Agricultural Sci. J. 44 : 3 (Suppl.) : 363-366 (2013) ว. วิทย. กษ. 44 : 3 (พิเศษ) : 363-366 (2556)

การเปรียบเทียบวัสดุกันกระแทกสำหรับผลแอปเปิลด้วยวิธีการปล่อยตกอย่างอิสระ

Comparison of Apple Cushioning Materials by Free Fall Drop Test Method

ศรัณย์ พิทยาพงศกร[1] และ ศุภกิตต์ สายสุนทร[1]

Saran Phithayapongsakorn[1] and Supakit Sayasoonthorn[1]

Abstract

The objective of this study was to compare the effectiveness of cushioning material to prevent mechanical damage of apples by free fall drop test method. Gala apple 128 (by count) was used as a sample for testing. Eight apples were packed into a corrugated box. The test methods consist of drop test of the corrugated box which contain apple without cushion material and wrapped with plastic foam net, blister plastic film, shredded paper and coconut fluff. The impact test by free-fall drop test with 3 levels, 0.6, 0.7 and 1 m. The results showed that bruise area of apple was well varying proportionally as drop height level and the appropriate of cushioning materials to prevent the mechanical damage by apple free fall drop test method was shredded paper when considering the effectiveness of cushion material by bruise resistance, identified by slope of the graph of bruise area – drop height level (BA-h). The average bruise resistance of shredded paper was 1.74 sq.mm/m.

Keywords: cushion material, mechanical damage, bruising

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อเปรียบเทียบความสามารถของวัสดุกันกระแทกในการป้องกันความเสียหายเชิงกลสำหรับแอปเปิลด้วยวิธีการทดสอบการปล่อยตกอย่างอิสระ ใช้ผลแอปเปิลพันธุ์กาล่า ขนาด 128 นับ เป็นตัวอย่างสำหรับการทดสอบ โดยบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูก จำนวน 8 ผล/กล่อง วิธีการทดสอบประกอบด้วยการทดสอบการปล่อยตกของกล่องซึ่งภายในบรรจุด้วยผลแอปเปิลที่ไม่หุ้มวัสดุกันกระแทก และผลแอปเปิลที่หุ้มด้วยโฟมตาข่ายพลาสติก แผ่นพลาสติกกันกระแทก เศษกระดาษย่อย และขุยมะพร้าว ทดสอบการกระแทกด้วยการปล่อยตกอย่างอิสระที่ระดับความสูง 3 ระยะ ได้แก่ 0.6, 0.7 และ 1 เมตร ผลการทดสอบพบว่า พื้นที่รอยช้ำของผลแอปเปิลแปรผันตรงกับความสูงของการปล่อยตกเป็นอย่างดี และ วัสดุกันกระแทกที่เหมาะสมในการป้องกันความเสียหายเชิงกลสำหรับการปล่อยตกอย่างอิสระของผลแอปเปิล ได้แก่ กระดาษย่อย เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันความเสียหายโดยพิจารณาจากค่าความต้านทานการช้ำที่กำหนดโดยความชันของกราฟพื้นที่รอยช้ำ-ความสูงของการปล่อยตก (AB-h) โดยมีค่าต้านทานการช้ำเฉลี่ยเท่ากับ 1.74 ตร.มม./ม.

คำสำคัญ: วัสดุกันกระแทก, ความเสียหายเชิงกล, การช้ำ

คำนำ

ผลิตผลเกษตรหลังจากเก็บเกี่ยวแล้วจะถูกขนส่งและนำไปจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภค ในระหว่างการวางจำหน่ายผลิตผลอาจได้รับความเสียหายจากภาระเชิงกล เช่น การกดทับจากการวางซ้อนทับกัน การตกกระแทกเนื่องจากผลิตผลตกจากชั้นวาง หรือได้รับการกระแทกในระหว่างการจับถือของผู้บริโภค เป็นต้น นักวิจัยจำนวนมากได้ศึกษาถึงความสามารถของวัสดุกันกระแทกเพื่อป้องกันความเสียหายของผลผลิตเกษตร ซึ่งพบว่าวัสดุกันกระแทกสามารถลดความช้ำเสียหายที่เกิดจากภาระเชิงกลได้ (Brown *et al*.,1993; Jarimopas *et al*., 2004; Jarimopas *et al*., 2007) อย่างไรก็ตามวิธีการประเมินความช้ำเสียหาย (Bollen *et al*.,1999; Zarifneshat *et al*.,2010) และความสามารถของวัสดุกันกระแทกมีหลายวิธี เช่น การใช้กราฟพลังงานกระแทก-ปริมาตรเนื้อช้ำ (ศุภกิตต์, 2549) การใช้กราฟพลังงานกระแทก-พื้นที่รอยช้ำ (ศุภกิตต์ และคณะ, 2553) การใช้ภาพถ่าย (Beyaz *et al*.,2010) รวมถึงวิธีการประเมินแบบอื่นๆ (ศุภกิตต์ และปัณณธร, 2554; Chonhenchob and Singh, 2004) ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตผลเกษตรนั้นๆ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวัสดุกันกระแทกสำหรับแอปเปิล โดยการจำลองการตกกระแทกด้วยวิธีการปล่อยตกอย่างอิสระ

[1] ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Farm Mechanics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok 10900

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ตัวอย่างทดสอบและชนิดของวัสดุกันกระแทก

เลือกผลแอปเปิลพันธุ์กาล่าขนาด 128 นับ (count) เป็นตัวอย่างสำหรับการทดสอบ โดยบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูก ซึ่งทำจากแผ่นกระดาษลูกฟูก 1 ชั้น (single wall) ขนาด 13.5 x 26 x 7.5 ซม. (กว้าง x ยาว x สูง) จำนวน 8 ผล/กล่อง แบ่งการทดสอบการกระแทกโดยการปล่อยกล่องบรรจุผลแอปเปิลให้ตกอย่างอิสระเป็น 5 รูปแบบ ได้แก่ 1) ผลแอบเปิลบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกไม่หุ้มวัสดุกันกระแทก 2) หุ้มผลแอปเปิลด้วยโฟมตาข่ายพลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นโฟมตาข่ายพลาสติก 3 มม. (Figure 1a) 3) หุ้มผลแอปเปิลด้วยแผ่นพลาสติกกันกระแทก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางฟองอากาศ 10 มม. หนา 8 มม. (Figure 1b) 4) บรรจุเศษกระดาษย่อย ขนาด 5 x 7 ซม. (กว้าง x ยาว) ภายในกล่องกระดาษลูกฟูก โดยน้ำหนักของกระดาษที่บรรจุลงไปในกล่องมีค่าเท่ากับ 65 ก. (Figure 1c) และ 5) บรรจุขุยมะพร้าวภายในกล่องกระดาษลูกฟูก โดยน้ำหนักของขุยมะพร้าวที่บรรจุลงไปในกล่องมีค่าเท่ากับ 100 ก. (Figure 1d)

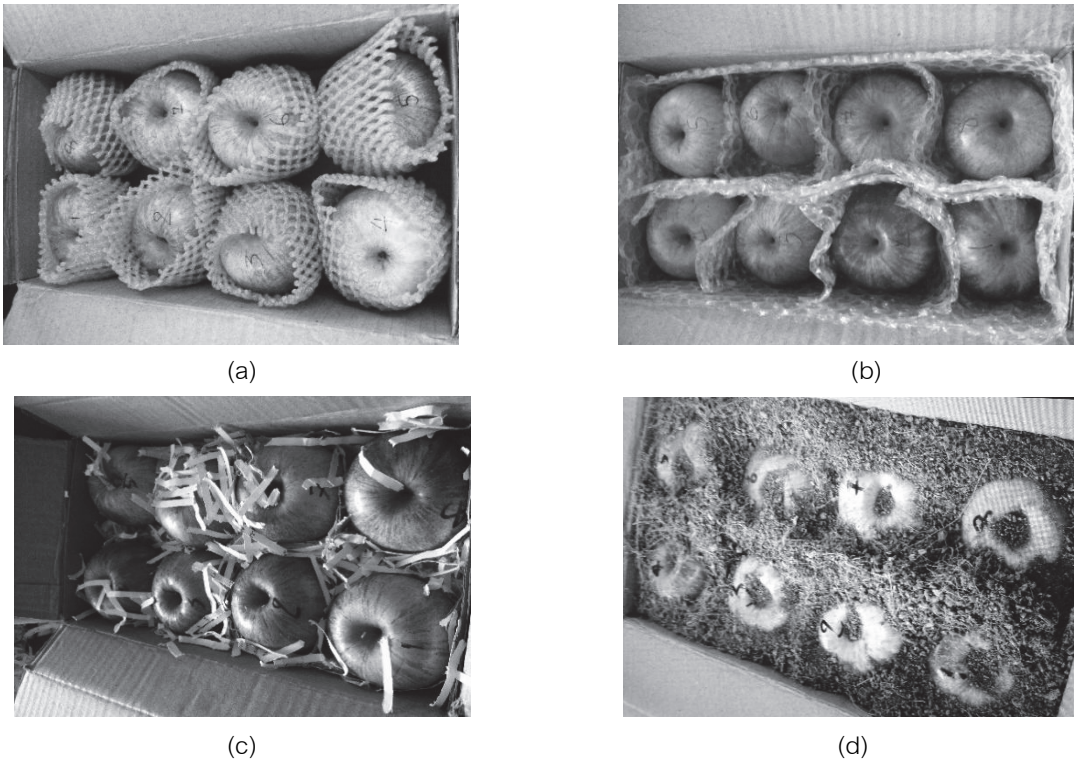

Figure 1 Various types of apple cushioning materials: plastic foam net (a), blister plastic film (b), shredded paper (c) and coconut fluff (d)

2. การทดสอบปล่อยตกอย่างอิสระ

ทำการทดสอบการปล่อยตกอย่างอิสระที่ระยะสูงจากพื้น 0.6, 0.79 และ 1 ม. ระยะละ 3 ซ้ำ ซึ่งระยะดังกล่าวเป็นความสูงของการเลือกซื้อ ความสูงในการถือสินค้า และความสูงที่ใช้วางจำหน่ายบนชั้นขายสินค้า ตามลำดับ ซึ่งผลไม้จะหล่นจากระยะเหล่านี้มากที่สุด โดยโอกาสที่จะตกมีค่าเท่ากับ 0.02 (Rachanukroa *et al*., 2007) ในขณะทำการทดสอบ ต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันมิให้เกิดการหมุนของกล่องกระดาษลูกฟูกในระหว่างตกถึงพื้น หลังจากทดสอบแล้ว ทิ้งแอปเปิลไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชม. จนปรากฏรอยช้ำที่ชัดเจน จากนั้นทำการปอกเปลือกแอปเปิลอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันมิให้พื้นที่ที่มีรอยช้ำเกิดขึ้นหลุดออกไปกับเปลือกที่ปอก และคำนวณหาพื้นที่รอยช้ำเฉลี่ย เมื่อได้ค่าพื้นที่รอยช้ำเฉลี่ยแล้วจึงนำไปพล็อตกราฟร่วมกับค่าระดับความสูงในการปล่อยตก

ผล

ผลการทดสอบปล่อยตกอย่างอิสระของกล่องบรรจุผลแอปเปิลหุ้มวัสดุกันกระแทกชนิดต่าง ๆ

หลังจากตรวจสอบรอยช้ำของผลแอปเปิล (Figure 2) นำค่ารอยช้ำมาพล็อตกราฟแสดงความสัมพันธุ์ระหว่างพื้นที่รอยช้ำกับระดับความสูงที่ปล่อยตกอย่างอิสระของผลแอปเปิล แสดงดัง Table 1และ Figure 3 ซึ่งค่าจากกราฟดังกล่าวบอกถึง

ค่าความต้านทานการช้ำ (bruise resistance) ของวัสดุกันกระแทก ซึ่งพบว่า วัสดุกันกระแทกที่มีค่าความชันของกราฟต่ำที่สุด ได้แก่ กระดาษย่อย โดยมีค่าความชันเท่ากับ 1.74 มีค่า R^2 = 0.9998 ขุยมะพร้าวมีค่าความชันเท่ากับ 7.72 มีค่า R^2 = 0.9777 สำหรับแผ่นพลาสติกกันกระแทกมีค่าความชันอยู่ที่ 13.18 มีค่า R^2 = 0.9039 ส่วนโฟมตาข่ายพาสติก ขนาด 3 มม. มีค่าความชันอยู่ที่ 34.81 มีค่า R^2 = 0.9951 ในขณะที่ผลแอปเปิลไม่หุ้มวัสดุกันกระแทก มีค่าความชันของกราฟมากที่สุด เท่ากับ 62.46 โดยมีค่า R^2 = 0.9054

Figure 2 Evaluating the bruised area of apples by peeling.

Table 1 Linear regression analysis indicating the relationship between bruised area and drop height with various types of cushioning materials.

Cushioning materials	Equation of relationship	R^2
Bare apple	B_A = 62.46h - 31.90	R^2=0.9054
Plastic foam net (3 mm in diameter)	B_A = 34.81h - 17.73	R^2 = 0.9951
Blister plastic film	B_A = 13.18h - 4.45	R^2 = 0.9039
Coconut fluff	B_A = 7.71h - 4.05	R^2 = 0.9777
Shredded paper	B_A = 1.74h - 0.72	R^2 = 0.9998

* When B_A = bruised area of the apple and H = drop height

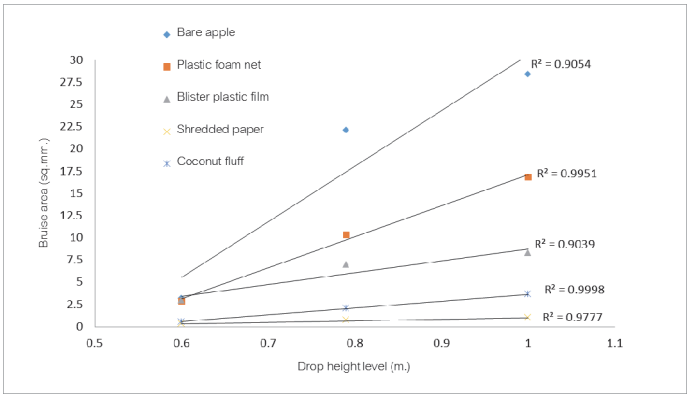

Figure 3 Relationship between bruised area and drop high with various types of cushioning materials.

วิจารณ์ผล

จากการทดสอบการกระแทก พบว่า พื้นที่รอยช้ำที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระดับความสูงของการปล่อยตกที่สูงขึ้น กล่าวคือ เมื่อเพิ่มระยะความสูงในการปล่อยตกมากขึ้น พื้นที่รอยช้ำจะเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้แอปเปิลเกิดรอยช้ำที่เพิ่มขึ้นในทุกๆเงื่อนไขการทดสอบ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากเมื่อความสูงมากขึ้น พลังงานศักย์ที่เกิดจากการตกกระแทกกระทำต่อกล่องและผลแอปเปิลมากขึ้น ดังนั้นพื้นที่รอยช้ำจึงมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (ศุภกิตต์ และคณะ 2553; Jarimopas *et al*., 2004; Jarimopas *et al*., 2007) วัสดุกันกระแทกที่สามารถลดความเสียหายที่เกิดจากการกระแทกได้ดีที่สุด ได้แก่

กระดาษย่อย เนื่องจากมีค่าความชันต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่ ขุยมะพร้าว แผ่นพลาสติกกันกระแทก และตาข่ายโฟมตาข่ายพลาสติก ตามลำดับ สาเหตุที่กระดาษย่อยสามารถลดความเสียหายได้ดี เนื่องจาก ลักษณะการบรรจุกระดาษย่อยลงไปภายในกล่องซึ่งบรรจุลงไปด้านล่างของกล่อง แล้วจึงวางแอปเปิลตามจากนั้นจึงบรรจุกระดาษลงไปจนเต็มกล่อง ด้วยการบรรจุลักษณะนี้ เมื่อกล่องตกกระแทกจะเกิดแรงกระทำที่ก้นกล่องมากที่สุด ซึ่งกระดาษที่บรรจุไว้ด้านล่างของกล่องจะดูดซับแรงกระแทกไว้ ก่อนที่จะส่งถ่ายแรงนั้นไปยังผลแอปเปิล ลักษณะการรับแรงกระทำจากก้นกล่องของขุยมะพร้าวก็เช่นเดียวกัน แต่ขุยมะพร้าวมีลักษณะแห้ง และคมเล็กน้อยทำให้เกิดแผลถลอกที่บริเวณผิวแอปเปิล อย่างไรก็ตามการเพิ่มความชื้นให้กับขุยมะพร้าวจะลดความเสียหายได้มากขึ้น แต่อาจเสี่ยงต่อความเสียหายอันเนื่องมาจากโรคและเชื้อรา ทำให้ไม่เหมาะแก่การใช้เป็นวัสดุกันกระแทกสำหรับการวางจำหน่ายสินค้า ในขณะที่วัสดุกันกระแทกชนิดอื่นๆ ได้แก่ โฟมตาข่ายและแผ่นพลาสติกกันกระแทก ไม่สามารถหุ้มผลแอปเปิลได้หมดโดยเฉพาะบริเวณด้านบนของผล ดังนั้นเมื่อกล่องบรรจุแอปเปิลตกกระแทก ผลแอปเปิลจะกระดอนไปกระแทกกับฝากล่องด้านบนจึงทำให้เกิดความช้ำเสียหายเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม หากมีการหุ้มวัสดุกันกระแทกที่ด้านบนด้วยจะทำให้ฝากล่องปิดไม่สนิท ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายจากการวางซ้อนทับในระหว่างการจำหน่ายมากขึ้น สำหรับแอปเปิลที่ไม่หุ้มวัสดุกันกระแทก จะได้รับแรงจากการกระแทกทั้งหมดโดยตรง จึงเกิดความช้ำเสียหายมากที่สุด

สรุป

วัสดุกันกระแทกที่เหมาะสมในการป้องกันความเสียหายเชิงกลสำหรับการปล่อยตกอย่างอิสระของผลแอปเปิล ได้แก่ กระดาษย่อย เมื่อพิจารณาความสามารถในการป้องกันความเสียหายจากค่าความต้านทานการช้ำที่กำหนดโดยความชันของกราฟพื้นที่รอยช้ำ-ความสูงของการปล่อยตก (AB-h) โดยมีค่าต้านทานการช้ำเฉลี่ยเท่ากับ 1.74 ตร.มม./ม.

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ หลักสูตรวิทยาศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ศุภกิตต์ สายสุนทร และ บัณฑิต จริโมภาส. 2549. การพัฒนาวัสดุกันกระแทกที่เหมาะสมห่อผลแอ็ปเปิลสดเพื่อป้องกันการช้ำจากการกระแทก. ในการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7. 23-24 มกราคม 2549, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม. หน้า 103.

ศุภกิตต์ สายสุนทร, ปัณณธร ภัทรสถาพรกุล, พิไลพร ชาวขุนทด, ศิริวรรณ อิ่มอำไภย และ มนตรี ตรีอาภรณ์ไพศาล. 2553. การศึกษาวัสดุกันกระแทกกล้วยหอมสำหรับการวางจำหน่าย. ใน การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11. 6-7 พ.ค. 2553. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. หน้า 105-109.

ศุภกิตต์ สายสุนทร และ ปัณณธร ภัทรสถาพรกุล. 2554. การเปรียบเทียบวัสดุกันกระแทกกะหล่ำปลีสำหรับการวางจำหน่ายและขนส่ง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42(3)(พิเศษ): 620-624.

Beyaz, A., R. Ozturk and U. Turker. 2010. Assessment of mechanical damage on apples with image analysis. J. Food Agric. Env. 8: 476-480.

Bollen, A.F., H. X. Nguyen and B. T. Dela Rue. 1999. Comparison of methods for estimating the bruise volume of apples. J. Agric. Eng. Res. 74: 325-330.

Brown, G. K., N. L. Schulte, E. J. Timm, P. R. Armstrong and D. E. Marshall. 1993. Reduce apple bruise damage, Tree Fruit Postharv. J. 4(3): 6-10.

Chonhenchob, V. and S.P. Singh. 2004. Testing and comparison of various packages for mango distribution. J. Test. Eval. 32 : 69 - 72.

Jarimopas, B., T. Mahayosanan and N. Srianek. 2004. Study of capability of net made of banana string for apple protection against impact. Eng. J. Kasetsart. 17(51): 9-16.

Jarimopas, B., S. Sayasoonthorn, S. P. Singh and J. Singh. 2007. Test method to evaluate bruising during impacts to apples and compare cushioning materials. J. Test & Eval. 35 (3): 321-326.

Rachanukroa, D., S. P. Singh and B. Jarimopas. 2007. Development of sweet tamarind pod retail packaging, p.30. In: Proceedings of the International Conference on Agricultural, Food and Biological Engineering & Postharvest/Production Technology, 22-24 January 2007, Sofitel Raja Orchid Hotel, Khon Kaen, Thailand.

Zarifneshat, S., H. R. Ghassemzadeh, M. Sadeghi, M. H. Abbaspour-Fard, E. Ahmadi, A. Javadi, and M. T. Shervani-Tabar. 2010. Effects of impact level and fruit properties on Golden Delicious apple bruising. Amer. J. Agric. Biol. Sci. 5 (2): 114-121.