Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 645-648 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 645-648 (2554)

การออกแบบภาชนะบรรจุเพื่อการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดี

Designing shipping containers for *"Thong Dee"* pummelo fruit

อลิษา ทองพิมพ์[1] อิสราภา นาคโสมกุล[1] และ ดำรงพล คำแหงวงศ์[1]

Alisa Tongpim[1], Issarapa Naksomkul[1] and Damrongpol Kamhangwong[1]

Abstract

Thong Dee pummelo from Wiang Kaen district is an important export produce in Chiang Rai province. Nowadays, Pummelo exports have a problem from box collapsing due to compression force during storage and transportation by ship. This research designed and evaluated suitability of shipping containers for pummel. The corrugated box(double wall) were designed with seven treatments : BC (Full telescope box), BCC (Full telescope box with reinforced corner), WC (Wrap around box), WC 4 (Wrap around box having 4 corner support triangular post), WC 6 (Wrap around corrugated box having 4 corner support triangular post and 2 column), WC 8 (Wrap around corrugated box having 4 corner support triangular post and 4 column) and NDB (Body is WC 8 and cover is BC). The result from performance testing of shipping container with interlock packed 15 pummel in each treatment have shown that NDB box had the highest compression strength and stacking strength, high performance of packing and loading on pallet, high efficiency on decrease produce temperature and acceptable cost while WC box had the highest on decrease product temperature but it had low compression strength regardless the packaging for pummelo transportation.

Keywords: pummelo, shipping container, corrugated box, compression strength, stacking strength

บทคัดย่อ

ส้มโอจากอำเภอเวียงแก่นเป็นสินค้าเกษตรส่งออกที่สำคัญของจังหวัดเชียงราย ปัจจุบันผู้ส่งออกประสบปัญหากล่องยุบตัวเนื่องจากแรงกดทับในระหว่างการจัดเก็บและการขนส่งทางเรือ งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและประเมินภาชนะบรรจุที่มีความเหมาะสมสำหรับการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดี โดยออกแบบกล่องกระดาษลูกฟูกชนิดสองชั้น จำนวน 7 แบบ ได้แก่ กล่อง BC เป็นกล่องแบบ Full telescope box ทั่วไป, BCC เป็นกล่องแบบ Full telescope box ที่เสริมความแข็งแรงที่มุมทั้ง 4 มุมของกล่อง กล่อง WC เป็นกล่องแบบ Wrap around ทั่วไป กล่อง WC 4 เป็นกล่องแบบ Wrap around ที่เสริมมุมเข้าไปทั้ง 4 มุมของกล่อง กล่อง WC 6 เป็นกล่องแบบ Wrap around ที่เสริมมุมเข้าไปทั้ง 4 มุมและเสริมคอลัมน์ 2 คอลัมน์ด้านข้างของกล่อง กล่อง WC 8 เป็นกล่องแบบ Wrap around ที่เสริมมุมเข้าไปทั้ง 4 มุมและเสริมคอลัมน์ 4 คอลัมน์ด้านข้างของกล่อง และสุดท้ายคือกล่อง NDB เป็นกล่องสองชิ้น ตัวกล่องเลียนแบบกล่อง WC 8 และฝากล่องเลียนแบบกล่อง BC ผลการทดสอบขนส่งโดยบรรจุผลส้มโอแบบสลับ จำนวน 15 ผล ในแต่ละสภาวะทดสอบ พบว่ากล่องชนิด NDB มีความต้านทานต่อแรงกดทับและการวางเรียงซ้อนสูงสุด มีประสิทธิภาพในการบรรจุและจัดวางเรียงบนแท่นรองรับสินค้ามากที่สุด มีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิของผลิตผลและมีต้นทุนอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ขณะที่กล่องชนิดชิ้นเดียวแบบ WC มีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิของผลิตผลสูงสุดแต่มีความต้านทานต่อแรงกดทับต่ำจึงไม่มีความเหมาะสมสำหรับการนำมาใช้เป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดี

คำสำคัญ: ส้มโอ บรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง กล่องกระดาษลูกฟูก ความแข็งแรงต่อแรงกด ความแข็งแรงต่อการวางเรียงซ้อน

คำนำ

จังหวัดเชียงรายมีการปลูกส้มโอมากเป็นอันดับที่ 5 ของประเทศ พันธุ์ส้มโอที่ปลูกในจังหวัดเชียงรายเพื่อการส่งออกมากที่สุดคือ ส้มโอพันธุ์ทองดี มีการปลูกมากที่สุดในอำเภอเวียงแก่น จากผลการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นในโครงการวิจัยการออกแบบภาชนะบรรจุเพื่อการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดีระยะที่ 1 จากผู้ประกอบการส่งออกส้มโอพันธุ์ทองดี ในอำเภอเวียงแก่น พบว่าผู้ส่งออกประสบปัญหาในเรื่องความเสียหายจากการยุบตัวของกล่องกระดาษลูกฟูกที่ใช้บรรจุส้มโอ เนื่องจากการกระทำ

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการผลิตผลเกษตรและการบรรจุ สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง เชียงราย 57100

[1]Technology Management of Agricultural Produces and Packaging Program, School of Agro-Industry, Mae Fah Luang University, Chiang Rai 57100

เชิงกลดังเช่น การกดทับ (compression) การกระแทก (shock) ในระหว่างการขนส่งและจัดเก็บสินค้า ถึงร้อยละ 10 – 40 โดยสาเหตุหลักของความเสียหายดังกล่าวเป็นผลมาจากการเลือกใช้ภาชนะบรรจุเพื่อการขนส่งที่ไม่เหมาะสมต่อสภาวะแวดล้อมของการขนส่งส้มโอมาใช้ แม้ว่าผู้ส่งออกจะใช้ภาชนะบรรจุเพื่อการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดีตามแบบที่ศูนย์บรรจุหีบห่อไทย (ศทบ.) ได้พัฒนาและแนะนำให้ใช้ใน จดหมายเหตุบรรจุภัณฑ์ ฉบับที่ 8 เรื่องกล่องกระดาษลูกฟูกบรรจุส้มโอส่งออกทางเรือแบบ ศบท.1 ที่แนะนำให้ใช้แบบกล่องกระดาษ international case code 0320 จากปัญหาที่กล่าวในข้างต้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการออกแบบภาชนะบรรจุเพื่อการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดีที่เหมาะสมในการส่งออก ซึ่งผลของการออกแบบภาชนะบรรจุคาดว่าจะช่วยลดความเสียหายของกล่องกระดาษจากการขนส่งส้มโอเพื่อการส่งออกดังกล่าวได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาและพัฒนาภาชนะบรรจุเพื่อการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดีมี 3 ระยะ

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตส้มโอเพื่อการส่งออกและออกแบบภาชนะบรรจุเพื่อการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดี การออกแบบใช้กระดาษลูกฟูกสองชั้น ชนิดลอน บี-ซี WL 170/3CA 125/KA 230 กำหนดให้มีมิติภายนอก กว้าง 500 มิลลิเมตร ยาว 400 มิลลิเมตร และสูง 250 มิลลิเมตร และมีมิติภายในกว้าง 470 มิลลิเมตร ยาว 375 มิลลิเมตร และสูง 220 มิลลิเมตร มีการเจาะรูเพื่อระบายอากาศร้อยละ 4 ของพื้นที่ข้างกล่อง ออกแบบโดยใช้โปรแกรม Corel Draw version 11 และตัดกล่องโดยใช้เครื่องตัดต้นแบบกล่อง

2. การประเมินความเหมาะสมของภาชนะบรรจุที่ออกแบบ สำหรับการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดีโดยทำการทดสอบความต้านทานแรงกดของภาชนะบรรจุ ทดสอบการลดอุณหภูมิเบื้องต้น ทดสอบความแข็งแรงของกล่องกระดาษลูกฟูกที่ใช้บรรจุส้มโอต่อการวางเรียงซ้อนในสภาวะวิกฤติ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 คำนวณร้อยละของปริมาตรการบรรจุ คำนวณต้นทุนการบรรจุ

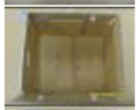
3. การทดสอบการขนส่ง (distribution test) โดยพิจารณาเลือกภาชนะบรรจุที่มีความเหมาะสมมาทดสอบการขนส่งด้วยการจำลองสภาวะการสั่นสะเทือนในห้องปฏิบัติการ (laboratory vibration test) ด้วยเครื่องมือทดสอบ vibration tester วิธีจำลองการสั่นสะเทือนแบบคงที่ (fixed vibration frequency) ตามมาตรฐาน ASTM D999-01[17] และภายหลังการทดสอบการขนส่งเก็บรักษาส้มโอในภาชนะบรรจุที่ทดสอบการขนส่งแล้วในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ทำการทดสอบคุณภาพของส้มโอพันธุ์ทองดีในแต่ละสภาวะทดสอบ

ผล

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลพบว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการยุบตัวของกล่องที่วางเรียงซ้อนกันในระหว่างขนส่งและการจัดเก็บเกิดจากการที่กล่องหมดสภาพการรับแรงซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยหลายประการได้แก่ การปฏิบัติที่ไม่ถูกวิธีของผู้ส่งออก การเปลี่ยนแปลงความชื้นของบรรยากาศและอุณหภูมิในระหว่างการขนส่งและการจัดเก็บ การใช้กล่องบรรจุไม่ได้มีการเผื่อค่าความแข็งแรงโดยใช้ safety factor ตามสภาวะการขนส่งที่เป็นจริง สภาพเส้นทางการขนส่งที่เป็นระยะทางไกลจากเชียงรายถึงท่าเรือแหลมฉบัง จ.ชลบุรี นอกจากนี้ระยะเวลาในการขนส่งทางเรือ (40-55 วัน) มีผลทำให้ภาชนะบรรจุเกิดความล้า(fatigue) ส่งผลให้ความแข็งแรงของกล่องกระดาษลดลง (Burgess,1999) ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวฯ นำมาใช้ในการออกแบบภาชนะบรรจุเพื่อการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดีเพื่อการส่งออกและประเมินความเหมาะสมของภาชนะบรรจุที่ออกแบบโดยมีรายละเอียดและคุณลักษณะดัง Table 1 จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากล่องแบบ BCC และ NDB มีแนวโน้มที่สามารถนำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุที่มีความเหมาะสมสำหรับการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดีเพื่อการส่งออกเนื่องจากความสามารถในการรับแรงกดและการวางเรียงซ้อนมากที่สุดและมีระยะเวลาการลดอุณหภูมิเบื้องต้น (7 / 8 cooling time) ต้นทุนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ส่งออกยอมรับได้

เมื่อพิจารณาผลการตรวจสอบคุณภาพของ ส้มโอพันธุ์ทองดีภายหลังการทดสอบขนส่ง ส้มโอโดยใช้กล่องแบบ BCC และแบบ NDB พบว่าส้มโอทั้งสองสภาวะทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงระดับความช้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดของส้มโอพันธุ์ทองดีภายหลังทดสอบการขนส่งดังแสดงใน Figure 1

Table 1 Testing and comparison of various shipping containers

Treat-ment	Description	Feature		Compressive resistance (Kgf)	7 / 8 cooling time (hour)	Stacking strength of box at 10 °C and 95% RH (mm)		% free volume	Cost (baht)
		Body	Cover						
BC	Full telescope box			6823d	15.29	> 20		48.58	45.03
BCC	Full telescope corrugated box with reinforced corner			7476b	14.24	10a		47.21	47.55
WC	Wrap around corrugated box			5102f	12.61	> 20		43.27	34.75
WC 4	Wrap around corrugated box having 4 corner support triangular post			6288e	9.13	> 20		43.22	34.75
WC 6	Wrap around corrugated box having 4 corner support triangular post and 2 column			6576de	11.47	> 20		43.19	35.67
WC 8	Wrap around corrugated box having 4 corner support triangular post and 4 column			7161c	11.04	> 20		43.16	39.98
NDB	Body is WC 8 and cover is BC			9728a	15.15	5b		43.16	45.03
	F-test	-	-	*	-	*	-	-	-

*:Means within the same column followed by different letters are significantly different at 95% level mean by Duncan' s multiple range test.

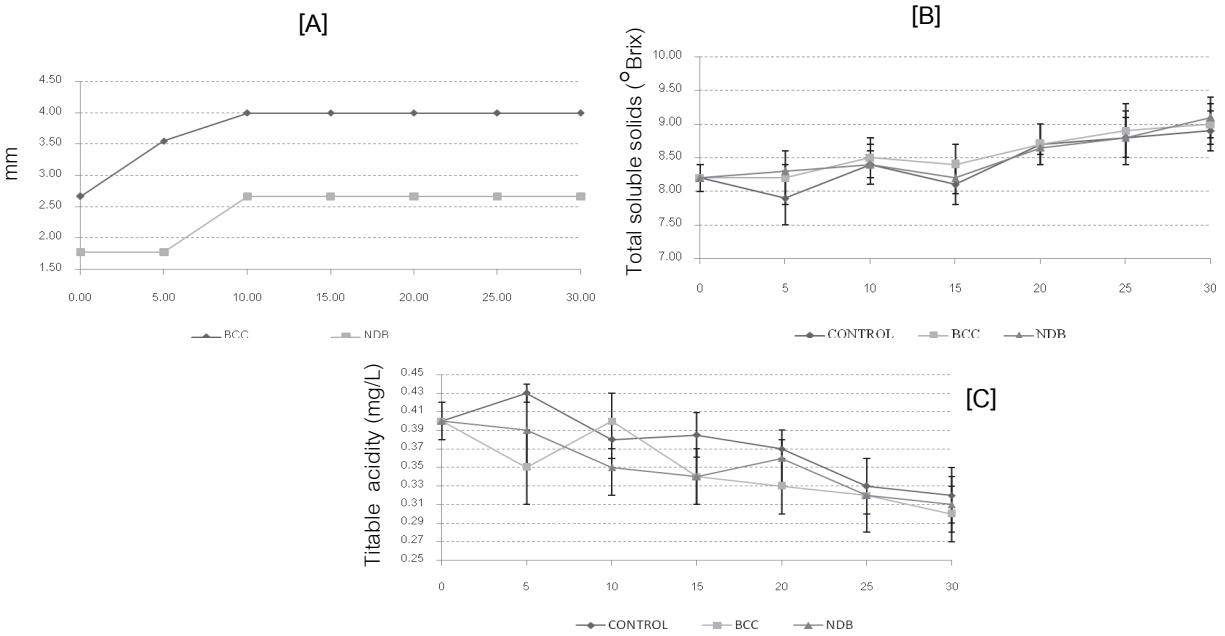


Figure 1 Change in [A] total soluble solids [B] Titable acidity [C] during storage of pummelo at various shipping containers.

วิจารณ์ผล

การปรับปรุงรูปแบบของกล่องโดยการเสริมมุมและคอลัมน์ของกล่องแบบ full telescope และ wrap around มีผลทำให้กล่องมีความสามารถในการรับแรงกดและมีความแข็งแรงต่อการวางเรียงซ้อนได้เพิ่มขึ้น ซึ่งการปรับปรุงรูปแบบของกล่องดังกล่าวฯ ไม่มีผลต่อระยะเวลาการลดอุณหภูมิเบื้องต้น (7/8 cooling time) และมีต้นทุนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ส่งออกยอมรับได้ นอกจากนี้เมื่อทดสอบการขนส่งกล่องแบบ BCC และ NDB พบว่ากล่องทั้งสองแบบสามารถปกป้องส้มโอจากแรงเชิงกลในระหว่างการขนส่งและการจัดเก็บและช่วยคุณภาพทางด้านเคมีของส้มโอพันธุ์ทองดีให้มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างขนส่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้จนถึงผู้บริโภคและเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณสมบัติของกล่องแบบ BCC และกล่องแบบ NDB พบว่า การบรรจุส้มโอลงในกล่องแบบ NDB มีร้อยละของปริมาตรที่ว่างภายในภาชนะบรรจุหรือมีการบรรจุที่แน่นกว่า (tight fill pack (TFP)) การบรรจุส้มโอลงในกล่องแบบ BCC ส่งผลให้ส้มโอที่บรรจุลงในกล่องแบบ NDB มีแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายได้มากกว่าส้มโอที่บรรจุลงในกล่องแบบ BCC แต่อย่างไรก็ดีพบว่าการผลิตและการใช้งานกล่องแบบ BCC ทำได้ง่ายกว่า กล่องแบบ NDB เนื่องจากกล่องแบบ BCC ต้องใช้กระบวนการผลิตเช่นเดียวกับการผลิตกล่องแบบ slot container ทั่วไป ขณะที่กล่องแบบ NDB ต้องใช้กระบวนการผลิตแบบไดคัท(die cut)

สรุป

กล่องแบบ BCC และ NDB เป็นภาชนะบรรจุที่มีความเหมาะสมสำหรับการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดีเพื่อการส่งออกมากที่สุดเนื่องจากมีความต้านทานต่อแรงกดที่เพียงพอต่อการวางเรียงซ้อนในระหว่างการจัดเก็บ และการขนส่งส้มโอในสภาวะวิกฤติที่มีระดับความชื้นสูงได้ อีกทั้งกล่องทั้งสองแบบยังมีความสามารถในการลดอุณหภูมิเบื้องต้นและต้นทุนอยู่ในระดับที่ผู้ส่งออกยอมรับได้

เอกสารอ้างอิง

ASTM. 2000. American Society for Testing and Materials. ASTM D4169. West Conshohocken, PA. 85 p.

Burgess, G. 1999. Course Pack PKG 410 “Distribution Packaging Dynamics” School of Packaging , Michigan State University, East Lansing , Michigan.

Chonhenchob, V. and S.P. Singh. 2004. Packaging systems for papayas for local and export markets. In Proceedings of 14th World Conference of the International Association of Packaging Research Institutes. June 13-16,2004. Stockholm, Sweden.

Holt, J.E. and D. Schoorl. 1982. Strawberry bruising and energy dissipation. J. Text Stud. 13: 349-357.