง

คำนำ

ส้มเขียวหวาน *(Citrus reticulate)* เป็นส้มพันธุ์หนึ่งที่มีการปลูกในทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะภาคเหนือซึ่งมีอากาศหนาวเย็นจะช่วยให้ผิวของผลส้มมีสีเหลืองส้มมากขึ้น โดยเฉพาะจังหวัดเชียงใหม่มีการผลิตมากที่สุดในภาคเหนือซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกส้มประมาณ 67,221 ไร่ เป็นส้มที่ให้ผลผลิตแล้ว 63,721 (สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่, 2553) ปัญหาที่เกิดกับส้มส่วนใหญ่มักเกิดหลังจากการเก็บเกี่ยวระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง เป็นผลมาจากกระบวนการหายใจและคายน้ำซึ่ง เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ส้มเสื่อมคุณภาพ ทั้งนี้เนื่องจากส้มมีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 80-90 ดังนั้นการสูญเสียน้ำ เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้น้ำหนักลดลง เกิดการเหี่ยว เสียรูปทรง และอาจมีผลต่อปฏิกิริยาเคมีทำให้เสียรสชาติ (Aharoni *et al.,* 1997) ซึ่งจะส่งผลให้อายุการเก็บรักษาของส้มสั้นลง การยืดอายุการเก็บรักษาของส้มทำได้โดยการชะลอการเปลี่ยนแปลงที่นำไปสู่การเสื่อมเสียคุณภาพ ได้แก่ การควบคุมอัตราการหายใจ และการคายน้ำให้น้อยที่สุด การควบคุมกระบวนการเหล่านี้สามารถทำได้หลายวิธี เช่น ใช้ความเย็น (Sønsteby *et al.,* 2008) การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (Zheng *et al.,* 2008) และการเคลือบผิว (Rojas-Grau *et al.,* 2007) การใช้สารเคลือบเป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรและผู้ประกอบการนิยมใช้ในการเก็บรักษาคุณภาพของส้มหลังการเก็บเกี่ยว เนื่องจากสารเคลือบผิวจะช่วยลดอัตราการหายใจ การแลกเปลี่ยนก๊าซ ลดการสูญเสียสารอาหาร ลดอัตราการคายน้ำ และยังช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเน่าเสีย อีกทั้งยังสามารถเพิ่มความมันวาวให้กับผลไม้ทำให้ดึงดูดใจผู้บริโภคอีกด้วย (Limmatvapirat *et al.,* 2008) เซลแลคเป็นสารเคลือบผิวที่ได้จากมูลของครั่ง มักนำมาใช้ในการเคลือบผิวผัก ผลไม้ ยาและอาหาร เนื่องจากเป็นสารสกัดจากธรรมชาติและเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง (Wang *et. al.,* 2008) โดยส่วนใหญ่แล้วมักถูกนำมาใช้ร่วมกับสารเคลือบผิวในพืชตระกูลส้ม (Hagenmaier, 2002) และ แอปเปิ้ล (Bai *et al.,* 2002) เพราะมีความมันวาวและ

สามารถป้องกันการสูญเสียน้ำได้ดี ซึ่งช่วยคงคุณภาพของส้มโดยการชะลออัตราการหายใจและการเสื่อมสภาพได้ดี (Limmatvapirat *et al.*,2007)

นอกจากนี้ยังพบปัญหาหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ โรคเน่าราสีเขียวของส้ม (green mold rot) มีสาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Penicillium digitatum* ซึ่งโรคสามารถแพร่กระจายจากผลหนึ่งไปยังอีกผลหนึ่งได้จากการสัมผัสกับผลที่เป็นโรค โดยโรคจะเข้าทางบาดแผลหรือรูเปิดทางธรรมชาติของผิวส้ม และแพร่กระจายในแปลงปลูกหรือจากโรงคัดบรรจุได้ เชื้อรา P. *digitatum* สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส (Zhanga, 2007) การยับยั้งการเจริญของเชื้อราในส้มสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้สารสกัดกึ่งบริสุทธิ์จากขมิ้น (Aplsarlyakul *et al.,* 1995) และเอทธานอล (Karabulut *et al.,* 2005) สารประกอบเกลือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร หนึ่งในสารประกอบเกลือที่ถูกเลือกมาใช้คือ โซเดียมไบคาร์บอเนต ซึ่งมักถูกใช้ในการควบคุมค่า pH รักษารสชาติ และเนื้อสัมผัสของอาหาร อีกทั้งยังเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคในพืชได้หลายชนิด (Karabulut *et al.,* 2006) โดยมีรายงานว่ามีคุณสมบัติในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวในพืชตระกูลส้ม (Hagenmaire, 2002) มะนาว (Aharoni *et al.,* 1997) เชอร์รี่ (Ippolito *et al.,* 2005) และแอปเปิ้ล (Karabulut *et al.,* 2006) ข้อดีอีกประการหนึ่งของโซเดียมไบคาร์บอเนต คือเป็นสารที่มีราคาถูก ซึ่งเกษตรกรและผู้ประกอบการทั่วไปสามารถนำมาใช้ได้โดยไม่กระทบถึงต้นทุนมากนัก จากงานวิจัยที่ผ่านมามีการนำสารเคลือบผิวมาใช้ร่วมกับสารยับยั้งการเกิดเชื้อรากันอย่างแพร่หลาย เช่น การใช้สารเคลือบผิวร่วมกับเอทธานอลและโพแทสเซียมซอร์เบตในการยืดอายุการเก็บรักษาองุ่น (Karabulut *et al.,* 2005) การใช้สารเคลือบผิวร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการยืดอายุการเก็บรักษาของแอปเปิ้ล (Karabulut *et al.,* 2006) และการใช้สารเคลือบผิวไคโตซานร่วมกับสารสกัดจากขมิ้นเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาส้ม (Knewhom *et al.,* 2008) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการนำเชลแลคและโซเดียมไบคาร์บอเนตมาใช้ร่วมกันเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของส้ม ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาอิทธิพลของสารเคลือบผิวเชลแลคในการรักษาคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้งร่วมกับการใช้สารยับยั้งการเกิดเชื้อราในส้มโดยใช้เกลือโซเดียมไบคาร์บอเนตเพื่อเป็นทางเลือกในการยืดอายุการเก็บรักษาส้มสายน้ำผึ้งหลังการเก็บเกี่ยว

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคลือบผิวเชลแลค

ส้มพันธ์สายน้ำผึ้งเบอร์ 3 ซึ่งรวบรวมจากเกษตรกรในเขตพื้นที่ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ทำการล้างด้วยน้ำสะอาดแล้วผึ่งให้แห้ง เก็บที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65-75

เตรียมสารเคลือบผิว โดยการละลายเชลแลค (Bleached shellac, บริษัท เวิร์ค อินโนเวชั่น จำกัด) ในเอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ (Northern Chemical and glassware, Thailand) ที่ความเข้มข้น 0.5 1.0 และ 1.5% (w/v) ตามลำดับ จากนั้นทำการพ่นสารละลายของเชลแลคลงบนผลส้มแล้วเช็ดให้ทั่วผล ผึ่งให้แห้งและบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูกขนาด 47×37×20 เซนติเมตร ซึ่งทำการเจาะรูขนาด 5 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่กล่องทั้งหมด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65-75 เป็นเวลา 15 วัน ติดตามการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส(ดัดแปลงจาก Knewhom *et al.,* 2008)

การทดสอบประสิทธิภาพของโซเดียมไบคาร์บอเนตต่อการเจริญของเชื้อ P. *digitatum* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Agar Dextrose (PDA)

ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อ P. *digitatum* ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA, HiMedia Laboratories PVt. Ltd.) ร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$, Northern Chemical and glassware, Thailand) ที่ความเข้มข้น 0.5 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยการย้ายเส้นใยบริสุทธิ์ของเชื้อรา P. *digitatum* ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อและบ่มที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน บันทึกการเจริญของเชื้อรา โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อ P. *digitatum* (ดัดแปลงจาก Wang *et. al.,* 2008)

การทดสอบประสิทธิภาพของเกลือโซเดียมไบคาร์บอเนตร่วมกับสารเคลือบผิวในการควบคุมโรค green mould rot โดยการปลูกเชื้อ P. *digitatum* บนผลส้ม

ศึกษาผลในการยับยั้งเชื้อรา P. *digitatum* ของเกลือโซเดียมไบคาร์บอเนตบนผลส้ม โดยการทำแผลที่ขั้วผลส้ม แล้วหยดสารแขวนลอยของสปอร์ $1x10^5$ สปอร์/มิลลิลิตร ปริมาณ 10 ไมโครลิตร ลงบริเวณขั้วที่ทำแผล รอให้เชื้อเจริญเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำไปแช่ในสารละลายจากโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 5 นาที ก่อนเก็บที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90–95 เป็นระยะเวลา 5 วัน ติดตามการเจริญของเชื้อราบนผลส้ม (ดัดแปลงจาก Wang *et. al.,* 2008)

การทดสอบประสิทธิภาพของโซเดียมไบคาร์บอเนตร่วมกับสารเคลือบผิวในการรักษาคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง

คัดเลือกระดับความเข้มข้นสารเคลือบผิวเซลแลคที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการควบคุมการสูญเสียคุณภาพ จากการทดลองก่อนหน้านี้มาทดสอบร่วมกับสารยับยั้งเชื้อราโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจุ่มผลส้มในสารละลายของโซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นทำการเคลือบผิวด้วยเซลแลคแล้วผึ่งให้แห้งก่อนบรรจุลงในกล่องลูกฟูกขนาด 47×37×20 เซนติเมตร ซึ่งทำการเจาะรูขนาด 5 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่กล่องทั้งหมดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65-75 เป็นระยะเวลา 15 วัน ติดตามการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง และการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ดัดแปลงจาก Karabulut *et al.,* 2006)

ผลและวิจารณ์

ผลการทดลองที่ 1 ประสิทธิภาพของสารเคลือบผิวเซลแลคการสูญเสียน้ำหนัก (Weight Loss)

การศึกษาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของส้มในช่วงการเก็บรักษา 15 วัน พบว่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของส้มใน ช่วง 6 วันแรกของการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกันมากนักในแต่ละชุดการทดลอง หลังจากนั้นจึงจะเริ่มเห็นความแตกต่างกันอย่างชัดเจนโดยส้มที่เคลือบผิวด้วยเซลแลคความเข้มข้น 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าส้มที่ไม่เคลือบผิวซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนักมากถึง 19.05 เปอร์เซ็นต์ในระยะเวลา 15 วัน เป็นผลให้ส้มเกิดการเหี่ยวและสูญเสียรสชาติดังแสดงใน Figure 1 ซึ่งสอดคล้องกับ (Rojas-Grau *et al.,* 2007) รายงานว่าการเพิ่มปริมาณของเซลแลคในสารเคลือบผิวช่วยลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของส้มได้ เพราะเซลแลคสามารถต้านทานการซึมผ่านของน้ำได้ดี

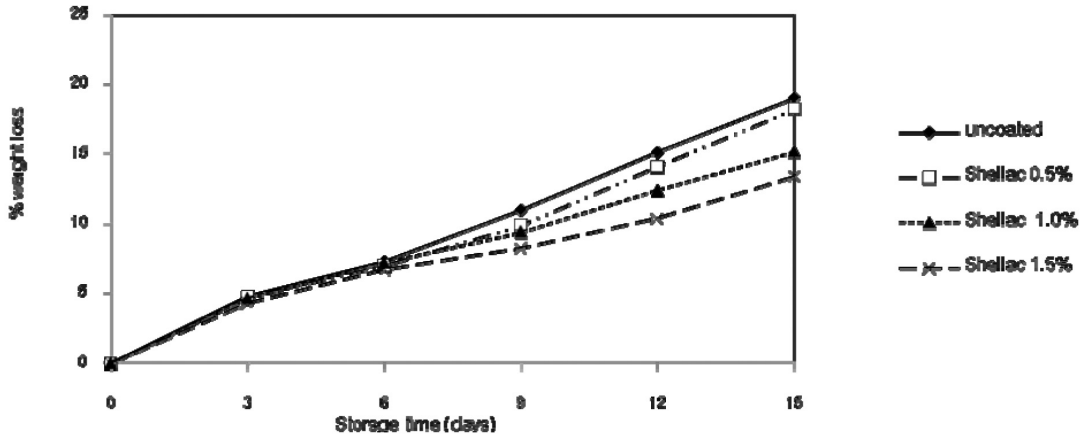

Figure1 Weight loss of tangerine fruits coated with shellac during storage at 25°C 65-75% RH for 15 days.

Table 1 Changes in total soluble solids and titratable acidityof tangerine fruits coated with shellac during storage at 25°C 65-75% RH for 15 days.

Treatment	TSS (°Brix)		TA (ml)	
	Day 0	Day 15	Day 0	Day 15
uncoated	11.29±1.38 [a]	12.59±0.10 [a]	8.90±1.27 [a]	8.7±1.91 [a]
shellac0.5%	11.29±1.38 [a]	13.01±0.99 [a]	8.90±1.27 [a]	9.63±2.50 [a]
shellac1.0%	11.29±1.38 [a]	13.17±0.24 [a]	8.90±1.27 [a]	6.97±2.74 [a]
shellac1.5%	11.29±1.38 [a]	11.66±1.92 [a]	8.90±1.27 [a]	7.31±1.61 [a]

Note: [a] different letter in the same column indicate significant differences among formulation (p<0.05)

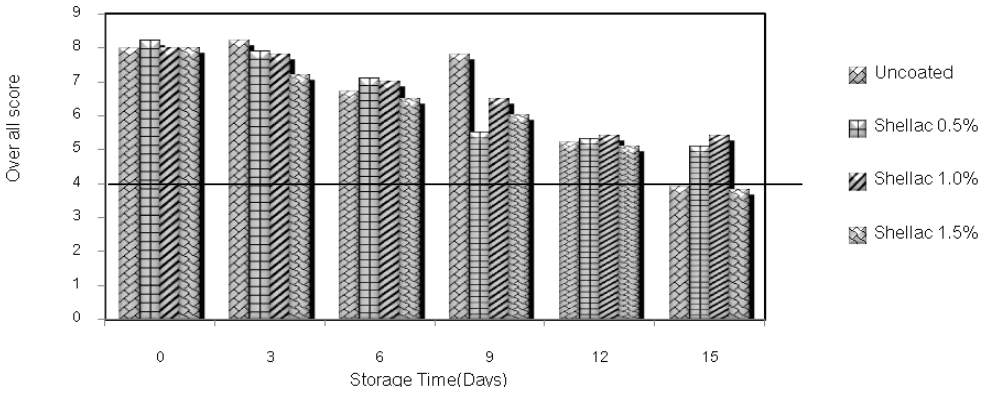

Figure 2 Effect of sensory of tangerine fruits coated with shellac during storage at 25°C 65-75% RH for 15 days.

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (Total Soluble Solids, TSS) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Tritratable Acidity, TA)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็ง ที่ละลายได้ในน้ำของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำของส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว และส้มที่เคลือบผิวด้วยเซลแลคไม่มีความแตกต่างกัน (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับ Aharoni *et* al. (1997) รายงานว่าปริมาณน้ำตาลในเมลอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของส้มที่ไม่ได้เคลือบผิวและผลส้มที่เคลือบผิวไม่มีความแตกต่างกัน (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับ Bai *et al.* (2003) รายงานว่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของแอปเปิ้ลที่ไม่ได้เคลือบผิวและแอปเปิ้ลที่เคลือบผิวไม่มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญหลังจากการเก็บรักษา

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)

คะแนนการทดสอบทางด้านความชอบโดยรวมของผู้บริโภคในทุกๆ 3 วันของการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าผู้บริโภคไม่ให้การยอมรับส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวและส้มที่เคลือบด้วยเซลแลค 0.5 เปอร์เซ็นต์ เพราะผิวส้มเกิดการเหี่ยวและไม่สวยงามเนื่องจากการสูญเสียน้ำหนักและการคายน้ำของผลส้ม (Aharoni *et al.,* 1992) ดังแสดงใน Figure 2 ส่วนส้มที่เคลือบผิวด้วยเซลแลค 1.5 เปอร์เซ็นต์เกิดกลิ่นหมักในผลส้มตั้งแต่วันที่ 9 ของการเก็บรักษาซึ่งส่งผลให้เกิดรสชาติที่ไม่พึงประสงค์ ในขณะที่ส้มที่เคลือบผิวด้วยเซลแลค 1.0 เปอร์เซ็นต์ยังอยู่ในช่วงที่บริโภคยอมรับได้ดังแสดงใน Figure 2

ผลการทดลองที่ 2 ประสิทธิภาพของโซเดียมไบคาร์บอเนตต่อในการควบคุมโรคราเขียว

การใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตในการยับยั้งเชื้อ P. *digitatum* บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่าเชื้อราสามารถเจริญได้ตั้งแต่วันแรกของการปลูกเชื้อในชุดควบคุม ส่วนชุดการทดลองที่ผสมสารโซเดียมไบคาร์บอเนตสามารถชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อได้และที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 1.0 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปสามารถยับยั้งการเจริญของ*เชื้อ* P. *digitatum* ได้โดยสมบูรณ์ (Table 2) ดังนั้นจึงทำการเลือกความเข้มข้นตั้งแต่ 1 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปมาทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา P. *digitatum* บนผลส้มเขียวหวาน พบว่าเชื้อรา P. *digitatum* สามารถเจริญเติบโตและเกิดสปอร์ของเชื้อราเขียวได้ทุกความเข้มข้น ซึ่งบนชุดควบคุมพบสปอร์มากที่สุด แต่ที่ความเข้มข้น 4.0 เปอร์เซ็นต์ของโซเดียมไบคาร์บอเนตสามารถยับยั้งการเกิดสปอร์ได้ดี โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (Table 3) สอดคล้องกับการทดลองของ Obagwu *et al.* (2003) รายงานว่าสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ช่วยลดการเกิดโรคราเขียวและราสีน้ำเงินในผลส้มและมะนาวได้

ผลการทดลองที่ 3 การใช้เคลือบผิวเซลแลคร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนต

การสูญเสียน้ำหนัก (Weight Loss)

ส้มที่เคลือบผิวด้วยเซลแลคเพียงอย่างเดียว มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด และเมื่อเทียบกับส้มที่เคลือบด้วยเซลแลคร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ กลับพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของส้มมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น เมื่อทำการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมคาร์บอเนต ทั้งนี้อาจเกิดเนื่องจากโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ใช้ไปทำให้เกิดช่องว่างในสารเคลือบ ซึ่งส่งผลให้ส้มเกิดการสูญเสียน้ำได้มากกว่าเคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว Figure 3 เช่นเดียวกับ (Aharoni *et al.,* 1997) ทดลองใช้สารประกอบเกลือโพแทสเซียมไนเตรทร่วมกับสารเคลือบผิว พบว่าที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 3.0 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของพริกหยวกเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับการใช้สารเคลือบเพียงอย่างเดียว

Table 2 Effect of Sodium bicarbonate (SBC) on growth of *Penicillium digitatum* on PDA at 25-30°C for 5 days.

Treatment	colony diameter (mm)				
	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5
Control	0.46± 0.88 [a]	0.64±0.07 [a]	1.47±0.14 [b]	2.66±0.12 [b]	3.65±0.23 [b]
SBC 0.5%	0.00	0.00	0.39± 0.80 [a]	0.72±0.13 [a]	0.80± 0.04 [a]
SBC 1%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SBC 2%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SBC 3%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SBC 4%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Note: [a,b] different letter in the same column indicate significant differences among formulation (p<0.05).

Table 3 Effect of Sodium bicarbonate (SBC) on decay of tangerine fruits caused by *Penicillium digitatum* at 25°C 90-95% RH for 7 days.

treatment	Spore level (score)				
	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7
control	1.45±0.23[b]	3.6±0.28[c]	4.18±0.35[c]	4.95±0.1[c]	5.00±0.00[d]
SBC1%	0.25±0.35[a]	2.10±0.56[b]	2.65±0.49[b]	4.15±0.49[c]	4.88±0.18c[d]
SBC2%	0.55±0.5[b]	1.25±0.433[b]	2.07±0.40a[b]	3.02±0.58[b]	4.17±0.29[c]
SBC3%	0.05±0.71[a]	1.15±0.92[b]	2.00±0.71a[b]	2.95±0.28[b]	3.65±0.14[b]
SBC4%	0.00[a]	0.13±0.17[a]	1.25±0.35[a]	1.68±0.53[a]	2.13±0.88[a]

Note: [a,b,c,d] different letter in the same column indicate significant differences among formulation (p<0.05).

Spore level

0 = no spore

1= 1-15 percentage of spore on tangerine surface

2= 16-25 percentage of spore on tangerine surface

3 = 26-50 percentage of spore on tangerine surface

4 = 51-75 percentage of spore on tangerine surface

5 = 76-100 percentage of spore on tangerine surface

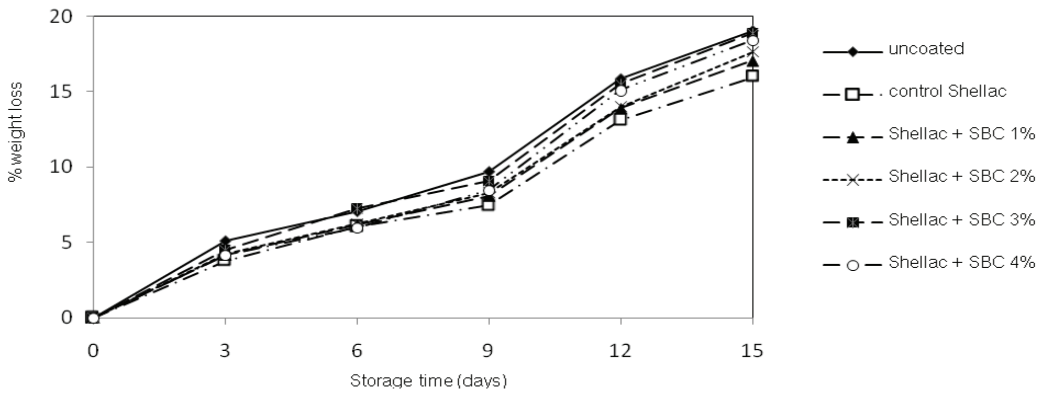

Figure 3 Changes in weight loss of tangerine fruits coated with shellac and sodium bicarbonate concentrations (SBC) during storage at 25°C 65-75% RH for 15 days.

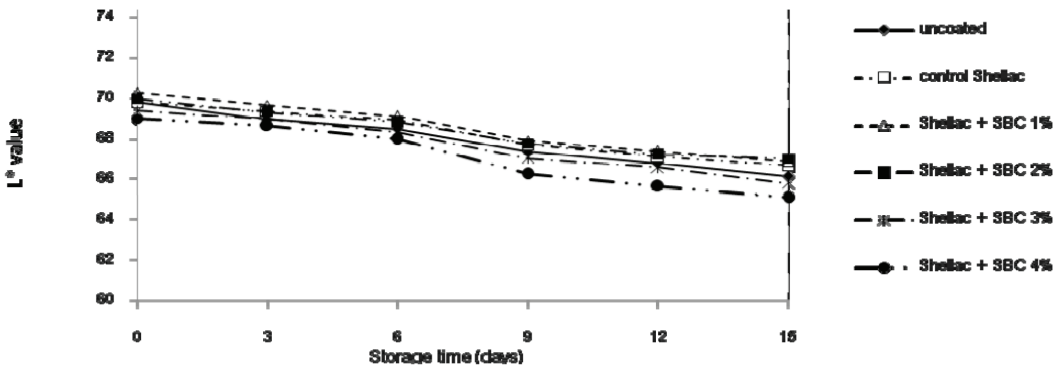

Figure 4 Changes in L* value of tangerine fruits coat with shellac and sodium bicarbonate concentrations (SBC) during storage at 25°C 65-75% RH for 15 days.

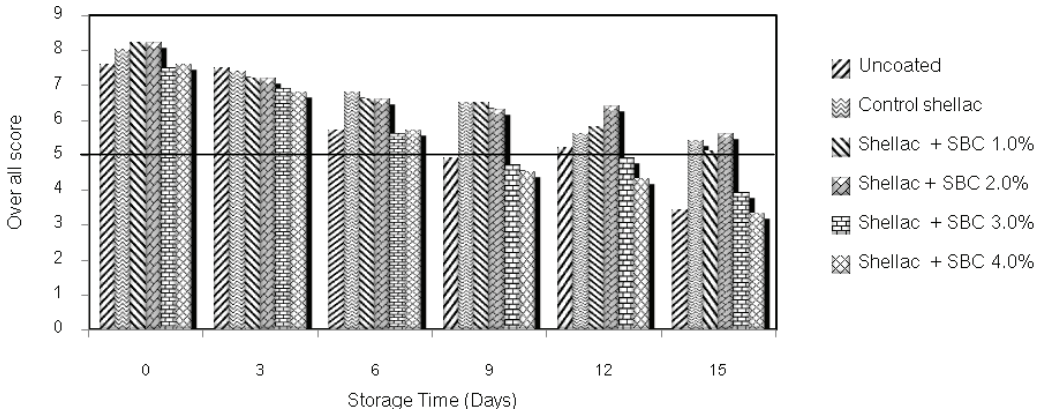

Figure 5 Effect of sensory of tangerine fruits coat with shellac and sodium bicarbonate concentrations (SBC) during storage.

การเปลี่ยนแปลงสี (L* value)

การใช้สารเคลือบผิวจะทำให้ผิวส้มมีค่าความสว่างสูงขึ้นเมื่อเทียบกับส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว ส่วนการใช้สารเคลือบผิวเชลแลคร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนต ที่ความเข้มข้น 1.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ไม่ส่งผลกระทบต่อความสว่างของส้มแต่อย่างใด ในทางตรงกันข้ามกลับพบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมไบคาร์บอเนตตั้งแต่ 3.0 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป จะทำให้เกิดคราบสีขาวของโซเดียมไบคาร์บอเนตบนผิวส้ม ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อผลส้มและส่งผลให้ผลส้มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (Aharoni.1997) เมื่อนำทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงใน Figure 4

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (Sensory Quality)

ส้มที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยเชลแลค ร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 3.0 และ 4.0 เปอร์เซ็นต์ เกิดรอยคล้ำและเหี่ยวอย่างรวดเร็ว ซึ่งส่งผลให้สูญเสียรสชาติและผู้บริโภคไม่ให้การยอมรับเนื่องจากสีผิวดูผิดแผกไปจากธรรมชาติ ทำให้มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ และผู้บริโภคไม่ยอมรับในวันที่ 9 ของการเก็บรักษาซึ่งถือว่าทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นกว่าการจุ่มด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 1.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Aharoni, (1997) พบว่าผลเมลอนที่เคลือบด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นสูงกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ส่งผลให้เกิดความเป็นพิษต่อผลไม้ และทำให้ผิวของผลไม้คล้ำ เหี่ยว และไม่สวยงาม

สรุป

ผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวเชลแลคที่ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของส้มได้ดีที่สุด แต่ในทางกลับกันกลับพบว่าทำให้เกิดกลิ่นหมักในผลส้มซึ่งส่งผลให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ส่วนส้มที่เคลือบผิวด้วยเชลแลคความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก และผู้บริโภคยังให้การยอมรับทั้งในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวม จึงสามารถสรุปได้ว่าส้มที่เคลือบผิวด้วยเชลแลคความเข้มข้น1.0 เปอร์เซ็นต์สามารถคงคุณภาพของส้มได้ดีที่สุด ในระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 15 วัน ประสิทธิภาพการยับยั้งการเกิดโรคราเน่าสีเขียวในส้มหลังการเก็บเกี่ยวโดยสารละลายของโซเดียมไบคาร์บอเนต สามารถยับยั้งการเจริญของสปอร์ได้อย่างสมบูรณ์ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 1.0 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป แต่เมื่อ

ทำการปลูกเชื้อบนผลส้มกลับพบว่าที่ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์สามารถชะลอและลดปริมาณการทำลายของเชื้อเกิดเชื้อ *Penicillium digitatum* ได้ดีกว่าทุกความเข้มข้น ในทางกลับกันเมื่อนำเชลแลค 1.0 เปอร์เซ็นต์มาใช้ร่วมโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ กลับพบว่าผลส้มเกิดการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของโซเดียมไบคาร์บอเนต และที่ความเข้มข้น 3.0 และ 4.0 เปอร์เซ็นต์กลับทำให้เกิดคราบสีขาวของโซเดียมไบคาร์บอเนตบนผิวส้มซึ่งส่งผลให้ผิวส้มคล้ำเสีย และสูญเสียน้ำหนักเร็วขึ้น จากการทดลองดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า การใช้สารเคลือบผิวเชลแลคความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์เป็นสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ และลดการเกิดโรคราเน่าสีเขียวในส้มสายน้ำผึ้ง

เอกสารอ้างอิง

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. (2545). ประวัติความเป็นมาของส้ม. เล่ม 26, 2545 [ระบบออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK26/chapter7/t26-7-l1.htm#sect4 (วันที่ค้นข้อมูล: 20 มกราคม 2553)

สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่. (2553). สถานการณ์ส้มสายน้ำผึ้ง. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.thaiorc.com/webindex/preview.php?no=0050017.(วันที่ค้นข้อมูล: 1 มกราคม 2553)

Aharoni, Y., E., Fallik, A., Copel, M., Gil, S. Grinberg, and J.D. Klein, (1997). Sodium bicarbonate reduces postharvest decay development on melons. Postharvest Biology and Technology. 10, 201–206.

Alkalai-Tuviaa, S., Brandeisb, E., Fallika, E., Larkovb, O., Ravidb, U. and Shaloma, Y. (2005). External, internal and sensory traits in Galia-type melon treated with different waxes. Postharvest Biology and Technology. 36,69–75.

Aplsarlyakul, A., N. Vanittanakom, and D. Buddhasukh, (1995). Antifungal activity of turmeric oil extracted from *Curcuma longa.* (Zingiberaceae), Ethnopharmacology. 49, 163-169.

Bai, J., V., Alleyne, R. D., Hagenmaier, J. P. Mattheis, and E. Baldwin, A.(2003). Formulation of zein coating for apples. Postharvest Biology and Technology. 28, 259-268.

Bai, J., E.A. Baldwin, and R.D. Hagenmaier, (2002). Alternatives to shellac coatings provide comparable benefits in terms of gloss, internal gases modification, and quality of 'Delicious' apple fruit. Horticultural Science. 37, 559-563.

Hagenmaier, R.D. (2000). Evaluation of a polyethylene – candelilla coating for Valencia' oranges. Postharvest Biology and Technology. 19 ,147–154

Hagenmaier, R.D. (2002). The flavor of mandarin hybrids with different coatings. Postharvest Biology and Technology. 24, 79–87.

Ippolito, A., G., Nigro, I. Pentimone, and L. Schena, (2005). Control of postharvest rots of sweet cherries by pre- and postharvest applications of *Aureobasidium pullulans* in combination with calcium chloride or sodium bicarbonate. Postharvest Biology and Technology. 36, 245–252.

Karabulut, O. A., G., Romanazzi, J. L. Smilanick, and A. Lichter, (2005). Postharvest ethanol and

potassium sorbate treatments of table grapes to control gray mold. Postharvest Biology and Technology. 37, 129–134.

Karabulut, O.A., U. Arslan, and K. Ilhan, (2006). The effect of sodium bicarbonate alone or in combination with a reduced dose of tebuconazole on the control of apple scab. Crop Protection 25, 963–967.

Knewhom, K., L. Luxanapisuth, and S. Sangchot, (2008). Control of green mold rot of citrus caused by *Penicillium digitatum*, with partial purified extract of curcuma and chitosan. Agricultural Science. 39 : 23-26

Limmatvapirat, S., D., Panchapornpon, C.,Limmatvapirat, J., Nunthanid, M. Luangtana-Anan, and S. Puttipipatkhachorn, (2008). Formation of shellac succinate having improved enteric film properties through dry media reaction. Pharmaceutics and Biopharmaceutics. 70, 335–344.

Limmatvapirat,S., C., Limmatvapirat, S., Puttipipatkhachorn, J., Nuntanid, and M. Luangtana-anan (2007). Enhanced enteric properties and stability of shellac films through composite salts formation. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics. 67, 690–698.

Obagwu, J. and L. Korsten, (2003). Integrated control of citrus green and blue molds using *Bacillus subtilis* in combination with sodium bicarbonate or hot water. Postharvest Biology and Teachnology. 28, 187-194

Porat, R., B., Weiss, L., Cohen, A. Daus, and A. Biton, (2005). Effects of polyethylene wax content and composition on taste, quality, and emission of off-flavor volatiles in 'Mor' mandarins. Postharvest Biology and Teachnology. 38, 262–268.

Rojas-Grau, M.A., R.M., Raybaudi-Massilia,R.C., Soliva-Fortuny, R.J., Avena-Bustillos, T.H.McHughb, and Martín-Belloso, O. (2007). Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. Postharvest Biology and Technology. 45, 254–264

Sønsteby, A. and O.M. Heide, (2008). Temperature responses, flowering and fruit yield of the June-bearing strawberry cultivars Florence, Frida and Korona. Horticultural Science. 119, 49-54.

Wang, J., L. Chen, and Y. He, (2008). Preparation of environmental friendly coatings based on natural shellac modified by diamine and its applications for copper protection. Progress in Organic Coatings. 62, 307–312.

Zhanga, J. and L. W. Timmer, (2007). Preharvest application of fungicides for postharvest disease control on early season tangerine hybrids in Florida. Crop Protection. 26, 886–893.

Zheng, Y., Z. Yang, and X. Chen, (2008). Effect of high oxygen atmospheres on fruit decay and quality in Chinese bayberries, strawberries and blueberries. Food Control. 19, 470–474.