การเปรียบเทียบวัสดุกันกระแทกแอปเปิลด้วยพื้นที่รอยช้ำและจำนวนรอยช้ำ

A Comparison of Apple Cushioning Materials Using Bruise Area and Number of Bruise

ขวัญหหัย ห่วงแสง[1] รณกร สืบจากลี[1] วัตรธร ศรีล้ำ[1] จิรวัฒน์ เส็งรอดรัตน์[1] ปฏิพัทธ์ สุบรรณ์[1] และ ศุภกิตต์ สายสุนทร[1]
Khanhatai Huangsaeng[1], Ronnakorn Sebjaklee[1], Wattatorn Srilam[1], Chirawat Sengrodrut[1], Patipat Suban[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. Fuji apple 138 (by count) was used as a sample for testing. Eight apples were packed into a corrugated sheet box. The impact test was by free-fall drop test with 3 levels, 0.6, 0.7 and 1 m. The test methods consist of drop test of the corrugated sheet boxes containing apples without cushion material and corrugated sheet boxes containing apples with cushioning materials; 1 cm long rice straw and 15 cm long rice straw, 0.5 cm in diameter foam ball, 2.5 and 6% moisture content (mc.) coconut fluff. The protective performance of cushioning material was evaluated using bruise diameter. A bruise diameter was separated in 3 sizes: small (1-3 mm in dia.), medium (4-8 mm in dia.) and large (= 9 mm in dia. or more). The results showed that 6% mc. coconut fluff was the most appropriate cushioning material to prevent the mechanical damage by apple free fall drop test method. The bruise area was 0, 21.20 and 26.56 sq.cm at 0.6, 0.7 and 1 m, respectively, and no small bruise. Only medium bruises were found 2, 0, 0 and large bruises were 3, 0, 0 slits at 0.6, 0.7 and 1 m, respectively.

Keywords: cushion material, packaging, bruising

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อเปรียบเทียบความสามารถของวัสดุกันกระแทกแอปเปิล ในการป้องกันความเสียหายเชิงกลสำหรับการจำหน่ายปลีกด้วยการทดสอบการปล่อยตกอย่างอิสระ ใช้ผลแอปเปิลพันธุ์ฟูจิ ขนาด 138 นับ เป็นตัวอย่างสำหรับการทดสอบ โดยบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูก จำนวน 8 ผล/กล่อง วิธีการทดสอบประกอบด้วยการปล่อยกล่องตกอย่างอิสระระดับความสูง 3 ระยะ ได้แก่ 0.6, 0.7 และ 1 ม. ซึ่งภายในกล่องบรรจุด้วยผลแอปเปิลเปล่าไม่บรรจุวัสดุกันกระแทก และภายในบรรจุด้วยวัสดุกันกระแทก ได้แก่ ฟางข้าว ความยาว 1 และ 15 ซม., เม็ดโฟมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. ขุยมะพร้าวความชื้น 2.5 และ 6% จากนั้นเปรียบเทียบความสามารถของวัสดุกันกระแทกด้วยการหาพื้นที่รอยช้ำ และแบ่งขนาดรอยช้ำ โดยแบ่งตามเส้นผ่าศูนย์กลางออกเป็น 3 ขนาด ได้แก่ ช้ำน้อย (1-3 มม.) ช้ำปานกลาง (4-8 มม.) และช้ำมาก (9 มม.ขึ้นไป) ผลการทดสอบพบว่า ขุยมะพร้าวความชื้น 6% เป็นวัสดุกันกระแทกที่เหมาะสมในการป้องกันความเสียหายเชิงกลสำหรับการปล่อยตกอย่างอิสระของผลแอปเปิลดีที่สุด โดยมีพื้นที่รอยช้ำเท่ากับ 0, 21.20 และ 26.56 ตร.มม. ที่ความสูง 0.6, 0.7 และ 1 ม. ตามลำดับ และไม่พบรอยช้ำขนาดเล็ก มีรอยช้ำขนาดกลาง จำนวน 2,0,0 รอย และรอยช้ำขนาดใหญ่ จำนวน 3,0,0 รอย ที่ระดับความสูง 0.6, 0.7 และ 1 ม. ตามลำดับ

คำสำคัญ: วัสดุกันกระแทก, บรรจุภัณฑ์, การช้ำ

คำนำ

ในยุคปัจจุบันที่ภาวะโลกร้อนกำลังเป็นปัญหาสำคัญของประชาคมโลก ทุกภาคส่วนต่างพยายามช่วยกันลดการสร้างขยะโดยการลดการใช้ (Reduce) การนำกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) และนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) บรรจุภัณฑ์และวัสดุกันกระแทก เช่น ถุงพลาสติก กล่องกระดาษ และเส้นโฟมตาข่าย เป็นอีกหนึ่งปัญหาสำคัญที่เมื่อผ่านการใช้งานแล้วกลายเป็นขยะก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางดินและมลพิษในแหล่งน้ำเป็นจำนวนมาก (Levy, 2000) มีนักวิจัยจำนวนหนึ่งได้ศึกษาการนำวัสดุกันกระแทกที่ผลิตขึ้นจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ป้องกันความเสียหายของผลไม้ (Jarimopas *et al*., 2004; Jarimopas *et al*., 2007; ศรันย์ และศุภกิตต์, 2556) พบว่า มีความสามารถป้องกันความเสียหายของผลไม้ได้ในระดับหนึ่ง

[1] ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900
[1] Department of Farm Mechanics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok 10900

อย่างไรก็ตามความสามารถในการป้องกันนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบการนำไปใช้และลักษณะการจัดวางผลไม้ด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวัสดุกันกระแทกที่พัฒนาขึ้นจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรสำหรับการป้องกันความเสียหายเชิงกล โดยประเมินความสามารถของวัสดุกันกระแทกจากพื้นที่รอยช้ำและจำนวนรอยช้ำ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ตัวอย่างทดสอบและชนิดของวัสดุกันกระแทก

ผลแอปเปิลพันธุ์ฟูจิขนาด 138 นับ (count) ถูกเลือกเป็นตัวอย่างสำหรับการทดสอบ 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) ผลแอบเปิลบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกไม่บรรจุวัสดุกันกระแทก (A) และ ผลแอปเปิลบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูก ภายในกล่องบรรจุ 2) ฟางข้าว ความยาว 1 ซม. (R1) (Figure 1a) 3) ฟางข้าว ความยาว 15 ซม.(R2) (Figure 1b) น้ำหนักของฟางข้าวที่บรรจุลงไปในกล่องมีค่าเท่ากับ 170 และ 70 g ตามลำดับ 4) เม็ดโฟมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. (F)(Figure 1c) น้ำหนักของเม็ดโฟมมีค่าเท่ากับ 25 g 5) ขุยมะพร้าวความชื้น 2.5% (C1) และ 6) ขุยมะพร้าวความชื้น 6% (C2) (Figure 1d) น้ำหนักของขุยมะพร้าวที่บรรจุลงไปในกล่องมีค่าเท่ากับ 355 ก. และใส่น้ำเพื่อปรับความชื้น เท่ากับ 170 g และ 750 g ตามลำดับ

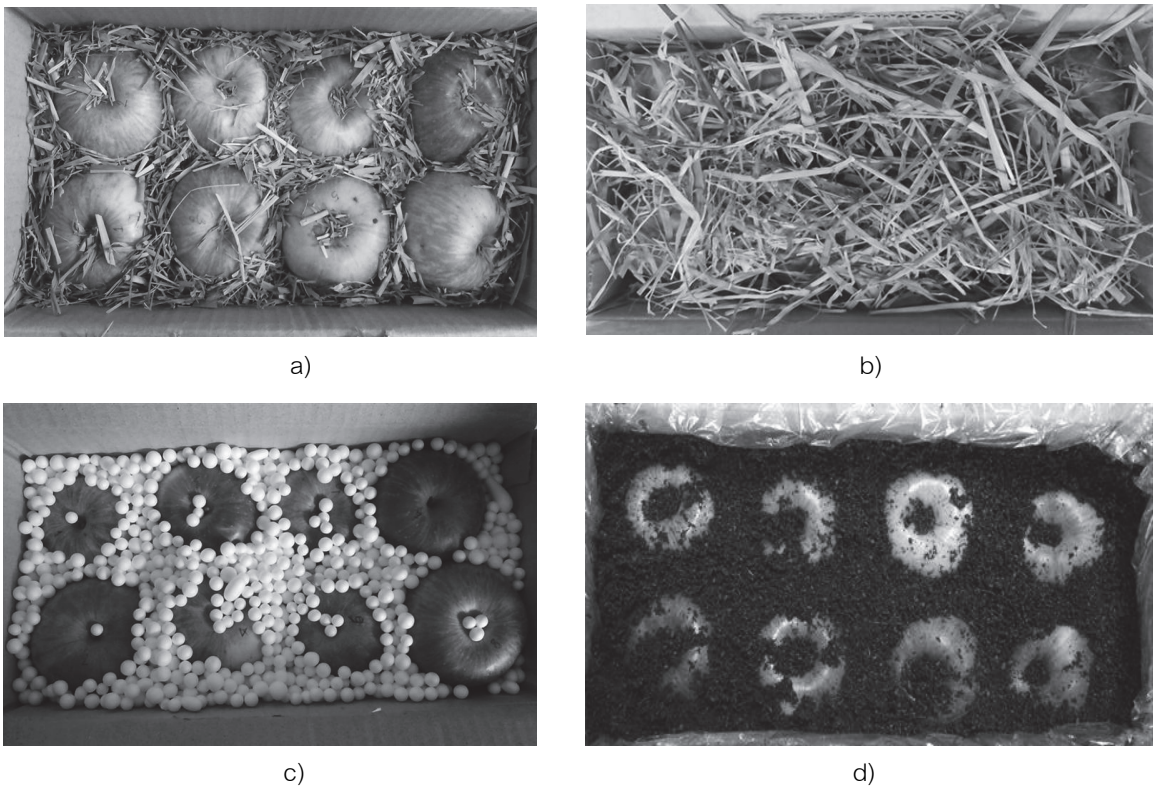


Figure 1 Various types of apple cushioning materials: a) 1 cm rice straw, b) 15 cm rice straw, c) 0.5 cm in diameter foam ball and d) coconut fluff with 2 and 6% moisture content

2. การทดสอบปล่อยตกอย่างอิสระ

ทดสอบปล่อยตกอย่างอิสระที่ความสูงจากพื้น 0.6, 0.79 และ 1 ม. ระยะละ 3 ซ้ำ ซึ่งระยะดังกล่าวเป็นความสูงในการเลือกซื้อ ความสูงในการถือสินค้า และความสูงที่ใช้วางจำหน่ายบนชั้นขายสินค้า ตามลำดับ ซึ่งผลไม้จะหล่นจากระยะเหล่านี้มากที่สุด โดยโอกาสที่จะหล่นมีค่าเท่ากับ 0.02 (Rachanukroa *et al*., 2007) ในขณะทำการทดสอบ ต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันมิให้เกิดการหมุนของกล่องกระดาษลูกฟูกในระหว่างตกถึงพื้น หลังจากทดสอบแล้ว ทิ้งแอปเปิลไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชม. จนปรากฏรอยช้ำที่ชัดเจน จากนั้นทำการปอกเปลือกแอปเปิลอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันมิให้พื้นที่ที่มีรอยช้ำเกิดขึ้นหลุดออกไปกับเปลือกที่ปอก และทำการเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันความเสียหายด้วยจำนวนรอยช้ำ และขนาดของรอยช้ำที่เกิดขึ้น ด้วยการนับจำนวนรอยช้ำและวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพื้นที่รอยช้ำ และทำการ

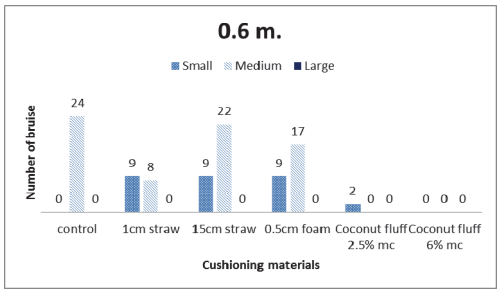
แบ่งขนาดรอยช้ำตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเป็น 3 ขนาด ได้แก่ ช้ำน้อย (1-3 มม.) ช้ำปานกลาง (4-8 มม.) และช้ำมาก (9 มม. ขึ้นไป)

ผล

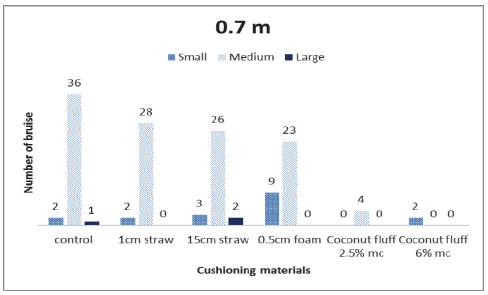
ผลการเปรียบเทียบวัสดุกันกระแทกชนิดต่างๆ

หลังจากปอกเปลือกเพื่อตรวจสอบรอยช้ำของผลแอปเปิลแล้ว (Figure 2) ทำการเปรียบเทียบขนาดรอยช้ำ (Figure 3) และนำค่ารอยช้ำมาพล็อตกราฟแสดงความสัมพันธุ์ระหว่างพื้นที่รอยช้ำกับระดับความสูงที่ปล่อยตกอย่างอิสระของผลแอปเปิล แสดงดัง Table 2 และ Figure 4

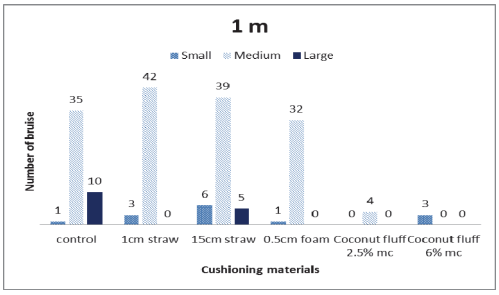
Figure 2 Bruised area of apple evaluated by peeling.



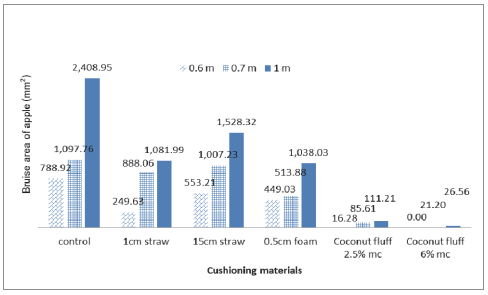
a) 0.6 m.



b) 0.7 m.



c) 1 m.



d) Bruise area of apple

Figure 3 Number of bruise (a-c) and bruise area of apple (d)

จาก Figure 3(a-d) พบว่า ผลแอบเปิล A ที่ระดับความสูงปล่อยตก 0.6, 0.7 และ 1 ม. มีจำนวนรอยช้ำขนาดเล็ก กลาง ใหญ่เท่ากับ 0,24,0 2,36,1 และ 1,35,10 รอย ตามลำดับ โดยมีค่าพื้นที่รอยช้ำเท่ากับ 2,409, 1,098 และ 789 ตร.มม. ตามลำดับ ผลแอปเปิล R1 และ R2 มีจำนวนรอยช้ำขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ เท่ากับ (9,8,0 9,22,0) (2,28,0 3,26,2) และ (3,42,0 6,39,5) รอย โดยมีค่าพื้นที่รอยช้ำเท่ากับ 250, 888, 1082 และ 553, 1007, 1528 ตร.มม. ที่ระดับความสูงปล่อยตก 0.6, 0.7 และ 1 ม. ตามลำดับ ผลแอปเปิล F พบว่า ระดับความสูงปล่อยตก 0.6, 0.7 และ 1 ม. มีจำนวนรอยช้ำขนาดเล็ก กลาง ใหญ่เท่ากับ 9,17,0 9,23,0 และ 1,32,0 รอย ตามลำดับ โดยมีค่าพื้นที่รอยช้ำเท่ากับ 1,038, 514 และ 450 ตร.มม. ตามลำดับ ในขณะที่ผลแอปเปิล C1 และ C2 พบว่า มีจำนวนรอยช้ำขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ เท่ากับ (2,0,0 0,0,0) (0,4,0 2,0,0) และ (0,4,0 3,0,0) รอย โดยมีค่าพื้นที่รอยช้ำเท่ากับ 16, 86, 111 และ 0, 21, 26 ตร.มม. ที่ระดับความสูงปล่อยตก 0.6, 0.7 และ 1 ม. ตามลำดับ

วิจารณ์ผล

จากผลการทดสอบ พบว่า พื้นที่รอยช้ำเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระดับความสูงของการปล่อยตก (Figure 3d) กล่าวคือ เมื่อเพิ่มความสูงในการปล่อยตกมากขึ้น พื้นที่รอยช้ำของแอปเปิลจะเพิ่มมากขึ้นด้วย โดยจะเป็นเช่นนี้ในทุกๆ เงื่อนไขการทดสอบ ทั้งนี้เนื่องจาก เมื่อความสูงมากขึ้น พลังงานศักย์ที่เกิดจากการตกกระแทกกระทำต่อกล่องและผลแอปเปิลสูงขึ้น ดังนั้น พื้นที่รอยช้ำจึงเพิ่มมากขึ้นด้วย สอดคล้องกับ *ศุภกิตต์* และ คณะ (2553) และ *ศุภกิตต์* และ ปัณณธร (2554) ได้รายงานไว้ สำหรับวัสดุกันกระแทกที่สามารถลดความเสียหายจากการกระแทกได้ดีที่สุด โดยพิจารณาจากจำนวนรอยช้ำ และพื้นที่รอยช้ำ ได้แก่ C2, C1, F, R1, R2 และ A ตามลำดับ

สาเหตุที่ C2 สามารถลดความเสียหายจากการกระแทกได้ดีที่สุด เป็นผลเนื่องจาก ขุยมะพร้าวที่มีความชื้นสูง มีลักษณะอ่อนนุ่ม จึงสามารถดูดซับแรงกระแทกไว้ได้ดี ทำให้ป้องกันความเสียหายและรอยช้ำที่เกิดขึ้นได้ เมื่อพิจารณาพื้นที่รอยช้ำที่เกิดขึ้นเทียบกับกล่องแอปเปิลไม่ได้บรรจุวัสดุกันกระแทก พบว่า C2 สามารถป้องกันความเสียหาย โดยมีพื้นที่เกิดรอยช้ำน้อยกว่าถึง 700, 13 และ 90 เท่า ที่ระดับความสูงปล่อยตก 0.6, 0.7 และ 1 ม. ตามลำดับ และมีจำนวนรอยช้ำเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อย่างไรก็ตามการนำขุยมะพร้าวที่มีความชื้นสูงมาใช้ อาจเกิดความเสียหายต่อผลแอปเปิลอันเนื่องมาจากโรคและเชื้อราได้ ดังนั้นหากจะนำมาใช้จะต้องนำประเด็นดังกล่าวมาพิจารณาร่วมด้วย สำหรับ C1 เนื่องจากความชื้นต่ำกว่าความอ่อนนุ่มจึงน้อยกว่า จึงทำให้ดูดซับแรงกระแทกได้น้อยกว่า C2 ในขณะที่ F มีลักษณะอ่อนนุ่มและยืดหยุ่นในตัวเองจึงสามารถดูดซับแรงกระแทกได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อกล่องตกกระแทกสู่พื้นเม็ดโฟมบางส่วนเกิดการเคลื่อนตัวทำให้ผลแอปเปิลสัมผัสกับพื้นกล่องทำให้เกิดจำนวนรอยช้ำเพิ่มมากขึ้น สำหรับ R1 เมื่อตกกระแทกจะเกิดการอัดตัว ฟางข้าวบางส่วนเกิดการทิ่มแทงทำให้เกิดความเสียหายเพิ่มมากขึ้น และ R2 ด้วยความยาวดังกล่าวทำให้เกิดการอัดแน่น จึงเกิดความช้ำเสียหายได้มาก สำหรับ A เนื่องจากไม่มีวัสดุคอยดูดซับแรงกระแทกทำให้ได้รับแรงจากการกระแทกทั้งหมดโดยตรง จึงเกิดรอยช้ำเสียหายมากที่สุด

สรุป

วัสดุกันกระแทกที่เหมาะสมในการป้องกันความเสียหายเชิงกลสำหรับการปล่อยตกอย่างอิสระของผลแอปเปิล จากการประเมินโดยการวัดจำนวนรอยช้ำและพื้นที่รอยช้ำ ได้แก่ ขุยมะพร้าวความชื้น 6% โดยมีพื้นที่รอยช้ำเท่ากับ 0, 21.20 และ 26.56 ตร.มม. ที่ความสูง 0.6, 0.7 และ 1 ม. ตามลำดับ และไม่พบรอยช้ำขนาดเล็ก มีรอยช้ำขนาดกลาง จำนวน 2,0,0 รอย และรอยช้ำขนาดใหญ่ จำนวน 3,0,0 รอย ที่ระดับความสูง 0.6, 0.7 และ 1 ม. ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาให้การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

*ศรัณย์ พิทยาพงศกร และ ศุภกิตต์ สายสุนทร. 2556. การเปรียบเทียบวัสดุกันกระแทกสำหรับแอปเปิ้ลด้วยวิธีการปล่อยตกอย่างอิสระ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 44(3 พิเศษ): 363-366.

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

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

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.

Levy, G.M. 2000. Packaging, Policy and the Environment. Aspen Publisher, Inc. Gaitherburg, Maryland, USA.

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.