Agricultural Sci. J. 45 : 3/1 (Suppl.) : 369-372 (2014) ว. วิทย. กษ. 45 : 3/1 (พิเศษ) : 369-372 (2557)

การศึกษาความสามารถในการปกป้องผลแอปเปิ้ลของวัสดุกันกระแทกจากกระดาษฟางข้าว

A Study on Performance of Cushioning Material from Rice Straw Paper for Protection of Apple Fruits

เทวรัตน์ ตรีอำนรรค[1]* ธนากร แนวกลาง[1] พยงค์ ลบแจ้ง[1] วรรณวิษา ใยงูเหลือม[1] และ กระวี ตรีอำนรรค[2]

TawaratTreeamnuk[1], Thanakon Nawglang[1], Payong Lobchaeng[1], Wanwisa Yai-ngooluam[1] and Krawee Treeamnuk[2]

Abstract

The objective of this research was to evaluate the performance of rice straw paper as cushioning material for protects the apple fruits from the impact force by drop test method. The 5 types of apple fruit protection was used to test in this study, non-protection, wrap with foam-net, wrap with cushioning material from rice straw paper thickness of 2, 4 and 6 mm. The paper was cut to size of 8x24 cm. Fuji apple fruits count number 100 were use in this study. Drop tests at three height levels of 25, 50 and 75 cm. were used in the experiment. The relationship of bruise volume and impact energy was evaluated. The results indicated that the bruise volume decreased when increasing the paper thickness at all energy levels. The cushioning material from rice straw paper at a thickness of 4 and 6 mm were better protection of apple fruits than foam-net significantly.

Keywords: apples, cushioning material, rice straw paper

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความสามารถในการเป็นวัสดุกันกระแทกของกระดาษฟางข้าวสำหรับปกป้องผลแอปเปิ้ลจากแรงกระแทก ด้วยวิธีการทดสอบแบบตกกระแทกกับผลแอปเปิ้ล 5 แบบคือแบบไม่มีวัสดุห่อหุ้ม, แบบห่อหุ้มด้วยตาข่ายโฟมและแบบห่อหุ้มด้วยวัสดุกันกระแทกทำจากกระดาษฟางข้าวหนา 2, 4 และ 6 มม. ตัดขนาดเท่ากับ 8x24 ซม. นำไปห่อผลแอปเปิ้ลพันธุ์ฟูจิ (เบอร์ 100)ทดสอบการตกกระแทกที่ระดับความสูง 3 ระดับคือ 25, 50 และ 75 ซม. ประเมินผลหาความสัมพันธ์ของปริมาตรรอยช้ำกับพลังงานกระแทก ผลการทดสอบปรากฏว่าวัสดุกันกระแทกจากฟางข้าวที่มีความหนาเพิ่มขึ้นจะมีปริมาตรรอยช้ำลดลงที่ทุกระดับพลังงานโดยกระดาษฟางข้าวที่ความหนา 4 และ 6 มม. สามารถป้องกันความช้ำที่จะเกิดขึ้นกับผลแอปเปิ้ลได้ดีกว่าตาข่ายโฟมกันกระแทกอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: แอปเปิ้ล, วัสดุกันกระแทก, กระดาษฟางข้าว

บทนำ

ผลิตผลทางการเกษตรต้องการการปกป้องจากความเสียหายเชิงกลอันเนื่องมาจากการตกกระทบ (impact) การสั่นสะเทือน (vibration) และการกดทับ (compression) ซึ่งอาจเกิดขึ้นระหว่างการเก็บเกี่ยว การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่ง โดยผลิตผลแต่ละชนิดจะมีความไวต่อความเสียหายนี้ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับลักษณะตามธรรมชาติ ผลิตผลทางการเกษตรหลายชนิดไม่มีเปลือกหนาจึงก่อให้เกิดความเสียหายเชิงกลได้มากกว่า เช่น มะละกอ ส้มเขียวหวาน ชมพู่ และแอปเปิ้ล เป็นต้น สำหรับแอปเปิ้ลเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคมีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีผลิตผลจำหน่ายตลอดทั้งปี จึงสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุเกษตรสำหรับทดสอบความเสียหายเชิงกลหรือวัสดุกันกระแทกที่พัฒนาขึ้นมา (ศุภกิตต์, 2550) ในปัจจุบันวัสดุที่นิยมใช้ในการปกป้องผลิตผลทางการเกษตรคือตาข่ายโฟม เนื่องจากมีน้ำหนักเบา รับภาระการกระแทกได้ดี แต่เนื่องจากปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจึงได้มีการรณรงค์ให้ลดใช้พลาสติกและโฟมซึ่งเป็นวัสดุที่ย่อยสลายได้ยากตามธรรมชาติ แล้วหันมาใช้วัสดุจากธรรมชาติที่ย่อยสลายได้ง่ายกว่า นอกจากนี้ประเทศไทยได้ชื่อว่าเป็นประเทศเกษตรกรรมซึ่งมีวัสดุเหลือใช้ในกระบวนการผลิตค่อนข้างมาก โดยเฉพาะข้าวจะมีฟางข้าวเหลือทิ้งไว้เป็นจำนวนมากโดยในแต่ละปีประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 61 ล้านไร่ มีส่วนที่เป็นฟางข้าวรวมตอซังเหลืออยู่ประมาณ 40 ล้านตัน (วีระศักดิ์, 2541) ฟางข้าวนี้ไม่สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติได้ทันก่อนฤดูกาลเพาะปลูกใหม่ เกษตรกรส่วนใหญ่จึงนิยมกำจัดฟางข้าวด้วยการเผา

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

[1]School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of technology, Suranaree, Muang, Nakhon Ratchasima, 30000

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

[2] School of Mechanical Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of technology, Suranaree, Muang, Nakhon Ratchasima, 30000

*Corresponding author: tawarat@sut.ac.th

ทำลาย เนื่องจากฟางข้าวนี้เป็นอุปสรรคในการไถเตรียมแปลงเพาะปลูก โดยเฉพาะ ในฤดูฝนที่ชาวนาไม่สามารถเผาทำลายฟางข้าวได้ ฟางข้าวในแปลงจะติดสะสมกับใบผานไถขณะไถเตรียมแปลงเนื่องจากผานไม่สามารถตัดสับฟางข้าวได้ การเผาทำลายฟางข้าวก่อให้เกิดมลพิษและเป็นการทำลายความสมบูรณ์ของหน้าดิน จากเหตุผลดังกล่าว ปัจจุบันจึงได้มีการรณรงค์ไม่ให้เผาฟางข้าว เนื่องจากฟางข้าวมีประโยชน์ในการเพิ่มความสมบูรณ์ให้แก่ดินได้เมื่อย่อยสลาย และสามารถใช้เป็นวัสดุคลุมดินหรือใช้รักษาความชื้นในการเพาะเห็ดได้ดี นอกจากนี้ประโยชน์ที่สำคัญประการหนึ่งของฟางข้าวคือการมีคุณสมบัติเป็นพืชเส้นใย (fiber) ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ เช่น การทำกระดาษหัตถกรรม หรือกระดาษฟางข้าว โดย ชัยพรและรังสินี (2550)ได้ศึกษากระบวนการผลิตกระดาษฟางข้าวเพื่อใช้เป็นบรรจุภัณฑ์แบบแอกทีฟโดยการผสมถ่านกัมมันต์แล้ววัดความสามารถในการดูดซับเอทีลีนเพื่อเป็นแนวทางในการใช้เป็นบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตร แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงความสามารถในการเป็นวัสดุกันกระแทกเพื่อปกป้องผลิตผลทางการเกษตร งานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดสอบเพื่อหาความสามารถในการปกป้องผลิตผลทางการเกษตรโดยใช้แอปเปิ้ลเป็นวัสดุในการทดลอง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมกระดาษฟางข้าว

นำฟางข้าวจากฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมาทำการย่อยด้วยเครื่องสับลดขนาดให้ได้ขนาดเล็กกว่า 3 มม. จากนั้นนำฟางข้าวที่เตรียมได้จำนวน 200 กรัม ลงต้มในหม้อต้มเยื่อที่บรรจุสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (ธนพรรณ และคณะ, 2545) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการล้างเยื่อด้วยน้ำสะอาด แล้วทำการเกลี่ยเยื่อบนตะแกรงขนาด 40x 60 ซม. จากนั้นนำไปตากแดดเมื่อแห้งจะได้กระดาษฟางข้าวที่มีความหนา 2 มม. สำหรับกระดาษฟางข้าวที่ความหนา 4 และ 6 มม. ทำการเตรียมเช่นเดียวกันแต่เพิ่มประมาณฟางสับเป็น 300 และ 400 กรัม ตามลำดับ นำกระดาษที่ได้มาตัดเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมขนาด 8x24 ซม. แล้วกรีดเป็นริ้วตามลักษณะดังแสดงใน Figure 1.

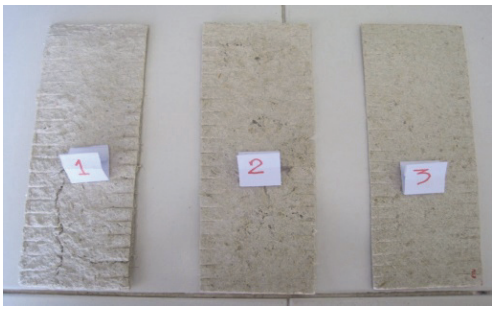

Figure 1 Pieces of rice straw paper (1) 6 mm thickness (2) 4 mm thickness (3) 2 mm thickness

2. การทดสอบการปกป้องผลแอปเปิ้ล

การทดลองครั้งนี้ใช้ผลแอปเปิ้ลสดพันธุ์ฟูจิเบอร์ 100 จากตลาดสุรนคร จังหวัดนครราชสีมา โดยเบื้องต้นทำการคัดเลือกผลแอปเปิ้ลที่ไม่มีรอยตำหนิ รอยช้ำ จำนวน 225 ผล ทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (D_{max}, D_{min}) และความสูง จากนั้นการแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มดังนี้ 1) ผลแอปเปิ้ลเปล่า 2) ผลแอปเปิ้ลหุ้มด้วยตาข่ายโฟม 3) ผลแอปเปิ้ลหุ้มด้วยกระดาษฟางข้าวหนา 2 มม. 4) ผลแอปเปิ้ลหุ้มด้วยกระดาษฟางข้าวหนา 4 มม. 5) ผลแอปเปิ้ลหุ้มด้วยกระดาษฟางข้าวหนา 6 มม. จำนวนกลุ่มละ 45 ผลเพื่อใช้ทดสอบการตกกระแทก (drop test) ที่ระดับความสูง 25, 50 และ 75 ซม. โดยใช้แอปเปิ้ลจำนวน 15 ผลในแต่ละระดับความสูง หลังทดสอบทิ้งผลแอปเปิ้ลไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาทีเพื่อให้เกิดรอยช้ำที่ชัดเจน

การประเมินความสามารถในการปกป้องผลแอปเปิ้ลจะดูจากปริมาตรรอยช้ำที่เกิดขึ้นโดยจากการสังเกตพบว่าลักษณะการช้ำมีลักษณะดังแสดงใน Figure 2 จึงใช้การประเมินปริมาตรรอยช้ำแบบ full depth (Sattveit, 1984) ดังแสดงในสมการ (1)

$$BV = \frac{\pi d}{24}(3w_1w_2 + 4d^2) \qquad \text{.....(1)}$$

โดยที่ BV คือปริมาตรรอยช้ำ (มม.^{3}), d คือความลึกรอยช้ำ (มม.) , w_1 คือความกว้างรอยช้ำตามแกนหลัก (มม.), w_2 คือความกว้างรอยช้ำขวางแกนรอง (มม.)

สำหรับพลังงานตกกระแทกสามารถหาได้จากมวลของแผลแอปเปิ้ล และระยะความสูงดังแสดงในสมการ (2)

$$E = mgh \qquad \text{.....(2)}$$

โดยที่ E คือพลังงานตกกระแทก (จูล), m คือมวลของผลแอปเปิ้ล (กก.), g คือความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (เมตร/วินาที^{2}), h คือระยะความสูงที่ผลแอปเปิ้ลตก (เมตร)

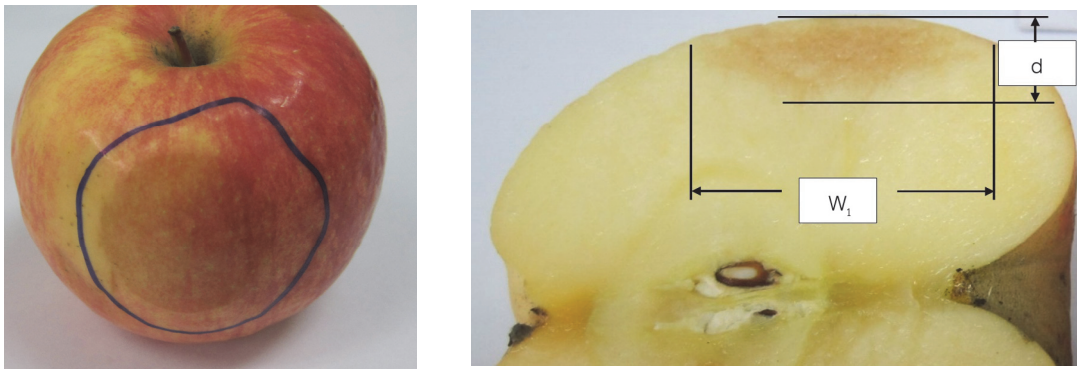

Figure 2 Bruise on apple fruit and dimension of measure.

ผลและวิจารณ์

ผลจากการทดสอบพบว่าปริมาตรรอยช้ำที่เกิดจากการตกกระแทกของผลแอปเปิ้ลขึ้นอยู่กับระดับพลังงานที่เพิ่มมากขึ้นซึ่งค่าพลังงานในการตกกระแทกจะขึ้นอยู่กับความสูงและน้ำหนักของผลแอปเปิ้ล ซึ่งจาก Figure 3 พบว่าปริมาตรรอยช้ำของผลแอปเปิ้ลที่ไม่ได้ห่อหุ้มวัสดุกันกระแทกมีปริมาตรรอยช้ำมากกว่าผลแอปเปิ้ลที่ได้รับการปกป้อง เมื่อพิจารณาที่วัสดุกันกระแทกจะพบว่ากระดาษฟางข้าวที่ความหนา 2 มม. สามารถลดปริมาตรรอยช้ำของผลแอปเปิ้ลได้ที่ระดับความสูง 25 ซม. และ 50 ซม. แต่ที่ความสูง 75 ซม. จะมีปริมาตรรอยช้ำสูงกว่าผลแอปเปิ้ลเปล่าที่ไม่ได้ห่อหุ้มทั้งนี้อาจเกิดจากการในการทดสอบผลแอปเปิ้ลที่ได้มีน้ำหนักที่มากกว่าทำให้มีค่าพลังงานกระแทกที่สูงกว่า (Figure 4)

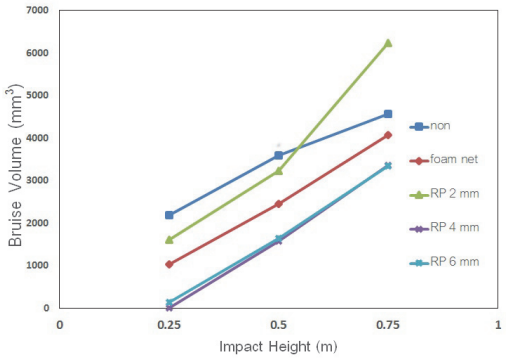

Figure 3 Relationship between impact height and bruise volume.

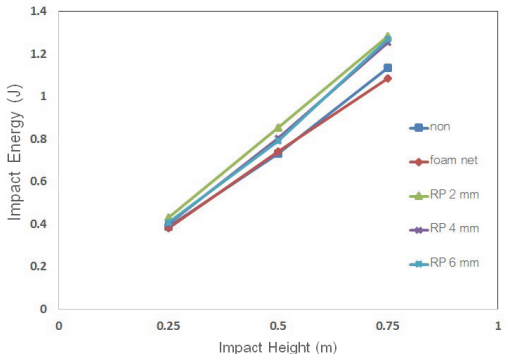

Figure 4 Relationship between impact height and impact energy.

เมื่อพิจารณาปริมาตรรอยช้ำที่เกิดขึ้นกับผลแอปเปิ้ลที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษฟางข้าวที่ความหนา 4 และ 6 มม. พบว่าที่ระดับความสูง 25 ซม. นั้นกระดาษฟางข้าวที่ความหนานี้สามารถปกป้องผลแอปเปิ้ลไม่ให้เกิดความช้ำได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และเห็นความแตกต่างของความเสียหายที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับผลแอปเปิ้ลที่ไม่ได้ห่อหุ้มวัสดุกันกระแทกและห่อหุ้มด้วยตาข่ายโฟม และเมื่อความสูงเพิ่มมากขึ้นกระดาษฟางข้าวที่ความหนา 4 และ 6 มม. ก็ช่วยลดรอยช้ำที่เกิดขึ้นกับผลแอปเปิ้ลได้ดีกว่าการห่อหุ้มด้วยตาข่ายโฟม ซึ่งลักษณะของการกระแทกที่เกิดขึ้นจริงนั้นมักจะเกิดขึ้นในขณะทำการคัดแยก การบรรจุหรือการขายปลีกที่ใช้คนปฏิบัติงาน แต่ในระหว่างการขนส่งรูปแบบของความเสียหายที่เกิดขึ้นจะมีสาเหตุมาจากการกดทับและการสั่นสะเทือนมากกว่า

จากผลการทดลองที่ได้เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาตรรอยช้ำที่เกิดขึ้นถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มอย่างชัดเจนที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงใน Table 1 ซึ่งจะเห็นว่าการใช้กระดาษฟางข้าวที่ความหนา 4 มม. หรือ

6 มม. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติดังนั้นเพื่อความเหมาะสมด้านการจัดการกระดาษฟางข้าวที่ความหนา 4 มม. จึงมีความเหมาะสมกว่าที่จะเลือกใช้

Table 1 Mean of bruise volume by drop test

Cushioning Material	non	Foam net	RP 2 mm	RP 4 mm	RP 6 mm
Mean of bruise volume (mm^3)*	3451.21[a]	2516.34[b]	3688.04[a]	1646.26[c]	1705.02[c]

* Values followed by the same letter in row are not significantly different (Dancan, $P<0.05$)

สรุป

ค่าปริมาตรรอยช้ำของผลแอปเปิ้ลมีความสัมพันธ์กับระดับพลังงานที่ตกกระแทกโดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานเพิ่มขึ้น วัสดุกันกระแทกที่ทำจากกระดาษฟางข้าวความหนา 4 และ 6 มม. สามารถใช้ปกป้องผลแอปเปิ้ลได้โดยเฉพาะที่ระดับพลังงานต่ำ (ตกไม่เกิน 25 ซม.) ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และมีความสามารถในการปกป้องผลแอปเปิ้ลได้ดีกว่าตาข่ายโฟมอย่างมีนัยสำคัญจึงสามารถใช้ทดแทนได้

คำขอบคุณ

ขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่สนับสนุนทุนและสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ชัยพร สามพุ่มพวง และรังสินี โสธรวิทย์. 2550. กระบวนการผลิตกระดาษฟางข้าวเพื่อดูดซับเอทีลีน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 38(5พิเศษ): 283-286.

ธนพรรณ บุณยรัตกลิน, ทรงสิริ วิชิรำนนท์ และอุดม พลเยี่ยม. 2545. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษจากฟางข้าว รายงานฉบับสมบูรณ์. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตโชติเวช. 108 หน้า

วีระศักดิ์ ศรีอ่อน. 2541. การทำกระดาษจากฟางข้าว (รายงาน).[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.namoon.go.th/kmnamoon/pdf/rice-straw.pdf. (29 กรกฎาคม 2554).

ศุภกิตต์ สายสุนทร. 2550. วิธีการทดสอบเพื่อประเมินความช้ำของแอปเปิ้ลจากการกระแทกและเปรียบเทียบวัสดุกันช้ำ.วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 112 หน้า.

Saltveit, M.E. 1984. Effects of temperature on firmness and bruising of 'Starkrimson Delicious' and Golden Delicious' apples. HortScience 19: 550-551.