Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 187-190 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 187-190 (2553)

ความเสียหายของมังคุดในจังหวัดชุมพรภายใต้การจำลองการขนส่ง
Damage of Mangosteen in Chumphon under Transport simulation

ทรงธรรม ไชยพงษ์[1], **ศิริศักด์ สิงห์ศักดา**[2] **และ ชรุตม์ หล้าแก้ว**[2]
Songtham Chaiyapong[1], Sirisak Singsakda[2] and Charut Larkaew[2]

Abstract

Mangosteen is a favorite well-known fruit dubbed “Queen of fruit” but post-harvest management are not well taken care of, especially transportation that cause a lot of damage. The aim of this research was to observe damage of mangosteen in Chumphon under transport simulation by ASTM D999 Method A2. The damage of mangosteen consist of, external damage such as surface abrasion, torn calyx, punctured and harden pericarp and internal damage such as translucent flesh and gummosis. The mangosteen from Langsuan, Chumphon that have color level 3-5 and 46-52 millimeters in diameter were used in this experiment. The result show that surface abrasion, torn calyx, punctured and harden pericarp was found mostly in the top basket at 61.3%, 11.7%, 3.3% and 19.3% respectively. The translucent flesh and gummosis was found mostly in the bottom basket at 13.3% and 6.67% respectively.

Key word: mangosteen, damage, transport simulation

บทคัดย่อ

มังคุดเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายจนได้ชื่อว่าเป็น ”ราชินีของผลไม้” แต่ยังขาดการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ดีทำให้เกิดความเสียหายเกิดขึ้น โดยเฉพาะในขั้นตอนของการขนส่ง งานวิจัยนี้มุ่งหวังที่จะศึกษาความเสียหายของมังคุดในจังหวัดชุมพรภายใต้การจำลองการขนส่ง โดยแบ่งความเสียหายเป็น 2 ประเภท คือความเสียหายภายนอก เช่น เปลือกถลอก กลีบเลี้ยงฉีกขาด เปลือกบุบ เปลือกแข็ง และความเสียหายภายใน เช่น เนื้อแก้ว และยางไหล ทำการทดสอบโดยใช้มังคุดจาก อ.หลังสวน จ.ชุมพร ที่มีระยะสีที่ 3-5 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 46-52 มิลลิเมตร บรรจุในตะกร้าพลาสติกขนาด 32 x 49 x 31 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 3 ตะกร้าๆ ละ 22.5 กิโลกรัม วางซ้อนกันสูง 3 ชั้นบนเครื่องทดสอบการสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน ASTM D999 Method A2 พบว่าความเสียหายของมังคุดแบบเปลือกถลอก กลีบเลี้ยงฉีกขาด เปลือกบุบ และเปลือกแข็ง จะพบมากที่ตะกร้าชั้นบนคิดเป็น 61.3%, 11.7%, 3.3% และ 19.3% ตามลำดับ ส่วนความเสียหายแบบเนื้อแก้วและยางไหลพบมากที่ตะกร้าชั้นล่างคิดเป็น 13.3% และ 6.67% ตามลำดับ

คำสำคัญ มังคุด, ความเสียหาย, การจำลองการขนส่ง

คำนำ

มังคุด (mangosteen) ได้รับสมญานามว่าเป็น “ราชินีแห่งผลไม้” (Queen of the Fruit) นิยมปลูกกันแพร่หลาย เป็นผลไม้ที่ให้รสชาติถูกใจผู้บริโภคในต่างประเทศและเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประเทศไทยส่งออกมังคุดคิดเป็น 80% ของตลาดโลก มังคุดที่ส่งออกต่างประเทศได้นั้นต้องมีคุณภาพดี เปลือกไม่แข็ง ไม่มีอาการยางไหลที่เปลือก ไม่มีอาการเนื้อแก้วหรือเนื้อช้ำ มังคุดผิวมันที่ไม่มีรอยทำลายของแมลงและเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไต้หวัน และประเทศอังกฤษ ทำให้ปริมาณของมังคุดผิวมันคุณภาพดีในแต่ละปียังมีไม่เพียงพอต่อความต้องการส่งออกไปต่างประเทศ ชลทิศา (2540) ได้ศึกษาความต้านทานการเสียหายเชิงกลของมังคุดที่รับภาระแบบกระแทก ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมังคุดที่เสียหายที่อายุการเก็บต่างๆ และศึกษาถึงวัสดุรองรับที่สามารถลดแรงกระแทกได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม พบว่าความเสียหายของมังคุดจะขึ้นอยู่กับพลังงานดูดกลืน ซึ่งเซลล์ของเปลือกมังคุดมีความ

[1] คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี 41 ม. 5 ต.ท่าช้าง อ.เมือง จ.จันทบุรี 22000
[1] Industrial Technology and Gemological Science, Rambhai Barni Rajabhat University, 41 Moo 5, T. Tha Chag Muang, Chanthaburi 22000
[2] สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160
[2] Department of Agricultural Engineering, School of Engineering, King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang, Chumphon Campus, Patio, Chumphon 86160

ต้านทานพลังงานกระแทกระดับหนึ่ง ถ้าเกินระดับที่เซลล์ทนได้ เซลล์จะเกิดบาดแผลและส่งผลต่อเนื่องทำให้เปลือกแข็ง พลังงานกระแทกสามารถทะลวงเข้าไปทำลายเนื้อมังคุดให้เสียหายได้ โดยที่เซลล์เปลือกบางส่วนยังไม่ถูกทำลาย ความเสียหายของมังคุดจะขึ้นอยู่กับพลังงานที่มังคุดดูดกลืนอย่างมาก โดยความเสียหายจะเกิดในลักษณะของเปลือกแข็งเป็นหลัก รองลงมาคือ เนื้อเสียหาย วัสดุรองรับที่สามารถลดความเสียหายได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมคือแผ่นโฟมโพลีสไตรีน โดยจะลดพลังงานที่มังคุดดูดกลืนได้ 3-12 เท่า (ทวีศักดิ์, 2545) ในการจำหน่ายมังคุดมีการนำบรรจุภัณฑ์มาใช้ขนส่งผลไม้ไปสู่ผู้บริโภค เช่น ตะกร้าพลาสติกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ตะกร้าพลาสติกรูปสี่เหลี่ยมคางหมู เข่งพลาสติก เข่งไม้ไผ่ ถุงพลาสติก กระสอบพลาสติก สำหรับการขายส่ง และ ถุงหิ้วพลาสติกสำหรับการขายปลีก แต่ในการขนส่งมังคุดยังส่งผลทำให้มังคุดเกิดความเสียหายมากซึ่งความเสียหายของมังคุดมีทั้งความเสียหายภายนอกและภายใน เช่น ความเสียหายที่กลีบเลี้ยง ขั้ว เปลือกแข็ง เปลือกถลอก ยางไหลและเนื้อแก้ว ทำให้มูลค่าในการจำหน่ายลดลง บัณฑิต และคณะ (2549) ได้ทดสอบเปรียบเทียบการทำงานของบรรจุภัณฑ์ขายส่งผลมังคุดที่ใช้ในประเทศและเพื่อส่งออกในปัจจุบัน และเสนอบรรจุภัณฑ์ใหม่ที่มีความสามารถในการป้องกันมังคุดสำหรับการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลปรากฏว่า กล่องโฟมบรรจุมังคุด 3 ชั้นและใช้ถาดหลุม ปกป้องผลมังคุดได้ดีที่สุดคือคือ มีผลมังคุดเสียหายต่ำสุด ที่ความหนาแน่นการบรรจุ 21.14% และราคาบรรจุภัณฑ์ 5.54 บาท/กก. นอกจากนี้ เบญจมาศ และคณะ (2548) ได้ศึกษาผลของแรงสั่นสะเทือน (vibration) ต่อคุณภาพมังคุดวัยสายเลือด ทำการทดสอบความต้านแรงสั่นสะเทือนตามวิธีการของ International Safe Transits Association (ISTA, 2001) พบว่า กล่องกระดาษลูกฟูกไม่ได้รับความเสียหาย มังคุดไม่แสดงอาการผิดปกติแต่เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25±2°C) นาน 3 วัน จะพบว่า มังคุดทุกกรรมวิธีที่ทดสอบด้วยความเร็ว 300 รอบต่อนาที นาน 48 นาที จะแสดงอาการเปลือกแข็ง และเป็นสีน้ำตาลบริเวณที่ได้รับความเสียหาย สำหรับมังคุดอีกส่วนหนึ่งที่เก็บรักษาที่ 13°C และผ่านการทดสอบที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที นาน 95 นาที นั้น จะแสดงอาการเสียหายดังกล่าวเมื่อเก็บรักษานาน 1 สัปดาห์ ความเสียหายของมังคุดจะรุนแรงขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น สำหรับ control จะเก็บรักษาได้นาน 2 สัปดาห์ ที่ 13°C ดั้งนั้นจึงมีความจำเป็นตเองทำการวิจัยเพื่อศึกษาความเสียหายของมังคุดและจะนำไปออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อลดความเสียหายของมังคุดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องทดสอบการสั่นสะเทือนเพื่อจำลองการขนส่งผักผลไม้ (ทรงธรรม และคณะ, 2549)
2. มังคุดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 46 – 52 มิลลิเมตร ระยะสีที่ 3-5 จำนวน 11 ตะกร้า ตะกร้าละ 22.5 กิโลกรัม
3. ตะกร้าพลาสติกขนาด 320 x 490 x 310 มิลลิเมตร^3
4. เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์

Figure 1 Fruit and vegetable transport vibration simulator and basket lay out

วิธีการ

1. คัดมังคุดให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 46 – 52 มิลลิเมตร ใช้มังคุดระยะสีที่ 3-5 และไม่มีความเสียหาย บรรจุมังคุดใส่ตะกร้าพลาสติกให้เต็มตะกร้า วางบนเครื่องทดสอบการสั่นสะเทือนเพื่อจำลองการขนส่งผักและผลไม้ โดยวางตั้งเรียงเป็นชั้น 3 ชั้น 3 แถวดังภาพที่ 1 ส่วนอีก 2 ตะกร้าทิ้งไว้เป็นตะกร้าควบคุม
2. ปรับเครื่องทดสอบการสั่นสะเทือนเพื่อจำลองการขนส่งผักผลไม้ให้ได้ความถี่ 4 Hz ความเร่งหรือความเข้มของการสั่นสะเทือน 0.805 g แล้วเดินเครื่องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง (ASTM D999 Method A2) (American Society for testing Material, 1991)

3. นำตะกร้ามังคุดลงจากเครื่องแล้วหาเปอร์เซ็นต์ความเสียหายภายนอกของมังคุด (เปลือกถลอก, กลีบเลี้ยงฉีกขาด เปลือกบุบ, เปลือกแข็ง) โดยการสุ่มมังคุดจากทุกตำแหน่งของตะกร้าจำนวนตะกร้าละ 50 ลูก (20% ของมังคุดในตะกร้า)
4. นำมังคุดที่หาความเสียหายภายนอกจำนวนดังกล่าวเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 ˚C) ทำการผ่ามังคุดเก็บข้อมูลหาความเสียหายภายใน เปลือกแข็งตรวจหาด้วยมือ เนื้อแก้ว และยางไหล ตรวจสอบด้วยสายตาโดยเก็บข้อมูลทุกๆ 2 วันและครั้งละ 10 ผล ต่อตะกร้า
5. วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวเป็นการวิเคราะห์ความแตกต่างกันของระดับความเสียหายเทียบกับชั้นของตะกร้า

$$\text{ความเสียหายของมังคุด (\%)} = \frac{\text{จำนวนมังคุดที่เสียหาย}}{\text{จำนวนมังคุดทั้งหมด}} - \text{จำนวนมังคุดที่เสียหายในตะกร้าควบคุม}$$

ผล

ผลการทดสอบหาความเสียหายภายนอก

ความเสียหายภายนอกที่เกิดขึ้นจากการทดสอบมี 3 ลักษณะคือ เปลือกถลอก กลีบเลี้ยงฉีกขาด เปลือกบุบ และเปลือกแข็ง ความเสียหายภายนอกที่พบมากที่สุดคือ เปลือกถลอกพบมากที่ตะกร้าชั้นบน (61.33%) กลีบเลี้ยงฉีกขาดพบมากที่ตะกร้าชั้นบน (11.67%) เปลือกบุบพบมากที่ตะกร้าชั้นบน (3.34%) และเปลือกแข็งพบมากที่ตะกร้าชั้นบน (19.33%)

Table 1 External damage of mangosteen from transport simulation

Basket	Surface abrasion (%)	Torn calyx (%)	Punctured (%)	Harden pericarp (%)
Top	61.33 ± 5.03[a]	11.67 ± 11.28[a]	3.34 ± 2.31[a]	19.33 ± 14.97[b]
Middle	57.00 ± 2.00[a]	3.67 ± 2.16[a]	1.34 ± 2.31[a]	9.33 ± 10.08[a]
Bottom	58.67 ± 3.05[a]	7.00 ± 10.27[a]	2.00 ± 6.93[a]	10.67 ± 5.46[a]

* Means followed by the same letter in the same column are insignificantly different at $p<0.05$ with ANOVA

ผลการทดสอบหาความเสียหายภายใน

ความเสียภายภายในที่พบมี 2 ลักษณะได้แก่ เนื้อแก้วและยางไหล ความเสียหายภายในที่เกิดขึ้นมากที่สุดในวันแรกคือเนื้อแก้วพบมากที่สุดที่ตะกร้าชั้นล่าง (13.33%) ส่วนยางไหลพบมากที่สุดที่ตะกร้าชั้นล่าง (3.33%) ตามลำดับ

ความเสียหายภายในของมังคุดที่พบมากที่สุดเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25ºC เป็นเวลา 2 วัน คือ เนื้อแก้วและยางไหลพบที่ตะกร้าชั้นล่าง (6.67%) เมื่อผ่านไป 4 วัน ยางไหลพบมากที่ตะกร้าชั้นล่าง (6.67%) ส่วนเนื้อแก้วพบมากที่สุดที่ตะกร้าชั้นล่าง (3.33%) เมื่อผ่านไป 6 วัน ยางไหลพบมากที่ตะกร้าชั้นล่างและชั้นกลาง (6.67%) ส่วนเนื้อแก้วพบมากที่ตะกร้าชั้นล่าง (3.33%) เมื่อผ่านไป 8 วัน เนื้อแก้วพบมากที่ตะกร้าชั้นกลาง (13.33%) ส่วนยางไหลพบมากที่ตะกร้าชั้นกลาง (6.67%)

ความเสียหายเนื้อแก้วจะพบมากที่สุดที่ตะกร้าชั้นล่างทุกวันยกเว้นวันที่ 8 ที่พบมากที่ในตะกร้าชั้นกลาง อาการยางไหลจะพบมากที่ตะกร้าชั้นล่างทุกวัน

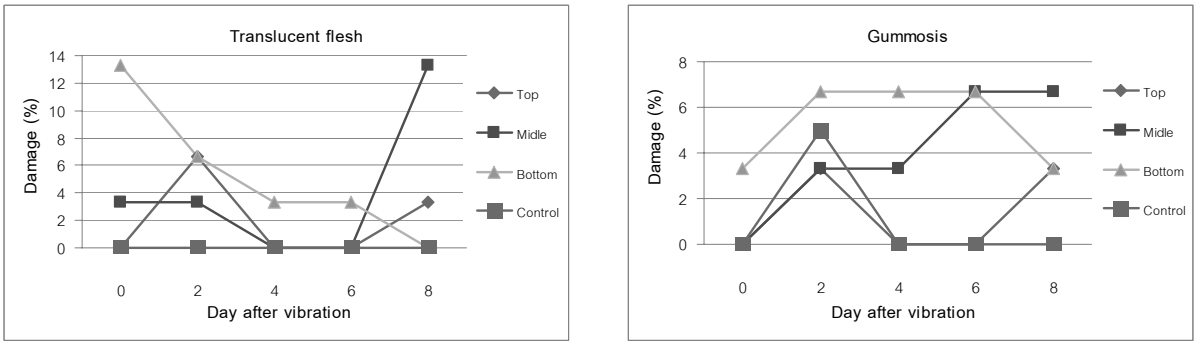

Figure 2 Internal damage of mangosteen (translucent flesh and gummosis)

วิจารณ์และสรุป

ความเสียหายภายนอกเกิดขึ้นจากการกดทับ การกระแทก เสียดสี ระหว่างผลมังคุดหรือ ระหว่างผลมังคุดกับตะกร้า คือเปลือกถลอก กลีบเลี้ยงฉีกขาด เปลือกบุบ และเปลือกแข็ง พบมากที่สุดกับตะกร้าชั้นบน เมื่อสังเกตจาก Table 1 จะได้ว่า ความเสียภายนอกที่เกิดที่เปลือกคือ เปลือกถลอก เปลือกบุบ และเปลือกแข็ง ซึ่งอาการเปลือกถลอกเป็นความเสียหายภายนอกที่เกิดขึ้นมากที่สุด และจะพบมากที่สุดที่ตะกร้าชั้นบน จึงส่งผลต่อความเสียหายภายในที่เปลือกแข็งที่ตะกร้าชั้นบนมากกว่าชั้นอื่นๆ อาการเปลือกแข็งเกิดขึ้นจากการกระทบกระเทือนระหว่างการทดสอบ จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ Phenylalanine Ammonia Lyase (PAL) และ Peroxidase (POD) ในบริเวณเปลือกเพิ่มขึ้น ทำให้มีการสังเคราะห์สารลิกนินเพิ่มขึ้นส่งผลให้เปลือกแข็ง (สายชล, 2548) ส่วนอาการเปลือกบุบมักเกิดจากการที่เปลือกมังคุดถูกแทงด้วยขั้วผลของมังคุดข้างเคียงโดยมีแรงกระทำ

ผลการทดสอบสังเกตได้ว่า ความเสียหายภายนอกที่เกิดขึ้นส่วนมากจะพบมากที่ตะกร้าชั้นบน และจากการทดสอบตะกร้าทั้ง 3 ชั้น ความเสียหายเปลือกถลอก กลีบเลี้ยงฉีกขาด เปลือกบุบ ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 5% อาจเนื่องมาจากการสั่นสะเทือนจากการทดสอบทำให้เกิดการกระแทก กดทับ เสียดสีระหว่างการทดสอบมีความใกล้เคียงกันจนไม่สามารถบอกได้ว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นแตกต่างกันเมื่อใช้จำนวนชั้นตะกร้า 3 ชั้น ยกเว้นความเสียหายแบบเปลือกแข็งจะเกิดที่ตระกร้าชั้นบนมากกว่าชั้นกลางและชั้นล่าง

ความเสียหายภายในของมังคุดที่พบหลังการทดสอบมีความรุนแรงน้อยกว่าความเสียหายภายนอก มี 2 ลักษณะ คือ เนื้อแก้ว และยางไหล ผลการทดสอบหลังจากผ่าผลมังคุดพบว่า เนื้อแก้วพบมากในตะกร้าชั้นล่างของวันที่ผ่าตรวจสอบวันแรกและตะกร้าชั้นกลางเมื่อเก็บไว้ ในอุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 8 วัน (13.33%) ยางไหลพบมากที่ตะกร้าชั้นล่างของทุกวัน (6.67%) ในการทดสอบไม่สามารถบอกได้ว่าอาการเนื้อแก้วและยางไหลที่เกิดขึ้น เกิดจากสาเหตุใด จาก Figure 2 จะเห็นได้ว่าความเสียหายภายในไม่เพิ่มมากขึ้นตามวันเวลา

ความเสียหายภายนอกของมังคุดหลังการทดสอบที่เกิดมากที่สุดคือ เปลือกถลอก กลีบเลี้ยงฉีก เปลือกบุบ และเปลือกแข็ง ตามลำดับ ความเสียหายภายนอกทุกประเภท พบมากที่สุดที่ตะกร้าชั้นบน ส่วนความเสียหายภายในพบมากที่ตะกร้าชั้นล่าง จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว พบว่า ความสูงของการวางซ้อนตะกร้าทำให้เกิดความเสียหายแบบเปลือกถลอก กลีบเลี้ยงฉีกขาด และเปลือกแข็ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนเปลือกบุบ ไม่แตกต่างกัน เมื่อเทียบกับตะกร้าชุดควบคุม ส่วนความเสียหายภายใน คือ เนื้อแก้ว และยางไหล พบว่าความสูงของการวางซ้อนตะกร้าไม่มีผลกับความเสียหายที่เกิดขึ้น

ความเสียหายของมังคุดเกิดจากการสั่นสะเทือน การกระแทก การกดทับ การเสียดสี ระหว่างผลมังคุดหรือระหว่างผลมังคุดกับตะกร้า เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการขนส่งมังคุดควรลดปัจจัยดังกล่าวที่ทำให้เกิดความเสียหายแก่มังคุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ กองทุนวิจัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ที่สนับสนุนสถานที่ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ชลทิศา พีระประสมพงศ์. 2540. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 159 หน้า.

ทวีศักดิ์ จำปาโท. 2545. ข้อมูลพื้นฐานมังคุด. แหล่งที่มา : http://www.pandinthong.com/ReplyUI.php?ForumGroupID=1&ForumID=153, 22 มีนาคม 2551

ทรงธรรม ไชยพงษ์, สุวรรณ หอมหวน และ บัณฑิต จริโมภาส. 2549. เครื่องสั่นสะเทือนทำในประเทศสำหรับทดสอบบรรจุภัณฑ์ผักและผลไม้. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ปีที่ 12 (1) มกราคม – มิถุนายน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

บัณฑิต จริโมภาส, นเรนทร บุญส่ง, อาทิตย์ จันทร์หิรัญ และ วิเชฐ ศรีชลเพชร. 2549. บรรจุภัณฑ์ขายส่งผลมังคุดที่เหมาะสมภายใต้การสั่นสะเทือนจำลอง.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

เบญจมาศ รัตนชินกร, ภาณุมาศ โครตพงศ์, ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์ และ ประมาภรณ์ ปลั่งกลาง. 2548. ผลของการต้านทานการสั่นสะเทือนต่อภาชนะบรรจุเพื่อการขนส่งผลมังคุด. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

สายชล เกตุษา. 2548. การแข็งของเปลือกมังคุดหลังการตกกระทบ. วารสารราชบัณฑิตยสถาน ปีที่ 30 ฉบับที่ 3 (ก.ค.-ก.ย.2548) หน้า 632-639

American Society for testing Material. 1991. Standard method for vibration testing of shipping container. Selected ASTM Standards on packaging 3rd ED. Baltimore, USA

International safe Transit Association. 2001. ISTA Resource book. P 169-176.