

พัฒนาการเครื่องเคลือบไขส้มโอ

Development of Pomelo Waxing Machine

บัณฑิต จริโมภาส¹ และสุทธิพร เนียมหอม

Bundit Jarimopas and Suttiporn Niemhom

ABSTRACT

A prototype of fruit waxing machine was developed. The waxing machine consisted of wax-spraying chamber (120 cm wide, 150 cm long, with 4 spraying nozzles and 10 rotating brushes to thicken wax on fruit surface and move waxed fruits ahead) and heat chamber (120 cm wide, 200 cm long, heat was generated out of 2, 1000-watt infra-red bulbs). Testing results indicated that the machine could well wax Thong-Dee pomeloes at the feed rate of 4 tons/hr. Heat chamber helped drying wax on pomelo surface, which shortened the packing line of packing house. Heat from the heat chamber when pomelo was fed at the belt speed 68 cm/min did not affect pomelo quality, comparing with those which were the control. Wind from electric fan was applied to help dry up the wax on fruit surface. Waxing on the dry surface pomeloes required shorter time than that on the wet ones. At 45 °C of heat chamber and 68 cm/min of belt speed, it required 55 seconds to blow air to additionally dry the waxed pomeloes' surface.

Key words : pomelo, waxing, waxing machine, fruit postharvest machinery

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อที่จะพัฒนาเครื่องต้นแบบเครื่องเคลือบไขผลไม้เครื่องเคลือบไขประกอบด้วย ส่วนเคลือบไข (กว้าง 1.20 เมตร ยาว 1.5 เมตร) ฉีดพ่นไขด้วยหัวฉีดสารเคมีธรรมดา 4 หัว และแปรงหมุนผลทำให้ผลไม้เคลื่อนที่ไป และเกลี่ยไปให้ทั่วผิวผลไม้ 12 อัน) และห้องอบไข (กว้าง 1.20 เมตร ยาว 2.00 เมตร ให้ความร้อนด้วยหลอดไฟอินฟราเรด 1000 วัตต์ 2 หลอด) การทดสอบพบว่า เครื่องสามารถเคลือบไขส้มโอพันธุ์ทอง

ดีได้ดีที่อัตราป้อน 4 ตัน/ชม. การใช้ห้องอบความร้อนช่วยให้ไขที่เคลือบผิวส้มโอแห้งเร็วขึ้น ทำให้ลดความยาวของสายพานบรรจุในเรือนบรรจุลงได้ เมื่อเคลื่อนที่ผลส้มโอที่ความเร็ว 68 ซม./นาที ผ่านห้องอบด้วยความร้อนไม่ทำให้เกิดผลเสียแก่คุณภาพส้มโอที่เคลือบไข เมื่อเปรียบเทียบกับส้มโอตัวกลม มีการใช้พัดลมเป่าลมเสริมช่วยให้ไขแห้งเมื่อผิวส้มโอแห้ง จะใช้เวลาเป่าลมให้ไขบนผิวนั้นแห้งน้อยกว่าเมื่อผิวส้มโอเปียกที่อุณหภูมิห้องอบ 45 องศาเซลเซียส ความเร็วสายพานลำเลียงส้มโอ 68 ซม./นาที จะต้องใช้ลมเป่าไขที่เคลือบผิวส้มโอแห้งให้

¹ ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม

แห่ง 55 วินาที

คำนำ

ส้มโอเป็นพืชที่ถูกระบุว่ามีศักยภาพทางเศรษฐกิจ ที่ต้องเร่งการวิจัยและพัฒนา นับตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 โดยเฉพาะในด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวทุกระบวนการ (บัณฑิต, 2533) เกรียงศักดิ์ (2528) ได้พบว่าการเคลือบไขส้มโอสามารถยืดอายุการการวางขายส้มโอได้ บัณฑิต และสุทธิพร (2533) ได้ทดลองใช้หัวฟันทาเปรียบเทียบกับหัวฉีดพ่นสี และมือในการเคลือบไขผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี พบว่าหัวฉีดพ่นยาปราบศัตรูพืชเป็นหัวฉีดที่เหมาะสมกับการเคลือบไขผลส้มโอ แต่การใช้หัวฉีดพ่นยาปราบศัตรูพืช 4 หัว และ 2 หัว ให้สารเคลือบไขผิวส้มโอมากเกินไป ทำให้ส้มโอแทบจะคายน้ำไม่ได้เลยเกิดการ Ferment และเน่าเสียหายภายใน 2-3 สัปดาห์ของการเก็บรักษา ข้อมูลเหล่านี้ล้วนเป็นประโยชน์อย่างสำคัญแก่การพัฒนาเครื่องเคลือบไขส้มโอ ซึ่งยังไม่มีการพัฒนาขึ้นใช้ในเมืองไทยให้เอาไปใช้ในเชิงการค้าเลย งานวิจัยนี้มุ่งที่จะพัฒนาเครื่องเคลือบไขส้มโอแบบที่มีประสิทธิภาพขึ้น

การออกแบบ

เกณฑ์ในการออกแบบ

1. เครื่องเคลือบไขควรใช้งานได้กับผลไม้ทรงกลม
2. เครื่องเคลือบไขควรมีอุปกรณ์ทำหน้าที่แทนมือเคลือบไขไปทั่วผิวผลไม้
3. ผลผลิตเคลื่อนที่แบบ Rotation และ Translation ไปในขบวนการเคลือบไข
4. ผลผลิตที่เคลือบไขแล้วควรแห้งเมื่อออกจากเครื่อง
5. ผลผลิตได้รับไขโดยการฉีดพ่น
6. สมรรถนะเครื่องเคลือบไขควรเป็นประมาณ 2-5 ตัน/ชั่วโมง

7. วัสดุที่ผลิตภายในประเทศ

8. ทำให้ผลผลิตที่ได้รับการเคลือบไขเสียหายน้อยที่สุด

ส่วนประกอบ

เครื่องเคลือบไข ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 โครงสร้างเป็นเหล็กฉาก 2 นิ้ว (Figure 1) ขนาดกว้าง 120 ซม. ยาว 150 ซม. สูง 120 ซม. มีแปรงทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 ซม. จำนวน 10 อัน แปรงแต่ละอันเชื่อมต่อด้วยกันด้วยชุดเฟืองโซ่ และหมุนตามเข็มนาฬิกา โดยใช้มอเตอร์ปรับความเร็วได้เป็นต้นกำลัง แปรงทำหน้าที่เคลือบไขให้ทั่วผิวผลผลิตและพาผลผลิตให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ชุดแปรงปรับไว้ให้หมุนกับแนวราบประมาณ 7 องศา

ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยหัวฉีดพ่นยาปราบศัตรูพืชทั่วๆ ไป (บัณฑิต และสุทธิพร, 2533) ได้ทดสอบว่าหัวฉีดพ่นยาปราบศัตรูพืชเป็นหัวฉีดที่เหมาะสมกับการเคลือบไขผลไม้ อุปกรณ์ควบคุมความดันและปริมาณระบบฉีดพ่นไขทนความดันได้สูงกว่า 6 บาร์

ส่วนที่ 3 หีองอบและอุปกรณ์ควบคุมโครงสร้างเป็นเหล็กฉาก 2 นิ้ว ขนาดกว้าง 120 ซม. ยาว 150 ซม. สูง 120 ซม. รองรับชุดเฟืองขับเคลื่อนที่มีท่อ PVC เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ยาว 120 ซม. ติดระหว่างโซ่ห่างกัน 9.5 ซม. จำนวน 44 อัน ทำหน้าที่ลำเลียงผลผลิตที่เคลือบไขแล้วให้ผ่านหีองอบชุดลำเลียงส้มโอผ่านหีองอบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ปรับความเร็วได้ มีหลอดอินฟราเรด ขนาด 1000 watt จำนวน 2 ตัว เป็นตัวให้ความร้อนมีชุดควบคุมอุณหภูมิที่สามารถตั้งอุณหภูมิในหีองอบได้ (0-300 oC)

การทดลองการทำงานและประสิทธิภาพของเครื่อง

1. การหาอุณหภูมิกับระยะเวลาที่เหมาะสมในการเคลือบไขกับส้มโอผิวแห้งด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้น

วิธีทดลอง

- ก) กำหนดปัจจัยควบคุมการทดลอง คือ

อุณหภูมิห้องอบ 3 ระดับ (35°, 45° และ 55°C) และความเร็วของการเคลื่อนที่ของส้มโอ (ความเร็วสายพานลำเลียง) ผ่านห้องอบ (32, 68 และ 143 ซม./นาที)

ข) ทำการทดลองเคลือบไขส้มโอแต่ละ combination ของปัจจัยดังกล่าวโดยใช้ตัวอย่างการทดลอง combination ละ 10 ผล

ค) นำส้มโอแต่ละ combination มาผ่านห้อง

Table 1 Pomelo weight loss (White Tong-dee Variety) at the storage temperature 25°C between 5 to 6 weeks.

Waxing through the application	Speed heating chamber (cm/min)	Heating chamber temperature (°C)	Average weight loss (%/week)	
			week 5	week 6
Nozzle sprayer at 2 bar pressure	32	35	1.93	1.90
		45	1.80	1.93
		55	1.95	1.98
	68	35	1.56	1.91
		45	1.35	1.68
		55	mv	2.43
	143	35	mv	1.83
		45	1.52	mv
		55	1.43	mv
	The control with wax	—	1.56	1.86
Remarks :	The control without wax	—	2.34	2.52

– Acceptance is graded as follows:–
1.00 = not accepted; 2.00 = fair; 3.00 = good; 4.00 = very good; > 2.00 means accepted.

– Acceptance is estimated out of tests of smell, sweetness, sourness.

– mv = missing value

ฉีดพ่นไขและห้องอบ

ง) ส้มโอแต่ละ combination ที่ออกจากห้องอบที่ไม่แห้งจะถูกเป่าด้วยพัดลม ขนาด 1/3 แรงม้า ที่วางห่างจากส้มโอประมาณ 1 เมตร

จ) บันทึกเวลาที่ใช้เป่าไขที่ผิวส้มโอจนแห้ง

ฉ) นำส้มโอที่ได้พร้อมส้มโอตัวควบคุม (control) 20 ผล (ไม่เคลือบไข 10 ผล, เคลือบไข 10 ผล) ไปตรวจสอบทางสรีรวิทยาภายหลังการเก็บเกี่ยวและการรักษาที่ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง กำแพงแสน ต่อไป

2. การเปรียบเทียบการเคลือบไขส้มโอผิวแห้งและผิวเปียกด้วยเครื่องเคลือบไข

วิธีทดลอง

ก) กำหนดปัจจัยควบคุมการทดลองคือ ความแห้งและเปียกของผิวส้มโอ การผ่านและไม่ผ่านห้องอบ ความร้อนโดยจำกัดระดับอุณหภูมิห้องอบที่ 45°C และความเร็วสายพานห้องอบที่ 68 ซม./นาที ตลอดการทดลอง

ข) ใช้ส้มโอตัวอย่างการทดลอง 5 ผล สำหรับแต่ละ Combination ของการทดลอง

ค) ส้มโอแต่ละ Combination เข้ารับการฉีดพ่นไขและอบความร้อนตามเงื่อนไขของข้อ 1 ก) แล้วจดบันทึกเวลาที่ต้องใช้ในการเป่าไขที่ผิวส้มโอให้แห้ง

ผลและวิจารณ์

เครื่องดันแบบเคลือบไขผลไม้จริงที่ใช้ทดลองแสดงไว้ใน Figure 2 น้ำหนักของส้มโอพันธุ์ทองดีที่ใช้ทดลองในหัวข้อที่ 1 ส้มโอตัวคุมที่ไม่ได้เคลือบไขมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักมากกว่า 2.0%/สัปดาห์ สูงกว่าส้มโอที่ถูกเคลือบไขทั้งหมด (ทั้งที่เป็นตัวคุมและไม่คุม) (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับความจริง เพราะไขทำหน้าที่ชะลอการสูญเสียน้ำและจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษา

เมื่อสายพานเคลื่อนที่พาส้มโอไปอย่างช้าๆ (ความ

Table 2 Evaluation of consumer acceptance of pumelo after 5-6 week storage.

Waxing application	Speed		Acceptance	
	through the heating chamber	Heating chamber temperature	grade	
	(cm/min)	(°C)	week 5	week 6
Nozzle sprayer at 2 bar pressure	32	45	1.71	0.00
		55	0.00	0.80
		35	2.14	2.00
	68	45	2.67	2.00
		55	mv	2.16
		35	mv	2.33
	143	45	1.75	mv
		55	1.00	mv
The control with wax		–	1.00	0.33
The control without wax		–	2.0	2.0

Remarks : - Acceptance is graded as follows:-
1.00 = not accepted; 2.00 = fair; 3.00 = good; 4.00 = very good; > 2.00 means accepted.

- Acceptance is estimated out of tests of smell, sweetness, sourness.

- mv = missing value

เร็ว 32 ซม./นาที่)ไม่ว่าที่ระดับอุณหภูมิใดๆ สัมโอเคลือบไขจะถูกเก็บรักษาได้ไม่นานถึง 6 สัปดาห์ (คะแนนยอมรับน้อยกว่า 2.00) (Table 2) นี้อาจอนุมานได้ว่าความร้อนที่สัมโอได้รับมากเกินไปทำให้สัมโอเสียหายและเสียเร็ว เมื่อให้ผลสัมโอเคลื่อนที่เร็วขึ้นผ่านห้องอบเป็นประมาณ 2 เท่า (68 ซม./นาที่) ปรากฏว่า สัมโอสามารถเก็บได้นานถึง 6 สัปดาห์ ทุกระดับอุณหภูมิและถ้ายังทำให้สัมโอเคลื่อนที่ผ่านห้องอบเร็วขึ้น

ไปอีกประมาณ 2 เท่า (143 ซม./นาที่ ที่อุณหภูมิห้องอบ 35°C) ก็สามารถเก็บสัมโอได้นานประมาณ 6 สัปดาห์เช่นกันโดยยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในขณะที่สัมโอตัวคุมเคลือบไขเสียหายตั้งแต่ยังไม่ถึง 5 สัปดาห์ สัมโอตัวคุมธรรมดาที่ไม่ได้เคลือบไขก็สามารถเก็บรักษาอยู่ได้นานถึง 6 สัปดาห์เช่นกัน ผลการทดลองนี้อาจจะเนื่องมาจาก ก) ความแปรปรวนใน maturity stage ของสัมโอตัวอย่างที่นำมาทดลอง ข) การไม่ได้ตรวจเช็คสรีรวิทยาของสัมโอทันทีที่เดินทางจากสวนมาถึงห้องปฏิบัติการ

Table 3 แสดงเวลาที่ใช้ออบสัมโอ เพื่อช่วยเร่งการแห้งของไข และเวลาที่ต้องใช้ลมที่อุณหภูมิอากาศปกตินอกห้องอบเป่าให้ผลสัมโอแห้งที่ระดับอุณหภูมิเดียวกัน ถ้าให้ผลสัมโอเคลื่อนที่ผ่านห้องอบเร็วขึ้น ในภาพรวมมีแนวโน้มว่า จะต้องใช้เวลาเป่าลมให้ไขที่เคลือบผิวสัมโอแห้งนานขึ้น นี้อาจอธิบายได้ว่า ผลสัมโอที่เคลื่อนที่ผ่านห้องอบไปเร็วจะได้รับความร้อนน้อยทำให้การระเหยของไขเป็นไปได้น้อย ดังนั้นจึงต้องใช้ลมเป่านานขึ้น สำหรับความเร็วสายพานที่ 68 ซม./นาที่ สมนัยกับการอบสัมโอทุกอุณหภูมิ การจะทำให้ไขที่ผิวสัมโอแห้งจะต้องใช้เวลาไม่เกิน 200 วินาที ในขณะที่ความเร็วสายพานเพิ่มไปที่ 143 ซม./นาที่ ที่อุณหภูมิห้องอบที่ 45°C ต้องใช้ลมเป่า 240 วินาที จึงจะทำให้ไขที่ผิวสัมโอแห้งได้ที่อุณหภูมิห้องอบ 45°C (Table 4) การทำให้ไขที่เคลือบผิวสัมโอแห้งเมื่อเคลื่อนผลสัมโอผ่านห้องอบไปด้วยความเร็ว 68 ซม./นาที่ จะใช้เวลาเป่าลม 55 วินาที กับผลสัมโอผิวแห้งและ 77 วินาที กับผลสัมโอที่ผิวเปียกชื้น การที่ต้องใช้เวลาเป่านานกว่ากับผลสัมโอผิวเปียกชื้นก็เพราะว่า ความชื้นทำให้การระเหยของไขเป็นไปได้ช้า

สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบสร้าง ทดสอบ และประเมินผลเครื่องดันแบบเครื่องเคลือบไขผลไม้การทดสอบ

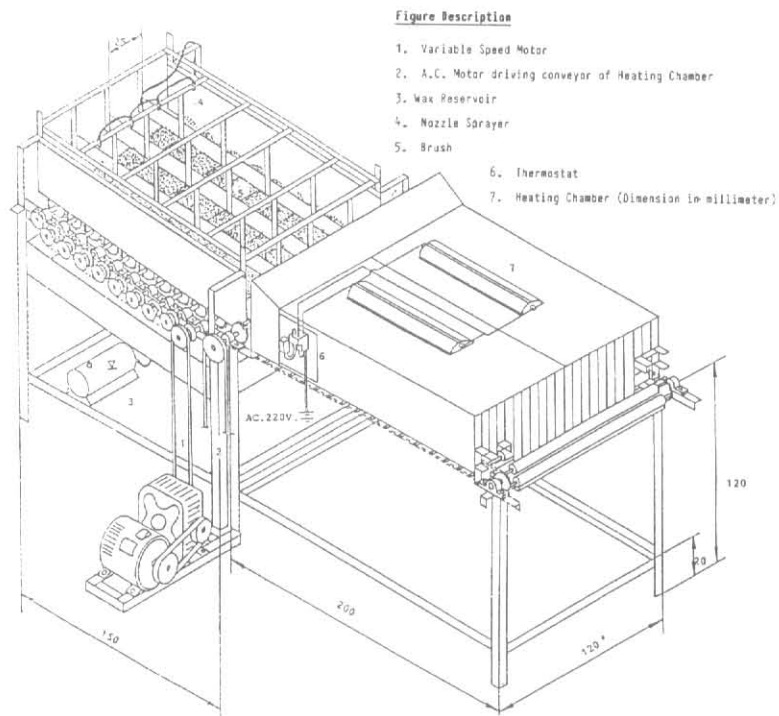


Figure 1 Three dimension schematic diagram of waxing machine. (Description: 1-variable speed motor; 2-A.C. motor driving conveyor of heating chamber; 3-wax reservoir; 4-nozzle sprayer; 5-brush; 6-thermostat and 7-heating chamber) (Dimension in millimeter).

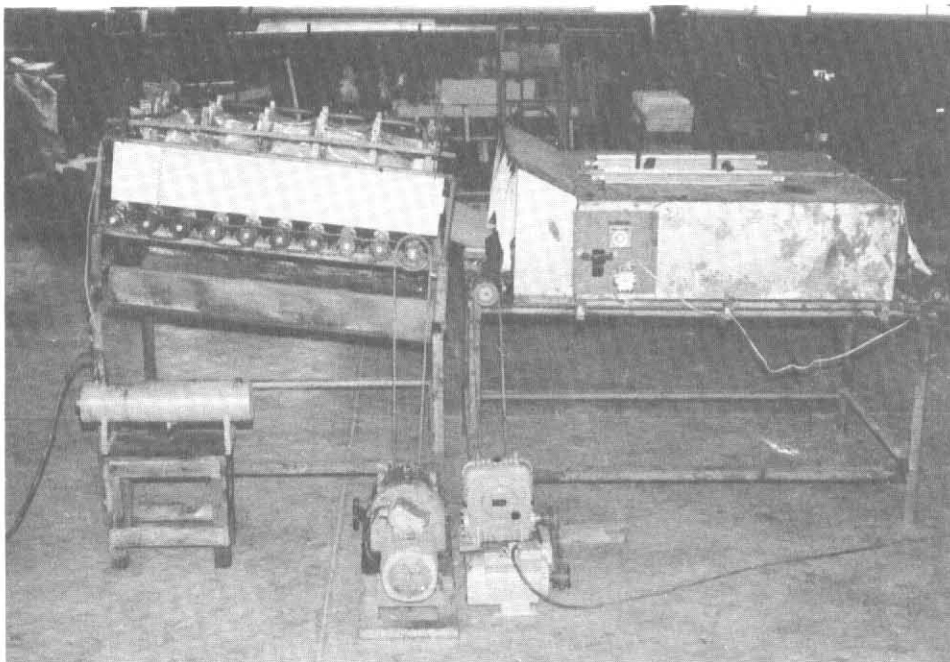


Figure 2 Fruit waxing machine.

Table 3 Duration of pomelo surface drying after waxing at 30°C

Waxing application	Speed through the heating chamber (cm/min)	Heating chamber temperature (°C)	Drying time of heating chamber (sec.)	Blowing time (sec.)	Total time (sec.)
Nozzle sprayer at 2 bar pressure	32	35	375	158	533
		45	378	116	491
		55	375	30	405
	68	35	176	200	376
		45	176	157	333
		55	176	78	254
	143	35	84	150	334
		45	84	240	324
		55	84	187	271
The control with wax		—	—	323	323

Table 4 Duration of waxed pomelo surface drying at 45°C

Wax pomelo surface	Speed through the heating chamber (cm/min)	Heating chamber temperature (°C)	Blowing time (sec.)	Total time (sec.)
Dry	not going through the heating chamber	–	131	131
Wet	68	176	55	231
Dry	not going through the heating chamber	–	193	193
Wet	68	176	77	253

พบว่า เครื่องสามารถเคลือบไขส้มโอพันธุ์ทองดีได้ดีที่อัตราป้อน 4 ตัน/ชม. การมีห้องอบความร้อนช่วยให้ไขที่เคลือบผิวส้มโอแห้งเร็วขึ้น ทำให้ลดความยาวของสายพานในเรือนบรรจุลงได้ เมื่อเคลื่อนที่ผลส้มโอที่ความเร็ว 68 ซม./นาที่ ผ่านห้องอบด้วยความร้อนไม่ทำให้เกิดผลเสียแก่คุณภาพส้มโอที่เคลือบไข เมื่อเปรียบเทียบกับส้มโอที่ไม่ผ่านกรรมวิธีดังกล่าว มีการใช้พัดลมเป่าลมเสริมช่วยให้ไขแห้ง ผิวส้มโอแห้งจะใช้เวลาเป่าลมให้ไข

บนผิวนั้นแห้งน้อยกว่าผิวส้มโอเปียกในอุณหภูมิห้องอบที่ 45 องศาเซลเซียส ความเร็วสายพานลำเลียงส้มโอ 68 ซม./นาที่ จะต้องใช้ลมเป่าไขที่เคลือบผิวส้มโอแห้งให้แห้ง 55 วินาที

การศึกษานี้ต่อไปควรมีการทดสอบเครื่องต้นแบบในภาคสนามร่วมกับเกษตรกรหรือผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเกษตร เพื่อประเมินผลสมรรถนะเครื่องตามมาตรฐานด้านวิศวกรรมและความเป็นไปได้ทางด้านการธุรกิจ

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมและสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณวิจัย ทำให้งานการศึกษาดังกล่าวแล้วเสร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ พุกภากิจ, ดวงพร สุนทรมงคล และไพโรจน์ ผลประสิทธิ์. 2518. การทดลองเก็บรักษาผลส้มโอขาวพวงโดยใช้สารซีฟ้างเคลือบผิว รายงานผลการค้นคว้าวิจัย กองพืชสวน กรมวิชา

การเกษตร กรุงเทพฯ 35 หน้า

บัณฑิต จริโมภาส. 2531. ปัญหาการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อพัฒนาการผลิตไม้ผลของไทย. เอกสารเสนอในการสัมมนาเรื่อง การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อพัฒนาการผลิตทางการเกษตรของไทย จัดโดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (STDB) ณ โรงแรมเมอร์ลิน พัทยา 16-18 สิงหาคม 2531. 5 หน้า

บัณฑิต จริโมภาส และสุทธิพร เนียมหอม. 2533. อุปกรณ์เคลื่อนที่ที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาผลส้มโอ วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (วทย.) 24(4): 487-495