

อุปกรณ์เคลือบไขที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาผลส้มโอ

Appropriate Waxing Equipment for Pummelo Storage

บัณฑิต จริโมภาส¹ และ สุทธิพร เนียมหอม

Bundit Jarimopas and Suttiporn Niamhom

ABSTRACT

This research is to determine an appropriate equipment for efficiently waxing pummelo. A laboratory - scale waxing machine with adjustable capacity was built. Experiment was conducted with 2 variable factors (ie. wax - application method and storage time) and three investigated parameters (ie. consumer's acceptance, weight loss and firmness of pummelo). Experiment using conventional chemical spray nozzle (CCSN), conventional paint nozzle (CPN) and hand showed that the wax application was 1.9, 1.6 and 1.6 cc/fruit, respectively. Weight loss of pummelo manually waxed ($\cong 3\%$) was greater than that of CPN (2.7%) and that of CCSN (2.5%). Flesh firmness and consumer acceptance are not significantly different amongst the three wax application methods (Prob. < 0.05), but storage time decreased the firmness significantly (Prob. < 0.05). The waxed pummelo could be stored at least 8 weeks at 25°C room temperature.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งที่จะหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมสามารถเคลือบไขส้มโอได้อย่างมีประสิทธิภาพดี ได้สร้างเครื่องเคลือบไขสำหรับห้องปฏิบัติการที่ปรับสมรรถนะได้ การทดลองกำหนดเงื่อนไขไว้ 2 ประเภท คือ วิธีการเคลือบไข และระยะเวลาเก็บรักษา ตัวแปรที่ถูกตรวจสอบคือ การยอมรับของผู้บริโภค การสูญเสียน้ำหนักและความแน่นเนื้อของส้มโอ วิธีการทดลองได้ใช้หัวฉีดพ่นยา หัวฉีดพ่นสี และมือเคลือบไขผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี พบว่าอัตราการไขในวิธีแรกต่อวิธีที่สอง

ต่อวิธีที่สาม เป็น 1.9 : 1.6 : 1.6 cc/ผล ตามลำดับ การสูญเสียน้ำหนักของผลส้มโอที่เคลือบไขโดยมือ ($\cong 3\%$) มีมากกว่าวิธีหัวฉีดพ่นสี (2.7%) และมากกว่าวิธีหัวฉีดพ่นยา (2.5%) การยอมรับของผู้บริโภคและความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญจากการเคลือบไขผลส้มโอทั้งสามวิธี แต่ระยะเวลาการเก็บรักษากลับมีผลทำให้ความแน่นเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Prob. < 0.05) ส้มโอที่เคลือบไขแล้วสามารถเก็บรักษาได้ไม่น้อยกว่า 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิห้อง 25 °C

¹ ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

คำนำ

ส้มโอเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของไทย สัมผัสหลายภายในและภายนอกประเทศ สถิติการเกษตร ปี 2530/31 (ศูนย์สถิติการเกษตร, 2531) ระบุว่า การส่งออกส้มโอระหว่างปี 2528 - 30 มีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 ต่อปี โดยในปี 2530 ประเทศไทยสามารถส่งส้มโอออกไปขายได้สูงถึง 64 ล้านบาท กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร และกระทรวงพาณิชย์ ได้เห็นพ้องร่วมกันที่บรรจุส้มโอไว้ในไม้ผลกลุ่มแรกที่ต้องทำการวิจัยและพัฒนา ในแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคม ฉบับที่ 6 ในแง่วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ส้มโอยังได้ถูกระบุว่ามีความต้องการงานวิจัยและพัฒนาในด้านกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวเกือบทั้งหมด (บัณฑิต, 2531)

เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว จะทำให้ผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศได้รับบริโภคส้มโอคุณภาพดี เกียรติศักดิ์, (2518) ได้ทดลองยืดอายุการวางขายส้มโอโดยเคลือบไขเพื่อให้ส้มโอเหี่ยวช้าลง ในระหว่างรอการจำหน่าย โดยเปรียบเทียบผลส้มโอที่เคลือบไขกับไม่เคลือบไข ปรากฏว่าถ้าไม่เคลือบไขที่ผิวการคายน้ำของผลส้มโอในแต่ละผลจะแตกต่างกันมาก บางผลคายน้ำจนเปลือกแห้งในขณะที่บางผลเริ่มเหี่ยวเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ถ้าได้รับการเคลือบไขแล้วผิวของผลสดเป็นมันและสามารถที่จะเก็บรักษาได้นานกว่าปกติ โดยทั่วไปส้มโอสามารถเก็บได้นานถึง 6 สัปดาห์ แต่จะสูญเสียน้ำหนักเปลือกเหี่ยวเน่าไม่เป็นที่นิยมของผู้ซื้อ แต่ในสภาพการดังกล่าวยังไม่มีรายงานว่าควรเคลือบไขด้วยวิธีการใด จึงจะเหมาะสมในการนำไปปฏิบัติในเชิงการค้า โดยเฉพาะวิธีที่ใช้กับเครื่องจักรกล ซึ่งหากสามารถหาวิธีการเคลือบไขได้อย่างรวดเร็ว และยังคงรักษาคุณภาพของส้มโอให้ดีตามความต้องการของผู้บริโภคไว้ได้ จะทำให้ผู้ทำการ

ส่งออกส้มโอเป็นไปได้อย่างมากขึ้น

งานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะหาอุปกรณ์เคลือบไขส้มโอที่เหมาะสม

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

Figure 1 แสดงเครื่องเคลือบไขส้มโอ ประกอบด้วย 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 ชุดลำเลียง โครงสร้างเป็นเหล็กฉาก 2 นิ้ว รองรับชุดเพื่องโซ่ซึ่งมีท่อ PVC (หมายเลข 1) เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ยาว 30 ซม. ติดระหว่างโซ่ (หมายเลข 4) ตลอดแนวท่างกันช่วงละ 18 ซม. จำนวน 21 อัน ทำหน้าที่ลำเลียงส้มโอผ่านเข้าสู่ห้องเคลือบไข แล้วส่งให้กับส่วนที่ 2

ส่วนที่ 2 ชุดแปรงขัดผิวมัน ประกอบด้วยแปรงรูปทรงกระบอก (หมายเลข 2) เส้นผ่าศูนย์กลาง 14 ซม. ยาว 33 ซม. จำนวน 8 อัน ทำมุมกับแนวราบ 13 องศา

ส่วนที่ 3 อุปกรณ์เคลือบไข ประกอบด้วย หัวฉีด (มี 2 ชนิด คือ หัวฉีดพ่นยาปราบศัตรูพืช (ชนิดพ่นออกมาเป็นกรวยทั่ว ๆ ไป) และหัวฉีดสำหรับพ่นสี (W R Brown SG 112) - Figure 3) ถึงบรรจุไขที่ทนความดันได้สูงกว่า 6 บาร์ อุปกรณ์ควบคุมความดัน และปั๊มลม Figure 4 แสดงระบบการใช้หัวฉีดพ่นยา ที่ปรับแรงดันได้ตั้งแต่ 0 - 6 บาร์ สำหรับหัวพ่นสีสายยางจะต้องจากอุปกรณ์ควบคุมแรงดันเข้ากับกระป๋องบรรจุไขโดยตรง

ทั้งส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 เชื่อมต่อกันด้วยระบบเฟืองโซ่ ซึ่งถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าปรับความเร็วได้ (หมายเลข 5) เครื่องเคลือบไขมีความยาว 225 ซม. กว้าง 60 ซม. สูง 105 ซม.

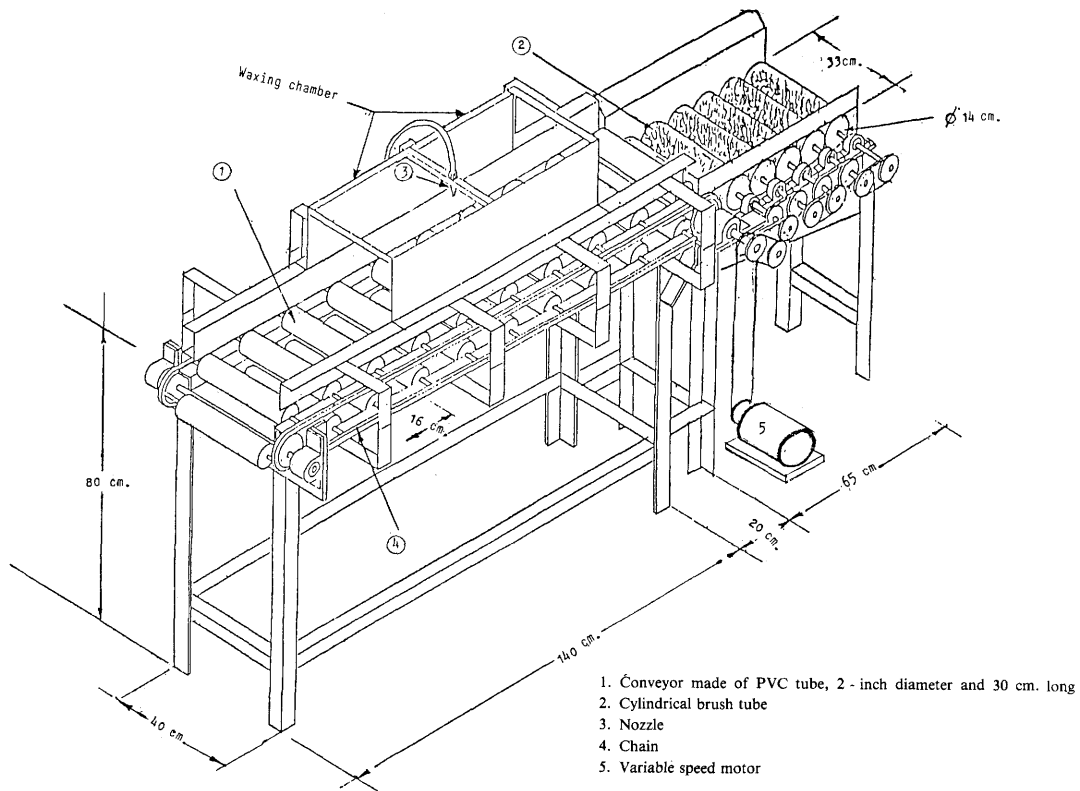


Figure 1. Prototype of pummelo waxing machine.

วิธีการ

ก. ใช้ส้มโอพันธุ์ขาวทองดี จำนวน 192 ผล จากสวนส้มโอของเกษตรกรในอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม เงื่อนไขของการทดลองคือ วิธีการเคลือบไข (3 วิธี) ระยะเวลาเก็บรักษา (4 ระยะ) ตัวแปรที่ถูกตรวจสอบคือ การยอมรับของผู้บริโภค การสูญเสียน้ำหนักและความแน่นเนื้อ

ข. นำผลส้มโอมาแช่ใน benzimidazole (T - ZIM) ความเข้มข้น 500 ppm. นาน 5 นาที แล้วผึ่งให้แห้งเพื่อฆ่าเชื้อที่ผิว

ค. เคลือบไขผลส้มโอด้วยวิธีการ 3 วิธี คือ (1) ใช้มือสวมถุงพลาสติกจุ่มลงในถังบรรจุไขแล้ว

ทำให้ทั่วทั้งผล (2) ใช้หัวฉีดพ่นยา ที่ความดัน 2 บาร์ (3) ใช้หัวฉีดของกระป๋องพ่นสี ที่ความดัน 0.4 บาร์ ใช้สารเคลือบผิว Stafresh 360 ความเข้มข้น 20%

ง. วัดอัตราการใช้สารเคลือบผิวต่อผล

จ. นำผลส้มโอที่เคลือบไขแล้วมาห่อด้วยกระดาษ (กระดาษสร้างแบบ) แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้อง (25 - 27 องศาเซลเซียส, ความชื้นสัมพัทธ์ 53 - 65 เปอร์เซ็นต์)

ฉ. ทำการตรวจสอบคุณภาพของส้มโอ โดยการตรวจสอบเมื่อครบกำหนดการเก็บรักษา 3, 6, 9 และ 12 สัปดาห์

- วัดอัตราการสูญเสีย น้ำ โดยชั่งน้ำหนักผลสดหลังเก็บรักษา เปรียบเทียบกับน้ำหนักผลสดเมื่อเริ่มทำการทดลอง จำนวนร้อยละของน้ำหนักที่สูญเสีย
- วัดความแน่นเนื่องจากเนื้อส้มโอเมื่อผ่าครึ่งแล้ว โดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ คัดแปลงจากเครื่องชั่งขนาด 3 กก. (จริงแท้, 2529) ใช้หัวรับแรงกดทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มม. กดลึก 8 มม. ได้ค่าความแน่นเนื้อเป็นกิโลกรัม
- แบ่งส้มโอออกเป็นชั้นเล็ก ๆ แล้วนำไปให้ผู้บริโภคชิม แล้วหาเปอร์เซ็นต์การยอมรับของผู้บริโภค

ทำการทดลองเคลือบไขที่ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ แล้วนำมาเก็บรักษาไว้ในห้องทดลองในหน่วยวิจัยพืชผลหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างวันที่ 15 พฤษภาคม ถึง 15 สิงหาคม 2532

ผลและวิจารณ์

Figure 2 แสดงเครื่องจริงที่ใช้เคลือบไขส้มโอ ผลการทดลองแยกวิจารณ์เป็นประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

การใช้สารเคลือบไข

ผลการเคลือบไขผลส้มโอ ด้วยวิธีการทั้ง 3 วิธี สามารถวัดปริมาณการใช้ไขเฉลี่ย ดังแสดงให้ดูใน Table 1 จะเห็นได้ว่าปริมาณการใช้ไขต่อผลด้วยมือน้อยที่สุดคือ 1.58 cc/ผล หัวฉีดพ่นสีและหัวฉีดพ่นยาจะใช้ไขมากกว่าเป็นร้อยละ 1.9 และ 2.09 ตามลำดับ

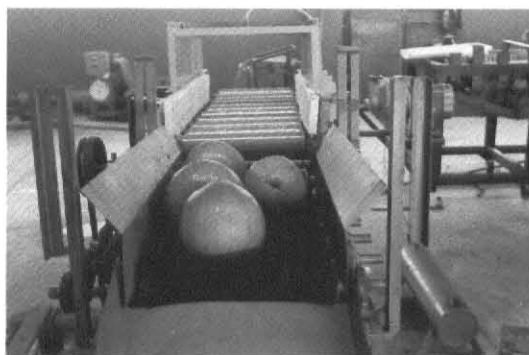
การสูญเสียน้ำหนัก

การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยของผลส้มโอด้วยวิธีการ

เคลือบไขต่าง ๆ และเปรียบเทียบผลที่ได้กับส้มโอที่ไม่ได้เคลือบไข ได้แสดงไว้ใน Table 2 จะเห็นได้ว่าวิธีการเคลือบไขทั้ง 3 แบบก่อให้เกิดการสูญเสีย น้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($\text{Prob.} < 0.05$) วิธีใช้หัวฉีดพ่นสารยาก่อให้เกิดการสูญเสีย น้ำหนักน้อยที่สุด เฉลี่ย 2.5% ถัดไปคือ การใช้หัวฉีดพ่นสี (2.7%) และใช้มือ (3.0%) ตามลำดับ การสูญเสีย น้ำหนักของผลส้มโอในลักษณะดังกล่าว อาจเป็นเพราะว่า ปริมาณไขที่ผลส้มโอถูกเคลือบด้วยวิธีหัวฉีดพ่นยา มีมากกว่าวิธีหัวฉีดพ่นสี และมีมากกว่าวิธีการใช้มือเคลือบไขที่มากกว่าอาจจะปกป้องผลส้มโอให้มีการสูญเสีย น้ำออกไปจากผลไม่ยากกว่านั้นคือ การสูญเสีย น้ำหนักได้น้อยกว่า



a) Pummeloes are being waxed



b) Pummeloes are being brushed

Figure 2. Pummelo waxing machine in operation.



Figure 3. Wax - spraying nozzles. (a = conventional chemical spray nozzle, b = Conventional paint nozzle, c = wax cylinder, d = wax container)

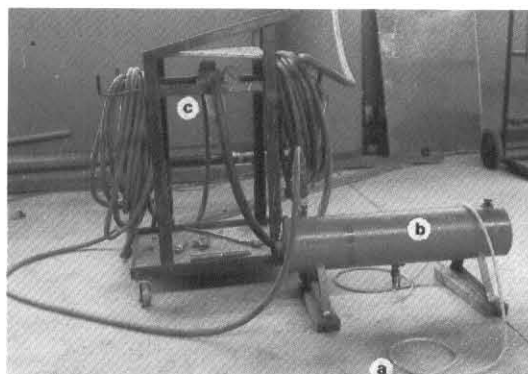


Figure 4. Wax - spraying system. (a = nozzle, b = wax cylinder, c = pressure regulator, d = air compressor)

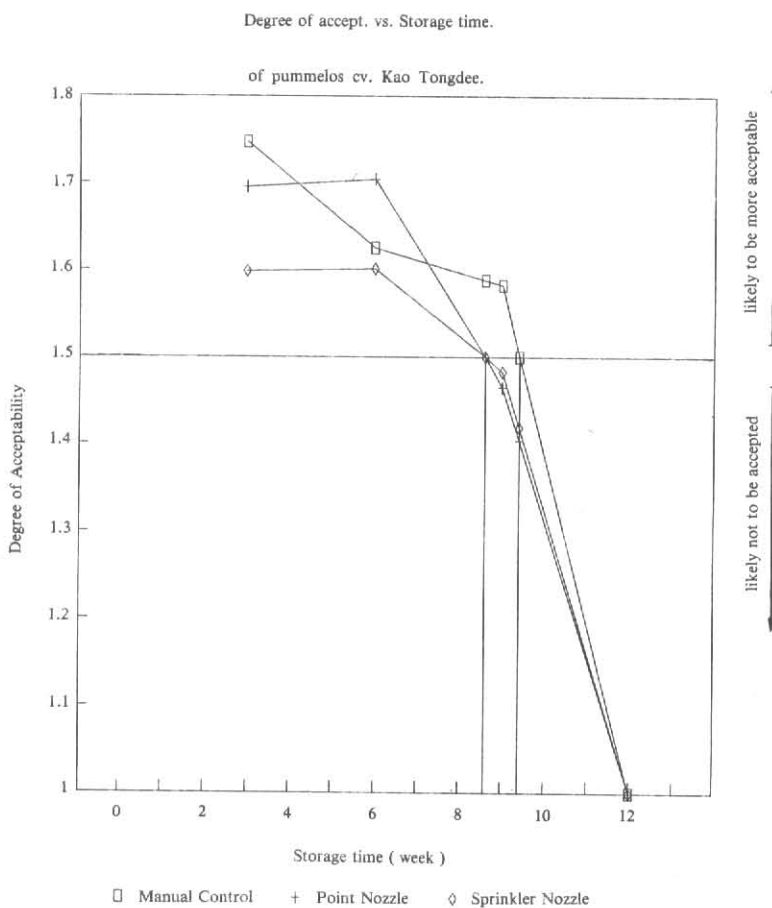


Figure 5. Consumer acceptability when the tested pummelos are stored at 25°C room temperature.

Table 1 Waxing application.(Stafresh 360 concentration 20%) (Unit = cc/fruit)

Conventional Chemical spraying nozzle	Conventional paint nozzle	Hand
1.91	1.61	1.58

Table 2 Weight loss of Khao Tongdee pummelo stored at room temperature 25°C for varying time period.

Wax application	Storage time (weeks)	Weight - loss (% average per week per fruit)	
		for each week	sum
Conventional Chemical spraying nozzle	3	3.02	2.48
	6	2.36	
	9	2.06	
Conventional paint nozzle	3	3.31	2.74
	6	2.60	
	9	2.32	
Hand	3	3.93	2.98
	6	2.62	
	9	2.38	
Not waxed	3	4.26	3.26
	6	2.96	
	9	2.56	

ANALYSIS OF VARIANCE (DEP VAR : WEIGHT - LOSS)

SOURCE	SUM - OF - SQUARES	DF	MEAN - SQUARE	F - RATIO	P
NO	7.869	3	2.623	9.218	0.000
ST	27.087	2	13.544	47.597	0.000
NO*					
ST	2.060	6	0.343	1.207	0.306
ERROR	44.390	156	0.285		

(NO = Wax application, ST = Storage time)

Table 3 Flesh firmness of Khao Tongdee pummeloos, stored at room temperature (25°C) at different time periods.

Wax application	Storage time (weeks)	Average flesh. firmness (kg./cc.)	
		Average per period	Overall average
Conventional chemical spraying nozzle	3	1.258	1.049
	6	1.027	
	9	0.862	
Conventional paint nozzle	3	1.378	1.050
	6	1.003	
	9	0.770	
Hand	3	1.149	0.97
	6	1.058	
	9	0.703	
Not waxed	3	1.296	0.86
	6	0.763	
	9	0.533	

ANALYSIS OF VARIANCE (DEP VAR : FIRMNESS)

SOURCE	SUM - OF - SQUARES	DF	MEAN - SQUARE	F - RATIO	P
NO	405290.543	3	135096.848	1.818	0.146
ST	3709505.863	2	1854752.932	24.956	0.000
NO*					
ST	1094812.246	6	182468.708	2.455	0.027
ERROR	115942E + 08	156	74322.101		

(NO = Wax application, ST = Storage time)

Table 4 Consumer acceptance.

Wax application	Storage time (weeks)	Acceptance score (1 = not accepted 2 = accepted)	
		Average per period	Overall average
Conventional chemical spraying nozzle	3	1.598	1.561
	6	1.601	
	9	1.483	
Conventional paint nozzle	3	1.695	1.621
	6	1.704	
	9	1.465	
Hand	3	1.747	1.625
	6	1.625	
	9	1.582	

ANALYSIS OF VARIANCE (DEP VAR : ACCEPT)

SOURCE	SUM - OF - SQUARES	DF	MEAN - SQUARE	F - RATIO	P
NO	0.172	2	0.086	1.288	0.279
ST	0.430	2	0.215	3.212	0.043
NO*					
ST	0.155	4	0.039	0.578	0.679
ERROR	9.775	146	0.067		

(NO = Wax application, ST = Storage time)

ความแน่นเนื้อ

ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้ความแน่นเนื้อของผลส้มโอลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Prob. < 0.05) (Table 3) การเคลือบไขทั้ง 3 วิธี ไม่ทำให้ความแน่นเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในภาพรวมการเคลือบไข ยังรักษาความแน่นเนื้อส้มโอได้ดีกว่าการไม่เคลือบไข

การยอมรับของผู้บริโภค

การยอมรับของผู้บริโภค แสดงให้ดูดัง Figure 2 จะเห็นได้ว่าการเคลือบไขด้วยวิธีการใช้มือใช้หัวฉีดพ่นยา และใช้หัวฉีดพ่นสี สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียสได้นานถึง 9.4, 8.6 และ 8.6 สัปดาห์ ตามลำดับ โดยถือว่าคะแนน 1.5 เป็นเกณฑ์ระหว่างความน่าจะยอมรับ และความไม่น่ายอมรับ (คะแนน 2 = ยอมรับ, 1 = ไม่ยอมรับ) แสดงว่า การใช้มือเคลือบไขดีกว่าการใช้หัวฉีดพ่นยาและหัวฉีดพ่นสีเล็กน้อย หัวฉีดพ่นสีให้การยอมรับดีกว่าหัวฉีดพ่นยาเล็กน้อย ในช่วง 8 สัปดาห์แรก หลังจากนั้นการยอมรับของหัวฉีดทั้งสองลดลงมาใกล้เคียงกันที่ 8.6 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงเต็มคะแนนการยอมรับ ทั้งสามวิธีไม่แตกต่างกัน (Prob. < 0.05)

สรุป

งานวิจัยนี้มุ่งที่จะหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมสามารถเคลือบไขส้มโอได้อย่างมีประสิทธิภาพดี การทดลองได้ใช้หัวฉีดพ่นยา หัวฉีดพ่นสี และมือเคลือบไข ส้มโอพันธุ์ขาวทองดี พบว่า การใช้ไขในวิธีแรกต่อวิธีที่สอง ต่อวิธีที่สาม เป็น 1.9 : 1.6 : 1.6 cc/ผลตามลำดับ การสูญเสียน้ำหนักของผลส้มโอที่เคลือบไขโดยมือ ($\approx 3\%$) มีมากกว่าวิธีหัวฉีดพ่นสี (2.7%) และมากกว่าวิธีหัวฉีดพ่นยา (2.5%) การยอมรับของผู้บริโภคและความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบการเคลือบไขทั้งสามวิธี (Prob. < 0.05) แต่ระยะเวลาการเก็บรักษากลับมีผลทำให้ความแน่นเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Prob. < 0.05) ส้มโอที่เคลือบไขแล้วสามารถเก็บรักษาได้ไม่น้อยกว่า 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาให้ทุนอุดหนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงศักดิ์ พงษ์ภาคกิจ ดวงพร สุนทรมงคล และไพโรจน์ ผลประสิทธิ์. 2518. การทดลองเก็บรักษาผลส้มโอขาวทองโดยใช้สารขี้ผึ้งเคลือบผิว รายงานผลการค้นคว้าวิจัย พ.ศ. 2518 กองพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 34 น.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2529. เครื่องวัดความแน่นเนื้อของผลไม้ ผักและอาหารอื่น ๆ เคหะการเกษตร 10 : 43 - 45.
- บัณฑิต จริโมภาส. 2531. ปัญหาการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อพัฒนาการผลิตไม้ผลของไทย. เอกสารเสนอในการสัมมนาเรื่อง การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อพัฒนาการผลิตทางการเกษตรของไทย จัดโดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (STDB) ณ โรงแรมเมอร์ลิน พัทยา 16 - 18 สิงหาคม 2531 5 น.
- ศูนย์สถิติการเกษตร. 2531. สถิติการเกษตรของประเทศไทย. ปีเพาะปลูก 2530/31 สำนักงานสถิติการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ 276 หน้า.