

ความเป็นไปได้ของบรรจุภัณฑ์ขายส่งมะขามหวานที่เหมาะสมภายใต้การสั่นสะเทือนจำลอง Feasibility of Proper Sweet Tamarind Wholesale Packages Subjected to Simulated Vibration

ดลหทัย ราชนุเคราะห์¹ บัณฑิต จริโมภาส² และวิเชษ ศรีชลเพชร³
Dolhathai Rachanukroh¹ Bundit Jarimopas² and Vichet sricholpetch³

Abstract

The purpose of this research was to investigate performance of the current sweet tamarind wholesale package and determine the feasibility of proper packaging of minimum damage under simulated vibration. Methodology comprised testing of the present wholesale package and the new wholesale package which consisted of the mixture between 5 mm. diameter foam ball and sweet tamarind at the mixing ratio of foam 20, 40, 60, 80% by container volume. The testing was based on ASTM D999 method A2 standard and Chonhenchob and Singh (2005) with vibration simulator, and 2 cultivars of sweet tamarind (Si-thong, Sri-chompoo). The vibration was set at the frequency of 4 Hz for one hour. The experimentation was designed to be Factorial in CRD and analyzed by the use of DMRT with two controlling factors i.e. cultivar and mixing ratio. Fruit damage was measured in percent per package.

The result showed that the cultivar and the mixing ratio significantly affected fruit damage at the significance level of 5%. Fruit damage (y) proportionally decreased with the increasing mixing ratio (x). The equation of relationship between fruit damage and the mixing ratio for Si-Thong is $y = -0.014x + 1.8232$ ($R^2 > 0.99$) and for Sri-Chompoo is $y = -0.088x + 8.0432$ ($R^2 > 0.97$). The damage for the present package with Si-Thong and Sri-Chompoo is 1.9, 7.8% respectively. The proper wholesale package can be obtained by considering damage percentage together with price and packaging cost of the sweet tamarind.

Key words: sweet tamarind, wholesale package, vibration

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อที่จะทดสอบบรรจุภัณฑ์ขายส่งมะขามหวานไทย และหาความเป็นไปได้ของบรรจุภัณฑ์ขายส่งที่เหมาะสมที่ก่อให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุดระหว่างการขนส่งภายใต้การสั่นสะเทือนจำลอง การศึกษาประกอบด้วยทดสอบบรรจุภัณฑ์ขายส่งปัจจุบัน และบรรจุภัณฑ์ใหม่ ที่ประกอบด้วยเม็ดโฟมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม. ผสมกับฝักมะขามหวานในอัตราส่วนของโฟม 0, 20, 40, 60, 80% ของปริมาตรภายในบรรจุภัณฑ์ เงื่อนไขการทดลอง คือ การเขย่าด้วยเครื่องจำลองการสั่นสะเทือนที่ความถี่ 4 Hz เป็นระยะเวลา 1 ชม. ตามมาตรฐาน ASTM D999 Method A2 กับมะขามพันธุ์สีทองและศรีชมภู การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติแบบ Factorial in CRD และ DMRT ของปัจจัยควบคุม 2 ตัวคือ พันธุ์ และอัตราส่วนผสมระหว่างเม็ดโฟมกับฝักมะขามหวาน ต่อการเปลี่ยนแปลงความเสียหายของฝักมะขาม.

ผลการทดลองปรากฏว่า พันธุ์และอัตราส่วนผสมระหว่างเม็ดโฟมกับมะขามหวานมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความสำคัญ 5% ต่อเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของมะขามหวาน เปอร์เซ็นต์ความเสียหายลดลงเมื่ออัตราส่วนผสมโฟมสูงขึ้น สมการความสัมพันธ์ของความเสียหาย y กับอัตราส่วนผสม x ในมะขามพันธุ์สีทองคือ $y = -0.014x + 1.823$ ($R^2 > 0.99$) และศรีชมภูเป็น $y = -0.088x + 8.0432$ ($R^2 > 0.97$) บรรจุภัณฑ์ปัจจุบัน (ไม่มีเม็ดโฟม) ของสีทองและศรีชมภูมีความเสียหาย 1.9 และ 7.8% ตามลำดับ บรรจุภัณฑ์ขายส่งที่เหมาะสมอาจหาได้จากการพิจารณาร่วมกันระหว่างเปอร์เซ็นต์ความเสียหาย ราคาจำหน่ายมะขามหวานและราคาบรรจุภัณฑ์

คำสำคัญ มะขามหวาน บรรจุภัณฑ์ขายส่ง การสั่นสะเทือน

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

² ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

³ ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม 73140

คำนำ

การขนส่งทางบกยังเป็นวิธีการที่จำเป็นในประเทศไทย เพื่อขนส่งผักผลไม้สดไปสู่ผู้บริโภค ผักผลไม้ส่วนมากจะถูกจะถูกขนส่งไปในบรรจุภัณฑ์ จากงานสำรวจของบัณฑิตและคณะ (2545) พบว่า บรรจุภัณฑ์ที่ขายส่งผักและผลไม้ที่นิยมใช้มี 4 ชนิดคือ ถุงพลาสติก เข่ง ตะกร้า และกล่องกระดาษลูกฟูก บรรจุภัณฑ์ที่ขายส่งจะได้รับการขนส่งเพื่อขนระหว่างการผลิตและเกิดความเสียหาย ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผักและผลไม้ในระหว่างการเก็บเกี่ยว การขนส่ง และการจำหน่ายมีค่าระหว่าง 15-68% ของความเสียหายทั้งหมด (Ceponis and Butterfield, 1997, 1981; Ceponis and Ceppellini, 1985) Jarimopas et al. (2005) พบว่าผิวจราจรความเร็วรถบรรทุก และชนิดของรถบรรทุก มีอิทธิพลต่อระดับความเสียหายที่วัดเป็น Power Spectrum Density และความเสียหายของผลส้มเขียวหวาน ในช่วงความถี่ 2-5 Hz. อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5%

มะขามหวาน (*Tamarindus indica* L.) เป็นไม้ผลที่ส่วนใหญ่พบในประเทศไทย ลักษณะเป็นต้นทรงพุ่มขนาดใหญ่ พันธุ์ที่นิยมบริโภคได้แก่ สีทอง ลักษณะฝักโค้งมีขนาดใหญ่และยาว เนื้อสีทองหนาอ่อน รสหวานสนิท และพันธุ์ศรีชมภู ฝักมีลักษณะตรงขนาดปานกลาง เนื้อสีน้ำตาลอ่อนหนา เหนียว รสหวานอมเปรี้ยว ในระหว่างการขนส่งถ้าฝักเกิดรอยร้าวหรือแตก จะส่งผลทำให้อายุการเก็บรักษาลดลง เพราะเชื้อราสามารถเจริญเติบโตภายในเนื้อมะขามได้ ด้วยเหตุนี้ งานทดลองดังกล่าวจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการขนส่งเพื่อลดความเสียหายของมะขามหวานในบรรจุภัณฑ์ขายส่ง และประเมินค่าความเสียหายของมะขามหวานในแต่ละบรรจุภัณฑ์ภายหลังผ่านการทดสอบแบบขนส่งเพื่อจำลองในระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อหาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมที่ก่อให้เกิดความเสียหายในระหว่างขนส่งน้อยที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองใช้ปัจจัยควบคุม 2 ตัวคือ 1. พันธุ์มะขามหวาน 2 พันธุ์ (คือสีทองและศรีชมภู) 2. อัตราส่วนของผสมระหว่างโฟมเม็ดกับมะขามหวาน r ที่ระดับ 20%, 40%, 60% และ 80% (โดยปริมาตร) ตัวแปรที่ถูกระบุคือ ค่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของมะขามหวาน D บรรจุมะขามหวานแต่ละพันธุ์ ร่วมกับโฟมเม็ดลงในกล่องกระดาษลูกฟูกตามลำดับอัตราส่วนของผสมระหว่างโฟมเม็ดกับมะขามหวาน จำนวนระดับละ 3 ซ้ำ/พันธุ์ แล้วนำมาทดสอบด้วยเครื่องทดสอบการขนส่งเพื่อ (บัณฑิต และทรงธรรม, 2548) ที่ความถี่ 4 เฮิร์ต. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามมาตรฐานของ ASTM D999 Method A2 (ASTM, 2004) และ Chonhenchob and Singh (2005) หลังจากนั้นทำการตรวจสอบความเสียหาย วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและหาค่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของมะขามหวานในแต่ละบรรจุภัณฑ์

ผลและวิจารณ์

การวิเคราะห์ความแปรปรวนระบุว่าพันธุ์ และอัตราส่วนผสมระหว่างโฟมเม็ดกับมะขามหวานมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความสำคัญ 5% ต่อเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของมะขามหวาน (Table 1)

Table 1 Analysis of variance of sweet tamarind damage affected by the cultivars and the ratio of foam ball to sweet tamarind.

Source	DF	ANOVA SS	Mean Square	F Value	Pr>F
Cultivar	1	72.78976333	72.7897633	169.12	0.0001
Ratio of foam ball/tammarind	4	60.64500000	15.16125000	35.23	0.0001
Cultivar*Ratio of foam ball/tammarind	4	30.01885333	7.50471333	17.44	0.0001

Table 2 แสดงผล DMRT ของเปอร์เซ็นต์ความเสียหายเฉลี่ยสำหรับแต่ละ Combination ของพันธุ์และอัตราส่วนผสมโฟมเม็ด เมื่อเอาค่าเฉลี่ยความเสียหายของมะขามหวานไปสร้างกราฟ D VS r ของแต่ละพันธุ์โดยรวมเอาค่าความเสียหายที่ $r = 0$ ของพันธุ์สีทองและศรีชมภูเท่ากับ 7.59 และ 1.80 % ตามลำดับ เข้าไปด้วย ปรากฏว่าได้สมการเส้นตรงที่ดีมากสำหรับพันธุ์สีทอง $D = -0.014 r + 1.8232$ ($R^2 > 0.97$) และพันธุ์ศรีชมภู $D = -0.0888 r + 8.0472$ ($R^2 > 0.99$) (Fig.1) ค่าความเสียหายเฉลี่ยที่เกิดขึ้นกับมะขามหวานพันธุ์สีทองมีค่าน้อยกว่าพันธุ์ศรีชมภู และเป็นเช่นนั้นในทุกๆ ระดับของอัตราส่วนของผสม นี้อาจอนุมานได้ว่า ฝักมะขามหวานพันธุ์สีทองมีความแข็งแรง (Strength) มากกว่าฝักพันธุ์ศรีชมภูทำให้เกิดความเสียหายน้อยกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของบัณฑิตและคณะ (2548) ที่พบว่า ค่าความแข็งแรงของฝักมะขามหวานที่ทดสอบด้วยเครื่อง Universal testing machine โดยกดแบบซ้ำๆ ลงบนฝักมะขามหวาน ซึ่งกำหนดค่าความแข็งแรงดังกล่าวด้วยกราฟแรงและการเปลี่ยนรูปได้ค่าความแข็งแรงฝัก

Table 2 Duncan's multiple range test (DMRT) on average percent damage of sweet tamarind.

Treatment	Average percent damage of sweet tamarind ¹
Cultivar	
Si-thong	4.3993 a
Sri-chompoo	1.2840 b
Ratio of foam ball	
0	4.8267 a
20	3.8800 b
40	2.9067 c
60	1.6950 d
80	0.9000 e

¹Within columns means with the same letter are not significantly different at Prob= 0.05

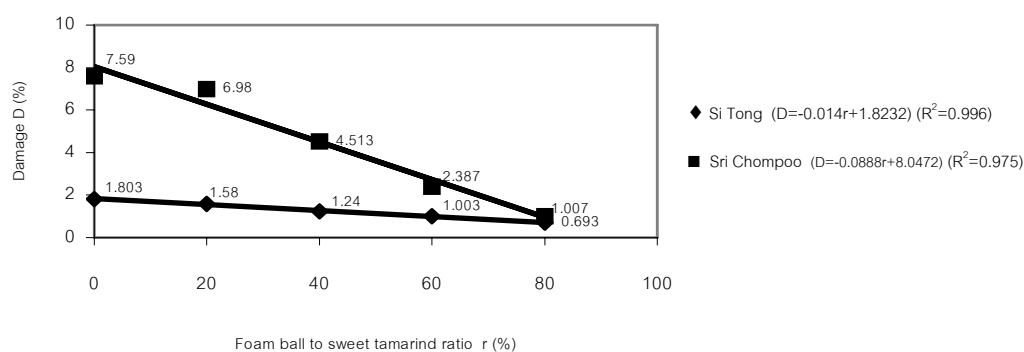


Figure 1 Percent damage of sweet tamarind with respect to the different ratio of foam ball

มะขามพันธุ์สีทองเท่ากับ 1.08 นิ้วตัน/เมตร ขณะที่พันธุ์ศรีชมภูมีค่า 0.73 นิ้วตัน/เมตร

และเมื่อพิจารณาที่มะขามหวานพันธุ์เดียวกัน ที่ระดับอัตราส่วนของผสมต่างๆ กัน จะเห็นได้ว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ตามลำดับของอัตราส่วนของผสมที่มากขึ้น เหมือนกันทั้ง 2 พันธุ์ เนื่องจากโฟมเม็ดจะทำหน้าที่ห่อหุ้มฝักมะขามโดยรอบ ที่ระดับอัตราส่วนของผสมระหว่างโฟมเม็ดกับมะขามหวานที่เพิ่มมากขึ้น จะมีปริมาณของโฟมเม็ดมากขึ้นที่จะดูดซับพลังงานกระแทกเอาไว้ส่วนหนึ่งและปล่อยพลังงานที่น้อยกว่าไปกระทำกับฝักมะขาม ส่งผลให้ฝักมะขามหวานได้รับความเสียหายน้อยลง ค่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายเฉลี่ยจึงลดลง

สรุปผล

จากการทดสอบแบบสันตะเพื่อนจำลองกับบรรจุภัณฑ์มะขามหวาน พบว่า การใช้โฟมเม็ดเป็นวัสดุกันกระแทกในบรรจุภัณฑ์ขายส่งมะขามหวาน สามารถช่วยลดความเสียหายจากการสันตะเพื่อนและการกระแทกในระหว่างขนส่งได้เป็นอย่างดี ความเสียหายที่เกิดกับมะขามหวานลดลง ทำให้มูลค่าของผลผลิตมากขึ้น และยังสามารถยืดอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานยิ่งขึ้น ถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำไปใช้พัฒนาบรรจุภัณฑ์ขายส่งมะขามหวานที่เหมาะสม

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว (ADB) ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่กรุณาสับสนุนงบประมาณวิจัย และศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติและภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน ที่กรุณาสับสนุนอุปกรณ์วัดและสถานที่ทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- บัณฑิต จริโมภาส, จักรวาล รัชชนะชน และรัตนา สุรินทร์. 2545. การศึกษาบรรจุภัณฑ์ชายส่งผักและผลไม้ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 9(2): 23-28.
- บัณฑิต จริโมภาส และทรงธรรม ไชยพงษ์. 2548. เครื่องทดสอบการสั่นสะเทือนของบรรจุภัณฑ์ทำในประเทศ. บทความวิจัย เสนอในการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 6 จัดโดยสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ร่วมกับ คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คลอง 6 ระหว่างวันที่ 30-31 มีนาคม 2548 ณ. โรงแรมแกรนด์มิราเคิล กรุงเทพฯ.
- บัณฑิต จริโมภาส, สุพัตรา จันทร์ดาประดิษฐ์ และเกศดาพร วงษ์ขิม. 2548. ลักษณะทางกายภาพและสมบัติเชิงกลบางประการที่จำเป็นสำหรับการคัดคุณภาพผักมะขามหวานไทยพันธุ์สีทองและศรีชมพู. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 6 ระหว่างวันที่ 30-31 มีนาคม 2548 ณ. โรงแรมมิราเคิลแอนด์, กรุงเทพฯ. น. 84
- ASTM Annual Book of Standard, 2004. American Society of Testing and Material. West Conshohoken, PA
- Coponis, M.J. and J.E. Butterfield. 1974. Retail and consumer losses of western pears in metropolitan New York. Hort Science 9(5): 447-448.
- Chonhenchob , V., S.P. Singh. 2005. Packaging performance comparison for distribution and export of papaya fruit. Package. Technol. Sci. 18: 125-131.
- Coponis, M.J. and J.E. Butterfield. 1981. Cull losses in western sweet cherries at retail and consumer levels in metropolitan New York. Hort Science 16(3): 324-326.
- Coponis, M.J. and R.A. Cappellini. 1985. Wholesale, retail and consumer level losses of nectarines in metropolitan New York. Hort Science 20(1): 90-91.
- Jarimopas, B., S.P. Singh and W. Saengnil. 2005. Measurement and analysis of truck transport vibration levels and damage to packaged tangerines during transit packag. Technol. Sci (in press).