ความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวและสมบัติเชิงกลบางประการของผลมังคุด

Post-harvest Damages and Some Mechanical Properties of Mangosteen Fruits

พนิดา บุษปฤกษ์ [1] **และ บัณฑิต จริโมภาส**[2]

Phanida Pushpariksha[1] and Bundit Jarimopas[2]

Abstract

Mangosteen post-harvest damages, which are related to quality grading, included fruit cracking, hard rind, rough surface, translucent flesh, and gummosis. Damages at wholesale level in 3 districts of Chanthaburi province and 3 districts of Chumphon province were investigated in the year of 2004. The largest percentage of damage was 48.6% of production yield was from rough surface. The percentage of translucent flesh and gummosis were also high at 32.4% of production yield. Damages were not only quantified but also qualified. Physical characteristics of large, medium, small and undersize mangosteens were measured. The term of dimension ratio was developed as sizing parameter compared with conventional trade parameter. The coefficient of static friction was also determined. This coefficient for glossy and rough surface mangosteens was significantly different on plexiglass and galvanized iron steel but was insignificantly different on plywood. The orientation of sliding fruit affected the coefficient for rough surface mangosteen.

Keywords: Mangosteen, post-harvest damages, mechanical properties

บทคัดย่อ

ความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวของมังคุดที่มีผลต่อการคัดคุณภาพ ประกอบด้วย ผลร้าว เปลือกแข็ง ผิวกลาก เนื้อแก้ว และยางไหล ปริมาณความเสียหายในระดับขายส่ง ณ จุดรับซื้อในพื้นที่ 3 อำเภอของจังหวัดจันทบุรี และ 3 อำเภอในจังหวัดชุมพร ที่ถูกสำรวจในฤดูกาลปี 2547 พบว่า มีปริมาณความเสียหายเนื่องจากมังคุดมีผิวกลากมากที่สุด คือ 48.6 % รองลงมาคือเนื้อแก้วและยางไหลรวม 32.4 % นอกจากการตรวจสอบลักษณะความเสียหายในเชิงปริมาณแล้ว ยังมีการตรวจสอบลักษณะความเสียหายในเชิงคุณภาพ โดยตรวจวัดและวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพของมังคุด ผลใหญ่ ผลเล็ก ผลจิ๋ว และผลดอก เพื่อหาตัวแปรที่เหมาะสมในการนำไปใช้คัดขนาด ตัวแปร "สัดส่วนมิติ" ได้ถูกกำหนดขึ้น เพื่อใช้เปรียบเทียบกับการคัดขนาดในปัจจุบันซึ่งใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์ และการทดสอบหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตของมังคุดผิวมัน และผิวกลาก เพื่อหาค่าที่จะนำไปใช้ในการคัดแยกได้ต่อไป ซึ่งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตของมังคุดผิวมัน และผิวกลากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ บนพื้นผิวพลาสติกอะครีลิคใส และแผ่นสังกะสี แต่ไม่มีความแตกต่างบนผิวไม้อัด ส่วนทิศทางการเคลื่อนที่นั้น มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต ในมังคุดผิวกลาก

คำสำคัญ มังคุด ความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยว สมบัติเชิงกล

คำนำ

มังคุดเป็นผลไม้ที่มีรสชาติหวานอร่อย และเป็นผลไม้ที่ตลาดมีความต้องการสูงทั้งในและต่างประเทศ ในแต่ละปีจะมีผลผลิตมังคุดรวมทั้งประเทศประมาณ 160,000 ถึง 190,000 ตัน และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้น สังเกตได้จากปริมาณพื้นที่ปลูกซึ่งมีประมาณ 300,000 ไร่ แต่ที่ให้ผลแล้วมีเพียง 160,000 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545) จากปริมาณมังคุดที่ผลิตได้ทั้งหมดนี้ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้ภายในประเทศ มีเพียง 2.6 %เท่านั้นที่ส่งออกในรูปผลสดและแช่แข็ง (ดนัย, 2546) ในการส่งออก ปัญหาในเรื่องของคุณภาพของมังคุดที่ผลิตได้ ถือเป็นปัญหาที่สำคัญ คุณภาพที่คำนึงถึงนอกจาก รูปร่าง ขนาด และน้ำหนักแล้ว ความเสียหายที่เกิดขึ้น ก็เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาด้วย ความเสียหายดังกล่าวเป็นผลมาจากขั้นตอนการปลูก

[1]นิสิตปริญญาเอก โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[1]Ph.D. Student, Post Graduate Education and Research Development Project in Post-harvest Technology, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus,

[2]รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[2]Associate Professor, Department of Agricultural Engineering, Kamphaengsaen Engineering Faculty, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom. 73140

การดูแลรักษาและเก็บเกี่ยว (สมศักดิ์, 2541 และ สมเกียรติ, 2543) จึงได้มีการวิจัยต่างๆ เกี่ยวกับการปลูก การให้น้ำและปุ๋ย การกำจัดโรคและแมลง และวิธีการเก็บเกี่ยว เพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้น แต่ทว่ายังไม่สามารถแก้ไขและขจัดปัญหาดังกล่าวได้ทั้งหมด ทำให้มีมังคุดคุณภาพไม่ดีเข้าสู่ตลาดปะปนมากับมังคุดคุณภาพดี ดังนั้นในการพัฒนาเครื่องมือหรืออุปกรณ์สำหรับคัดคุณภาพมังคุด เพื่อให้มีความเหมาะสมกับความเสียหายของผลมังคุดที่เกิดขึ้น จึงจำเป็นต้องทราบปริมาณความเสียหายที่เกิดขึ้นรวมทั้งตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของผลมังคุดที่เสียหาย เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบเครื่องมือหรืออุปกรณ์คัดแยกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้มังคุดที่เก็บเกี่ยวจากสวนในจังหวัดจันทบุรี จำนวน 3 แห่ง ใน 3 อำเภอคือ อำเภอขลุง แหลมสิงห์ และกิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ และจากสวนในจังหวัดชุมพร จำนวน 3 แห่ง ใน 3 อำเภอคือ อำเภอเมือง ทุ่งตะโก และหลังสวน โดยเป็นผลผลิตตามฤดูกาลในปี 2547 ทำการเก็บข้อมูลแห่งละ 3 ครั้ง ในช่วงต้น กลาง และปลายฤดูกาล

1. การประเมินความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยว ณ จุดรับซื้อในพื้นที่

มังคุดที่เก็บเกี่ยวในแต่ละวันของสวนนั้นๆ จะถูกนำไปยังจุดรับซื้อที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง เพื่อทำการคัดคุณภาพ ประเภทและจำนวนของมังคุดทั้งหมดในแต่ละเกรดจะถูกบันทึกไว้ ก่อนที่จะทำการสุ่มตัวอย่างออกมาเกรดละ 30 ผล นำมาเก็บรักษาไว้ในสภาพบรรยากาศปกติ จนผลมังคุดสุก จึงทำการผ่าตรวจสอบลักษณะภายในผล ความเสียหายในแต่ละประเภทจะถูกนำไปคำนวณเป็นร้อยละเทียบกับปริมาณที่เก็บเกี่ยวได้ทั้งหมด

2. การหาคุณลักษณะทางกายภาพ

มังคุดที่สุ่มตัวอย่างออกมาเพื่อประเมินความเสียหาย จะถูกนำมาหาคุณลักษณะทางกายภาพ อันได้แก่ ขนาด น้ำหนัก และปริมาตร ไว้ด้วย โดยแบ่งผลมังคุดเป็น 4 ขนาดคือ ผลใหญ่ ผลเล็ก ผลจิ๋ว และผลดอก ตามที่มีการซื้อขายในพื้นที่ ทำการวัดขนาดในมิติต่างๆ จำนวน 5 อย่างคือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่โตที่สุดของผล (D_{max}) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดของผล (D_{min}) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมที่เล็กที่สุดที่ล้อมรอบกลีบเลี้ยงไว้ได้ (d) ความสูงของผลรวมขั้วผล (H) และ ไม่รวมขั้วผล (h) จากนั้นคำนวณสัดส่วนมิติ (D_{ratio}) โดยใช้สมการดังนี้ $D_{ratio} = d/D_{max}$ ส่วนการหาปริมาตรใช้วิธี platform scale ของ Mohsenin (1986)

3. การหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต

ในการหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต ใช้มังคุดผิวกลาก และมังคุดผิวมัน จำนวนทั้งสิ้นอย่างละ 90 ผลในการทดสอบ โดยใช้อุปกรณ์กระดานเอียง (บัณฑิต และคณะ, 2547) ซึ่งมีแผ่นพื้นผิวสัมผัส 3 ชนิดคือ แผ่นพลาสติก อะคริลิคใส ไม้อัด และแผ่นสังกะสี ทำการทดสอบโดยวางผลมังคุดบนแผ่นพื้นผิวให้แก้มผลสัมผัสกับพื้นผิว มุม θ ของกระดานเอียงที่ทำให้ผลมังคุดเริ่มเกิดการเคลื่อนที่ลง ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต เท่ากับ $\tan\theta$ (Mohsenin, 1986 และ Sitkei, 1986) นอกจากนี้ยังพิจารณาการเคลื่อนที่ใน 2 ทิศทางอีกด้วย คือ แนวแกนผล และแนวขวางผล

ผลและวิจารณ์

1. ปริมาณความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยว ณ จุดรับซื้อในพื้นที่

ความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวของผลมังคุดที่พบ ณ จุดรับซื้อในจังหวัดจันทบุรีและชุมพร ประกอบด้วย ผลร้าว เปลือกแข็ง ผิวกลากหรือผิวลาย ซึ่งเป็นความเสียหายที่สามารถสังเกตได้จากภายนอก และความเสียหายภายใน ได้แก่ เนื้อแก้ว ยางไหล และเนื้อเน่า Table 1 แสดงให้เห็นว่าปริมาณความเสียหายจากผลร้าว มีอยู่ 1.3 % ของผลผลิต มังคุดกลุ่มนี้ มีทั้งที่คัดทิ้งและคัดแยกไว้ขายในราคาต่ำ (3-8 บาท ต่อกิโลกรัม) มังคุดผลร้าวนั้นถือกันว่าเป็นผลที่มีอาการเนื้อแก้ว แต่เมื่อผ่าดูพบว่าไม่ได้มีอาการเนื้อแก้วทุกผล บางผลก็เป็นปกติ แต่ 72 % ของผลร้าวจะเป็นผลที่มีอาการไม่พึงประสงค์ ไม่ว่าจะเป็นเนื้อแก้ว ยางไหล หรือเนื้อเน่า ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 28 จะมีเนื้อภายในเป็นปกติ ส่วนมังคุดเปลือกแข็ง มีปริมาณเพียงเล็กน้อย โดยมีลักษณะการแข็งทั้งผลและแข็งจากภายในออกสู่ภายนอก จึงมิใช่ผลของแรง จากการตกหล่นหรือการกระแทก ในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว และคัดคุณภาพ ณ จุดรับซื้อในพื้นที่

Table 1 Post-harvest damage of mangosteen fruits at wholesale level

Damages (%)	Chanthaburi Province	Chumphon Province	average
Fruit cracking	1.2	1.3	1.3
Hard rind	0.8	3.3	2.1
Rough surface	37.2	59.9	48.6
Internal defects			
- Translucent flesh	14.6	15.0	14.8
- Gummosis	10.0	12.0	11.0
- Translucent flesh & Gummosis	4.6	8.5	6.6
- Decay	1.6	1.3	1.5

ลักษณะความเสียหายที่มีปริมาณมากที่สุด คือ มังคุดผิวกลากหรือลาย ซึ่งทำให้มูลค่าของมังคุดลดลงอย่างมาก เพราะราคาซื้อขายต่อกิโลกรัม ถ้าเป็นมังคุดผิวมันจะเป็นดังนี้ ผิวมันผลใหญ่ 30-60 บาท ผิวมันผลเล็ก 23-35 บาท และผิวมันผลจิ๋ว 16-18 บาท ในขณะที่มังคุดผิวกลาก มีราคาดังนี้ ผิวกลากผลใหญ่ 22-30 บาทต่อกิโลกรัม และผิวกลากผลเล็กและผลจิ๋ว ซึ่งคัดเป็นตกเกรด 10-16 บาทต่อกิโลกรัม ความเสียหายเนื่องจากความผิดปกติภายใน มีปริมาณเฉลี่ย 33.9 % ปริมาณความเสียหายไม่อาจรวมกันได้ เพราะในมังคุดผลเดียวกันอาจเกิดความเสียหายได้มากกว่า 1 ประเภท โดยมังคุดที่เนื้อภายในปกติมีปริมาณ 62.7 % ของผลผลิต

2. คุณลักษณะทางกายภาพ

ในการคัดขนาดของมังคุดในปัจจุบัน ใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์ โดยแบ่งออกเป็น 4 ขนาด คือ ผลใหญ่ ผลเล็ก ผลจิ๋ว และผลดอก นอกจากน้ำหนักแล้ว พบว่าปริมาตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงของผลของมังคุดผลใหญ่ก็มีค่าสูงที่สุดด้วย

Table 2 Physical characteristics of large, medium, small and undersize mangosteen fruits.

Physical characteristics	Large	Medium	Small	Undersize
Weight (g)	102	81	65	44
Volume (cm^3)	105.2	80.3	66.9	44.6
Maximum diameter of fruit (mm)	60.3	56.0	51.4	44.4
Minimum diameter of fruit (mm)	57.9	54.4	49.9	43.3
Diameter of calyx circumscribing circle (mm)	51.8	47.8	49.6	47.4
Height of fruit with stem end (mm)	65.5	63.6	59.6	55.0
Height of fruit without stem end (mm)	51.7	48.3	43.1	37.2
Dimension ratio	0.86	0.85	0.96	1.06

ตัวแปร “สัดส่วนมิติ” ที่กำหนดขึ้นมา พบว่า มีค่ามากกว่า 1 ในผลดอก จึงสามารถใช้ค่านี้ สำหรับคัดแยกผลดอกซึ่งมีราคาซื้อขายเพียง 6-10 บาทต่อกิโลกรัม ออกจากผลขนาดอื่นๆ ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำหนักของมังคุดที่เก็บเกี่ยวระยะสายเลือด ลดลงอย่างมากหลังจากเก็บรักษาไว้ 2 สัปดาห์ในบรรยากาศปกติ (≅14%) ขณะที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่โตที่สุดของผล ลดลงเพียงเล็กน้อย (≅0.3%) ดังนั้นการใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์ในการคัดขนาด จึงไม่เหมาะกับสายการผลิตที่มีมังคุดหลายวัยปะปนกัน 3. สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต

สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตของผลมังคุดบนแผ่นพลาสติกอะคริลิคใส ไม้อัด และแผ่นสังกะสี มีค่าอยู่ในช่วง 0.31 ถึง 0.46 โดยทิศทางในการเคลื่อนที่ ลักษณะผิวของผลมังคุด และชนิดของพื้นผิวที่มังคุดสัมผัสด้วย ล้วนมีผลกระทบต่อค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต กล่าวคือ ในการเคลื่อนที่ขนานแกนขวางผลมักจะให้ค่าที่สูงกว่าการเคลื่อนที่ในแนวขนานแกนผล ส่วนลักษณะผิวของผลมังคุด คือ ผิวมันและผิวกลาก จะมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความสำคัญ 5% ในการเคลื่อนที่บนแผ่นพลาสติกอะคริลิคใส ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตของมังคุดผิวมันจะให้ค่าที่สูงกว่าผิวกลาก อันเนื่องมาจากแรงยึดเกาะยึดเหนี่ยวของสารเคลือบผิวตามธรรมชาติบนผิวของมังคุดผิวมันกับพื้นผิวพลาสติกอะคริลิคใสซึ่งมีความเรียบสูง ส่วนการเคลื่อนที่บนแผ่นสังกะสี ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตของมังคุดผิวกลากจะให้ค่าที่สูงกว่าผิวมัน

Table 3 Coefficients of static friction of gloss and rough surface mangosteen fruits.

Description	Plexiglass	Plywood	Galvanized iron steel
Gloss surface fruits			
Longitudinal axis	0.4553f	0.3663c	0.3340b
Cross axis	0.4553f	0.3772cd	0.3371b
Rough surface fruits			
Longitudinal axis	0.3058a	0.3804cde	0.3762cd
Cross axis	0.3324b	0.3915de	0.3965e

* Means followed by the same letter are not significantly different at the p = 0.05 level according to Duncan's multiple range test.

สรุป

ความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวของมังคุดในแหล่งที่ปลูก ที่มีผลกระทบต่อการคัดคุณภาพมากที่สุด คือ ความเสียหายเนื่องจากผิวกลาก ซึ่งสามารถใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต ในการคัดแยกมังคุดผิวกลากออกจากมังคุดผิวมันได้ จากการเคลื่อนที่บนแผ่นพลาสติกอะคริลิคใส หรือ แผ่นสังกะสี

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2545. มังคุด. สถานการณ์การผลิตไม้ผลภาคตะวันออกปี 2544. แหล่งที่มา: http://www.doae.go.th/plant/mungkud.htm, 6 กุมภาพันธ์ 2547.

ดนัย บุญยเกียรติ. 2546. มังคุดเพื่อการส่งออก. สาระพืชสวน 8 (5): 9-10.

สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2541. มังคุด. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, นนทบุรี.

สมเกียรติ เสริมภักดี. 2543. การปลูกมังคุด. พิมพ์ครั้งที่ 1. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

Mohsenin, N.N. 1986. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York.

Sitkei, G. 1986. Mechanics of agricultural materials. Akademiai Kiado, Budapest.

บัณฑิต จริโมภาส อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล ประกิต ทิมขำ และ กิตติรัตน์ รุ่งรัตนาอุบล 2547 .อุปกรณ์แบบกึ่งอัตโนมัติหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและมุมกลิ้งของผักและผลไม้ .วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 11(1): 57-62.