

การทดสอบประเมินผลบรรจุภัณฑ์ขายส่งผลชมพู Testing and Evaluation of Fresh Rose Apple Wholesale Packaging

สยาม ตุ่มแสงทอง¹ และ บัณฑิต จริโมภาส²
Siam Toomsaengthong¹ and Bundit Jarimopas²

Abstract

The purpose of this research was to design and perform comparative test of the developed and the current wholesale rose apple packaging. Methodology included two parts; part 1 current packaging test of corrugated box and foam box filled with rose apples with and without foam net; part 2 developed packaging test with corrugate box the interior of which was partitioned and had the fruit placed vertically and diagonally in the partition. The fruit in part 2 was all wrapped by foam net and vibration simulated at the frequency of 4 Hz for one hour, based on ASTM D999 Method A2 standard and Chonhenchob and Singh (2005). Five replications were for a combination of the controlling factors. Results showed that the developed packaging with diagonal, partitioned, interior arrangement exhibited the best performance and gave the smallest damage. The corresponding bruising and abrasion at the upper zone of a rose apple fruit (close to the stem) was 33.1 and 0.8% respectively, and that at the lower zone was 3.9 and 1.1% respectively. Packing density and packaging cost were 15.9% and 7.26 baht/kg.

Keywords : Rose apple, Packaging, Vibration

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อที่จะออกแบบและทดสอบบรรจุภัณฑ์ขายส่งชมพูที่พัฒนาขึ้นใหม่เปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์ในปัจจุบัน การศึกษาประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ การทดสอบบรรจุภัณฑ์ขายส่งชมพูในปัจจุบัน ได้แก่ กล่องกระดาษลูกฟูกและกล่องโฟม โดยจัดการภายในกล่องให้ผลชมพูมีและไม่มีโฟมตาข่ายหุ้ม ส่วนที่ 2 คือ การทดสอบบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นใหม่ ได้แก่ กล่องกระดาษลูกฟูกมีผนังกันแยกส่วนแบบวางตั้ง, กล่องกระดาษลูกฟูกมีผนังกันแยกส่วนแบบวางนอนเรียงกับด้านกว้างของกล่อง โดยจัดการภายในกล่องให้ผลชมพูมีโฟมตาข่ายหุ้ม เขย่าทุบบรรจุภัณฑ์ด้วยเครื่องเขย่าจำลองที่มีความถี่ 4 Hz นาน 1 ชั่วโมง ตามมาตรฐาน ASTM D999 Method A2 and Chonhenchob and Singh(2005) สำหรับบรรจุภัณฑ์แต่ละแบบๆละ 5 ซ้ำ ผลการทดสอบปรากฏว่าความเสียหายเชิงกลของผลชมพูในบรรจุภัณฑ์จากการเขย่า ประกอบด้วย ช้ำ ถลอก ถลอกกับแตกใน แตกเป็นแนว แตกเป็นผืน แตกด้านใน บาด และบาดกับแตกด้านใน บรรจุภัณฑ์กล่องกระดาษลูกฟูกมีผนังกันแยกส่วนแบบผลชมพูวางนอนเรียงกับด้านกว้างกล่องสามารถปกป้องผลชมพูจากความเสียหายทางกลได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์อื่นและให้ค่าความเสียหายน้อยที่สุดคือ ช้ำกับถลอกที่บริเวณส่วนยอดผล 33.1% กับ 0.8% ตามลำดับ และช้ำกับถลอกที่บริเวณส่วนล่างผล 3.9% กับ 1.1% ตามลำดับ ที่ความหนาแน่นการบรรจุ 15.9% ราคาบรรจุภัณฑ์ 7.26 บาท/กก.

คำสำคัญ : ชมพู, บรรจุภัณฑ์, การสั่นสะเทือน

คำนำ

ชมพูมีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศอินเดีย ซึ่งเป็นศูนย์กลางของการปลูกชมพูต่อมาได้มีการแพร่กระจายไปตามประเทศเขตร้อน เช่น มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ไทย และประเทศในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยมีชื่อสามัญว่า Rose – apple วงศ์ Mytaceae ตระกูล Eugenia(Syzygium or Jambosa)และชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ Eugenia spp. (นิต, 2545).

สำหรับประเทศไทยได้มีการปลูกชมพูเพื่อบริโภคภายในประเทศและส่งออกต่างประเทศ ปริมาณการส่งออกอยู่ที่ 65,000 ตันต่อปี ปัจจุบันได้มีการพัฒนาสายพันธุ์เพื่อให้ได้คุณภาพที่ดีในด้านของรสชาติ สีผล และขนาดผล ชมพูพันธุ์ทองสามสีเป็นชมพูที่ถูกปรับปรุงสายพันธุ์ โดยการนำเอากิ่งพันธุ์มาจากประเทศอินโดนีเซียคือพันธุ์จัมบูเออร์ ชินโคโลเมอราห์(Jumbu

¹ โครงการพัฒนานักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

¹ Post Graduate Education and Research Development Project in Post-harvest Technology, Kasetsart University, Nakohn Pathom 73140

² ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

² Department of Agricultural Engineering, Kamphaengsaen Engineering Faculty, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

Air Cincolo Merah) มาผสมเข้ากับพันธุ์เพชรสามพรานด้วยวิธีการเสียบยอด ผลที่ได้เป็นที่ต้องการของตลาดมากและมีการเพาะปลูกมากที่สุดในจังหวัดนครปฐม ราชบุรีและเพชรบุรี นอกจากนี้ยังมีการส่งออกต่างประเทศได้แก่ จีน สิงคโปร์ฮ่องกง มาเลเซียและฟิลิปปินส์ เป็นต้น โดยจะขนส่งทางเครื่องบิน ในระหว่างจัดส่งต้องพื้ดินมากเพราะชมพูเป็นผลไม้ที่บอบบาง

การนำผลไม้ไปสู่ตลาดต้องจัดการด้วยบรรจุภัณฑ์ การขนส่งทำให้เกิดภาวะเชิงกลกระทำต่อบรรจุภัณฑ์และผลิตผลสดภายในทำให้ผลิตผลเสียหาย (Mohsenin, 1978) บรรจุภัณฑ์มีหน้าที่ปกป้องและรวบรวมผลิตผลไว้ (Peleg, 1985) บรรจุภัณฑ์ที่ดีจะต้องปกป้องผลิตผลได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดปริมาณความเสียหายที่ทำให้ผู้บริโภคยอมรับได้ (Chonhenchob and Singh (2003), Chonhenchob and Singh (2004), Chonhenchob and Singh (2005)). บรรจุภัณฑ์ขนส่งชมพูที่ใช้กันอยู่ปัจจุบันยังไม่สามารถปกป้องผลชมพูได้ดีเท่าที่ควร ทำให้ผลชมพูเกิดความเสียหายเมื่อไปถึงตลาดและต้องเสียโอกาสในการขายให้ได้ราคาดี ยังไม่มีการศึกษาการทำงานของบรรจุภัณฑ์ขนส่งชมพูและความเสียหายที่เกิดขึ้น.

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างการทดลองเป็นชมพูพันธุ์ทองสามสี ที่นำมาจากสวนคุณลิ่ง ทองสามสี ใน อ.วัดเพลง จ.ราชบุรี นำผลชมพูทุกผลมาหาปริมาณการดูดน้ำด้วยวิธีการแทนที่น้ำ จากนั้นนำไปตรวจสอบความเสียหายของผิวผล โดยแบ่งความเสียหายออกเป็น 8 ประเภท ได้แก่ ข้ำ ถลอก ถลอกกับแตกด้านใน แตกเป็นแนว แตกเป็นผื่น แตกด้านใน บาด และบาดกับแตกด้านใน เมื่อตรวจสอบเสร็จแล้วทำการบรรจุผลชมพูลงในบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการขนส่งในปัจจุบันและบรรจุภัณฑ์ที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่ จากนั้นนำไปทดสอบกับเครื่องสั่นสะเทือนจำลองที่ความถี่ 4 Hz เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (Chonhenchob and Singh, 2005) เมื่อครบกำหนดเวลาให้นำผลชมพูมาตรวจสอบความเสียหายอีกครั้ง ในการประเมินปริมาณเสียหายจะพิจารณาจากปริมาณเสียหายแต่ละประเภทเฉลี่ยต่อผล และเปอร์เซ็นต์เสียหายแต่ละประเภทเฉลี่ยต่อบรรจุภัณฑ์

ผลและวิจารณ์

ผลการทดสอบเขย่าชมพูพันธุ์ทองสามสีกับบรรจุภัณฑ์ด้วยเครื่องจำลองการสั่นสะเทือนปรากฏว่า การทดสอบในตอนที่ 1 ของบรรจุภัณฑ์ขนส่งในปัจจุบัน (Table 1) ปริมาณความเสียหายประเภทข้ำและถลอกที่ส่วนบน กลาง และล่างของผลชมพูมีมากกว่าความเสียหายประเภทอื่น ปริมาณข้ำเกิดขึ้นกับบรรจุภัณฑ์แบบกล่องโฟมมากที่สุดและเกิดขึ้นที่บริเวณส่วนบนของผลชมพู ซึ่งมากกว่าส่วนกลางและส่วนล่างของผลอยู่ที่ 95.34%, 81.72% ตามลำดับ และมากกว่ากับอีกสองบรรจุภัณฑ์ที่ส่วนบนของผลชมพูอยู่ที่ 66.57% - 94.08% ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจสอบความแข็งแรง (Strength) ที่ผิวบริเวณส่วนบนผลชมพูของผลชมพูด้วยการกดแตกด้วยหัว Plunger ขนาด 3.8 มิลลิเมตร ที่ระบุว่ามีความแข็ง 5.50 นิวตัน ซึ่งน้อยกว่าบริเวณส่วนล่างผลชมพูที่มีความแข็ง 8.89 นิวตัน และความหนาแน่นในการบรรจุต่ำกว่าอีกสองบรรจุภัณฑ์ ประกอบกับบรรจุภัณฑ์แบบกล่องโฟมมีการบรรจุแน่นแข็งป็นในบรรจุ ภัณฑ์ เมื่อเกิดการสั่นสะเทือนจึงทำให้ผลชมพูเกิดการกระทบกับน้ำแข็งป็น เกิดเป็นลักษณะความเสียหายประเภทข้ำขึ้น บรรจุภัณฑ์แบบกล่องโฟมที่ผลชมพูมีการหุ้มด้วยโฟมตาข่ายน่าจะช่วยลดการถลอก ถลอกกับแตกใน แตกเป็นแนว แตกเป็นผื่น แตกด้านใน บาด และบาดกับแตกด้านใน ลงได้ดีเมื่อเทียบกับอีกสองบรรจุภัณฑ์ (ปริมาณความเสียหายที่ติดลบในตารางหมายถึง ความเสียหายประเภทแตกเป็นแนว แตกเป็นผื่น แตกด้านใน บาด และบาดกับแตกด้านใน มีการแปรเปลี่ยนไปเป็น ข้ำ ถลอก และถลอกกับแตกใน แทนทำให้ปริมาณเสียหายแต่ละประเภทเฉลี่ยต่อผลและเปอร์เซ็นต์เสียหายแต่ละประเภทต่อบรรจุภัณฑ์หลังการเขย่าน้อยกว่าก่อนการเขย่า)

การทดสอบตอนที่ 2 บรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นใหม่ เกิดจากการนำเอาผลการทดสอบบรรจุภัณฑ์ขนส่งในปัจจุบันมาปรับปรุง คือ ทำให้ผลชมพูเกิดการเคลื่อนที่น้อยที่สุดและเสียหายน้อยที่สุด โดยเพิ่ม cushioning material มาห่อหุ้มและแบ่งเป็นห้องให้กับผลชมพูแต่ละผล Table 1 แสดงผลการทดสอบบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมีปริมาณเสียหายประเภทข้ำ และถลอก ที่ส่วนบน (u) กลาง (m) และล่างของผลชมพู (l) ปริมาณข้ำที่ส่วนบนผลชมพูเกิดขึ้นมากที่สุดกับบรรจุภัณฑ์กล่องกระดาษ ลูกฟูกมีผนังกันแบบผลชมพูหุ้มโฟมตาข่ายวางตั้ง ซึ่งมากกว่าส่วนกลางผลกับส่วนล่างผลประมาณ 99.0% และ 91.7% ตามลำดับ และมากกว่าส่วนบนผลชมพูในบรรจุภัณฑ์กล่องกระดาษลูกฟูกมีผนังกันแบบผลชมพูหุ้มโฟมตาข่ายวางเฉียงกับด้านกว้างกล่อง 77.3% ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจสอบความแข็งแรง (Strength) เช่นเดียวกันและน่าจะเป็นผลมาจากขนาดความรุนแรงของการสั่นสะเทือน (Power Spectral Density) ในแนวตั้งที่มีมากกว่าในแนวระดับ (วสันต์, 2545)

Table 1 Comparison of average damage per fruit and comparison of average damage percentage per package for each package type.

Package type Damage type	The current wholesale packages						The develop packages			
	1		2		3		4		5	
	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
Bruise(u)	3.649	85.194	1.220	67.578	0.216	11.258	0.486	33.056	2.142	70.000
Abrasion(u)	0.018	0.728	0.584	40.820	1.116	60.265	0.011	0.833	0.012	1.111
Abrasion-internal crack(u)	0.000	0.000	0.011	1.758	0.019	0.221	0.000	0.000	0.000	0.000
Crack(u)	0.000	0.000	-0.005	-0.977	-0.005	-1.545	0.000	0.000	0.000	0.000
Land crack(u)	0.000	0.000	-0.007	-0.586	-0.001	-0.221	0.000	0.000	0.000	0.000
Internal crack u)	0.000	0.000	-0.001	-1.563	0.099	16.115	0.000	0.000	0.000	0.000
Cut(u)	0.000	0.000	-0.026	-3.945	-0.025	-3.532	0.000	0.000	0.000	0.000
Cut-internal crack(u)	0.000	0.000	-0.005	-3.516	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Bruise(m)	0.170	8.010	0.344	31.836	0.035	3.091	0.000	0.000	0.024	1.667
Abrasion(m)	0.000	0.000	0.609	38.672	0.495	39.735	0.000	0.000	0.000	0.000
Abrasion-internal crack(m)	0.000	0.000	0.002	0.586	0.003	0.221	0.000	0.000	0.000	0.000
Crack(m)	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.005	-0.221	0.000	0.000	0.000	0.000
Land crack(m)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Internal crack(m)	0.000	0.000	0.002	0.781	0.025	6.843	0.000	0.000	0.000	0.000
Cut(m)	0.000	0.000	-0.007	-0.820	-0.008	-0.662	0.000	0.000	0.000	0.000
Cut-internal crack(m)	0.000	0.000	-0.002	-0.195	0.005	-0.221	0.000	0.000	0.000	0.000
Bruise(l)	0.667	28.883	0.246	38.281	0.034	4.636	0.021	3.889	0.178	6.944
Abrasion(l)	0.001	0.243	1.554	76.758	1.132	71.965	0.007	1.111	0.033	1.944
Abrasion-internal crack(l)	0.000	0.000	0.027	4.883	0.024	3.311	0.000	0.000	0.000	0.000
Crack(l)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.442	0.000	0.000	0.000	0.000
Land crack(l)	0.000	0.000	-0.004	-0.195	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Internal crack(l)	0.000	0.000	0.000	-2.734	0.135	17.439	0.000	0.000	0.000	0.000
Cut(l)	0.000	0.000	-0.007	-2.118	-0.005	-1.104	0.000	0.000	0.000	0.000
Cut-internal crack(l)	0.000	0.000	-0.003	-1.563	0.004	-1.766	0.000	0.000	0.000	0.000
Packing density	0.2864		0.466		0.5310		0.1590		0.1590	
Cost of package (Baht/Kg)	9.100		0.600		0.600		7.260		7.260	

Note : - Specific gravity of rose apple is 0.978 and u, m, l refer to upper, middle and lower zone of a rose apple fruit.
 - The package type 1, 2, 3, 4 and 5 are foam box(with foam net), corrugated paper box(pipo box and without foam net), corrugated paper box(fruit box and without foam net), partition with stem end of rose apple fruit in horizontal plane(fruit length in diagonal to box width) and partition with stem end of rose apple fruit in vertical plane respectively.
 - * and ** are net average damage per fruit and net average damage percentage per package respectively.

สำหรับบรรจุภัณฑ์กล่องกระดาษลูกฟูกมีผนังกันแบบผลชมพูหุ้มโฟมตาข่ายวางเฉียงกับด้านกว้างกล่อง ที่บริเวณส่วนบนของผลชมพูมีปริมาณเสียหายประเภทชำและถลอก มากกว่าส่วนกลางและส่วนล่างของผล ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจสอบความแข็งเช่นเดียวกัน และปริมาณความเสียหายประเภทชำและถลอกในส่วนบน กลางและล่างของผลชมพูในบรรจุภัณฑ์ชนิดนี้มีปริมาณน้อยกว่าของบรรจุภัณฑ์กล่องกระดาษลูกฟูกมีผนังกันแบบผลชมพูหุ้มโฟมตาข่ายวางตั้ง นี่น่าจะมีสาเหตุมาจากการจัดวางผลชมพูโดยหันหัวผลซึ่งเป็นส่วนที่บอบบางที่สุดวางขนานกับแนวระดับเพื่อลดความรุนแรงจากการสั่นสะเทือน(Power Spectral Density) ที่มีมากในแนวตั้งเมื่อเทียบกับในแนวระดับ.

สรุป

เมื่อนำชมพูพันธุ์ทองสามสีบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ขายส่งในปัจจุบันกับบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นใหม่แล้วนำไปทดสอบภายใต้การสั่นสะเทือนจำลอง สำหรับบรรจุภัณฑ์ขายส่งในปัจจุบันที่เป็นแบบกล่องโฟมและมีการหุ้มผลชมพูด้วยโฟมตาข่ายจะช่วยลดประเภทความเสียหายทางกลได้บางส่วน แต่ก็ยังไม่สามารถปกป้องผลชมพูได้ดีเท่าที่ควร จึงได้ทำการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขึ้นใหม่ โดยการทำให้ผลชมพูมีการเคลื่อนที่น้อยที่สุดและเสียหายน้อยที่สุด นั่นคือต้องมี cushioning material มาห่อหุ้มและแบ่งเป็นห้องให้กับชมพูแต่ละผล และจากการทดสอบบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นใหม่ที่เป็นกล่องกระดาษลูกฟูกมีผนังกันแยกส่วนแบบผลชมพูวางนอนเฉียงกับด้านกว้างกล่องสามารถปกป้องผลชมพูได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์ที่ขายส่งในปัจจุบัน โดยมีความเสียหายประเภทชำและถลอกในส่วนบนของผล 0.486 ตารางเซนติเมตร (33.1%) และ 0.011 ตารางเซนติเมตร (0.8%) ตามลำดับ ในส่วนล่างของผลมีความเสียหายประเภทชำและถลอก 0.021 ตารางเซนติเมตร (3.9%) และ 0.007 ตารางเซนติเมตร (1.1%) ตามลำดับ ที่ความหนาแน่นในการบรรจุ 15.9% ราคาบรรจุภัณฑ์ 7.26 บาทต่อกิโลกรัม

คำขอขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว (ADB) ที่กรุณาสนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณ ศูนย์เครื่องจักรกลเกษตรแห่งชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดสอบ.

เอกสารอ้างอิง

- นิต ชากังราว. 2545. ทองสามสีชมพูยักษ์นอกฤดูเงินล้าน. สำนักพิมพ์มติชน. กรุงเทพฯ. 151 น.
- วสันต์ แสงนิล. 2545. การสั่นสะเทือนของตะกร้าพลาสติกบรรจุส้มเขียวหวานระหว่างทางขนส่งทางรถบรรทุก. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม.
- ASTM Annual Book of ASTM Standards. 1981. Standard Test Method for Vibration Testing of Shipping Containers. ASTM D999 – 86.
- Chonhenchob, V. and S. P. Singh. 2003. A comparison of corrugated boxes and reusable plastic containers for mango distribution. Packaging Technology and Science. 16:231-237.
- Chonhenchob, V. and S. P. Singh. 2004. Testing and comparison of Various Packages for Mango Distribution. J. Test. Eva. 32:69-72.
- Chonhenchob, V. and S. P. Singh. 2005. Packaging performance comparison for distribution and export of papaya fruit. Package. Technol. Sci. 18:125-131.
- Peleg, K. 1985. Produce Handling, Packaging and Distribution. AVI Pub. Co.Inc Connecticut. 625 p.