Agricultural Sci. J. 37 : 5 (Suppl.) : 76-79 (2006) **ว. วิทย. กษ. 37 : 5 (พิเศษ) : 76-79 (2549)**

ความสามารถในการรับแรงกดทับของลำไยสดพันธุ์ดอ

Compression Tolerance of Fresh Longan cv. Daw

นวลฉวี ปงรังษี[1] และ ศุภศักดิ์ ลิมปิติ[1]

Naunchawee Pongrungsri[1] and Supasark Limpiti[1]

Abstract

Study of the ability to withstand compression of fresh longan cv. Daw was made. The information was intended to be used for fresh longan transportation operation. The test was carried out with a texture analyzer at the top, side and bottom positions of the fruit. The fruit was compressed at two conditions viz. freshly harvested and cooled at 10^{o}C for 72 hours. Result showed that the fruit was weakest when being compressed at the side, both in the freshly harvested and the cooled fruits. In the fruit bruising test at 0,5, 15 and 25% deformation , the test was conducted on the weakest spot (the side) of the fruit. Electrolyte leakage was measured to indicate the bruising. For the freshly harvested fruit, the 25% deformation test gave significantly higher leakage than at other deformations. Its electrolyte value was 53.4±4.4% as compare to 37.3±3.2% of the uncompressed fruit. For the cooled fruit, the electrolyte leakage of the 5, 15 and 25% deformation was not significantly different from one another. At 5, 15 and 25% deformation the leakage values were 34.2±2.1, 36.1±1.9 and 39.1±8.1% respectively. Nonetheless, at 25% deformation, the leakage was meaningfully greater than that of the uncompressed fruit.

Key words: Longan, Compression, Bruising

บทคัดย่อ

ศึกษาความสามารถในการรับแรงกดทับของผลลำไยสดพันธุ์ดอเพื่อนำข้อมูลไปใช้สำหรับการขนส่ง โดยทดสอบการกดทับด้วยเครื่อง texture Analyzer ที่ตำแหน่ง ด้านขั้ว ด้านข้าง และด้านล่าง กับผลสดที่เกี่ยวมาใหม่ที่ไม่ได้ผ่านการแช่เย็น และผลสดที่ผ่านการแช่เย็นที่ 10º ซ เป็นเวลา 72 ชม.พบว่าที่ตำแหน่งด้านข้างของผลลำไยจะมีความสามารถในการรับแรงกดทับน้อยที่สุด หรือมีความอ่อนแอมากที่สุด ทั้งผลสดที่ไม่ผ่านการแช่เย็นและที่ผ่านการแช่เย็น การทดสอบการเกิดความช้ำที่ระยะการยุบตัว 0, 5, 15 และ 25% ของความสูงของผล บนตำแหน่งที่อ่อนแอมากที่สุด(ด้านข้าง) โดยวัดการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ของเนื้อลำไย พบว่าที่ระยะยุบตัว 25% ผลสดที่ไม่ผ่านการแช่เย็นจะมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์มากกว่าที่ระยะการยุบตัวอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เฉลี่ย 53.4±4.4% ส่วนผลที่ไม่ถูกกดทับจะมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เฉลี่ย 37.3 ±3.2% สำหรับผลสดที่ผ่านการแช่เย็นก่อนถูกกดทับ พบว่ามีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะยุบตัว 5, 15 และ 25% มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เฉลี่ย 34.2±2.1, 36.1±1.9 และ 39.1±8.1% ตามลำดับ แต่ผลที่ถูกกดทับที่ระยะยุบตัว 25% จะมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ต่างจากผลที่ไม่ถูกกดทับอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: ลำไย, การกดทับ, ความช้ำ

คำนำ

ลำไยถือได้ว่าเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพทางการตลาดค่อนข้างสูง เพราะเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ แต่พบว่าหลังจากที่เก็บเกี่ยวลำไยมาแล้วและนำมาผ่านขั้นตอนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะการขนส่งผลลำไยบางส่วนจะถูกกดทับ จึงทำให้เกิดการแตก ช้ำ และเน่าเสียเร็วกว่าปกติ นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อนำผลลำไยที่แตกไปอบแห้ง จะพบคราบน้ำตาลเกาะอยู่บริเวณเปลือก หรือที่ชาวบ้านเรียกกันว่า “ น้ำหมาก” ซึ่งความเสียหายต่างๆเหล่านี้ ไม่เป็นที่ต้องการของลูกค้าจึงทำให้มูลค่าทางการตลาดลดลงอย่างมาก การถูกกดทับในระหว่างการขนส่งหรือการเก็บรักษาซึ่งจะมีภาระแรงสถิตย์ (static loading) ทำให้ผลผลิตเกิดการแตกช้ำ (Mohsenin, 1996)

---

[1] สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[1] Postharvest Technology Institute, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

การศึกษาเกี่ยวกับความเสียหายเชิงกลในผลไม้ โดยเฉพาะการถูกกดทับ เคยมีการศึกษากับผลแอปเปิ้ล พบว่าขนาดของความช้ำจะผันแปรตามน้ำหนักที่กดลงไป (Nelson and Mohsenin, 2003) โดยเมื่อผลแอปเปิ้ลถูกกดทับจะเกิดการแพร่กระจายของความเค้นตรงบริเวณที่ถูกกดและบริเวณใกล้เคียง จึงทำให้เกิดการช้ำ และเกิดการปริแตกถ้าบริเวณดังกล่าวมีค่า shearing stress สูง (Holt and Schoorl, 1977) ซึ่งเป็นหลักการเดียวกับที่เกิดในผลมะม่วง (Satriana, 1993)

สำหรับข้อมูลของลำไยยังไม่เคยมีการศึกษา ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ จึงได้มีการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการรับแรงกดทับของผลลำไยสดพันธุ์ดอ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการลดความเสียหายในระหว่างการขนส่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

ลำไยพันธุ์ดอเกรด A จาก อ.ดอยหล่อ จ.เชียงใหม่ ซึ่งเก็บเกี่ยวในเดือนมีนาคม โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นการทดสอบความสามารถในการรับแรงกดทับ โดยทดสอบกับผลสดที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ที่ไม่ผ่านการแช่เย็น และผลสดที่ผ่านการแช่เย็นที่ 10° ซ เป็นเวลา 72 ชม. ด้วยเครื่อง texture analyzer โดยมีหัวกด 2 แบบ คือ หัวพลาสติกกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว (ball) และ หัวแผ่นเรียบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (aluminum plate) ทดสอบการกดทับบนตำแหน่งด้านขั้ว ด้านข้าง และด้านล่างของผล บันทึกพื้นที่ผิวสัมผัส ค่าแรงกดสูงสุด และระยะทางกดที่ทำให้ผลลำไยแตก และคำนวณหาค่า Young' s modulus of elasticity สำหรับตอนที่ 2 จะทดสอบการเกิดความช้ำ บนตำแหน่งที่อ่อนแอมากที่สุด (จากผลการทดสอบของตอนที่1) ของผลสดที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ที่ไม่ผ่านการแช่เย็น และผลสดที่ผ่านการแช่เย็นที่ 10° ซ เป็นเวลา 72 ชม. ด้วยเครื่อง texture analyzer กดด้วยหัวพลาสติกกลม (ball) ที่ระยะยุบตัว 0, 5, 15 และ 25 เปอร์เซ็นต์ของความสูงของผล จากนั้นนำผลลำไยที่ผ่านการทดสอบมาวัดความช้ำ โดยวัดการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ของเนื้อลำไย โดยนำผลลำไยมาแกะเอาเปลือกออกให้เหลือแต่ส่วนเนื้อและเมล็ด จากนั้นนำไปแช่ในสารละลายแมนนิทอล ความเข้มข้น 0.4 โมลาร์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง นาน 3 ชม. แล้วนำสารละลายมาวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารอีเล็กโตรไลต์ ด้วย conductivity meter แล้วนำตัวอย่างเดิมไปนึ่งใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121° ซ นาน 30 นาที และวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารอีเล็กโตรไลต์ทั้งหมดอีกครั้ง แล้วคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ตามสูตรของ Creencia and Bramlage (1971)

ผลและวิจารณ์

ตอนที่ 1 ทดสอบความสามารถในการรับแรงกดทับ

(1.1) ข้อมูลทั่วไปของผลสดที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ที่ไม่ผ่านการแช่เย็น

น้ำหนักผลเฉลี่ย 10.9 กรัมเส้นผ่าศูนย์กลางผลส่วนกว้างเฉลี่ย 28.1 มิลลิเมตร ส่วนแคบ 25.5 มิลลิเมตร ส่วนสูงเฉลี่ย 24.9 มิลลิเมตร ความหนาเปลือกส่วนขั้วเฉลี่ย 0.9 มิลลิเมตร ส่วนข้าง 0.7 มิลลิเมตร และส่วนล่าง 0.7 มิลลิเมตร แรงดึงสูงสุดที่ทำให้เปลือกส่วนขั้วขาดเฉลี่ย 9.0 นิวตัน ส่วนข้าง 9.8 นิวตัน และส่วนล่าง 11.4 นิวตัน มีความชื้นเปลือกเฉลี่ย 60% เนื้อ 81% และเมล็ด 40%

Table 1. Average of maximum breaking force and Young’s modulus of elasticity of freshly harvested fruit.

Press position	Maximum force (N)		Young’s modulus of elasticity (N/mm^2)	
on fruit	Ball	Aluminum plate	Ball	Aluminum plate
top	77.4±1.4^b	84.3±3.5^a	33.0±1.6^a	26.7±1.2^a
side	69.7±3.5^c	77.4±1.4^c	19.4±0.5^c	24.1±0.7^c
bottom	81.6±1.8^a	82.9±1.8^b	22.7±1.3^b	25.0±0.7^b
$LSD_{0.05}$	1.2	1.1	0.6	0.4
%CV	1.7	1.5	2.5	1.9

Mean values followed by different letter in the same column are significantly different at $P \leq 0.05$.

(1.2) ข้อมูลทั่วไปของผลสดที่ผ่านการแช่เย็นที่ 10° ซ เป็นเวลา 72 ชม.

น้ำหนักผลเฉลี่ย 10.4 กรัมเส้นผ่าศูนย์กลางผลส่วนกว้างเฉลี่ย 28.0 มิลลิเมตร ส่วนแคบ 25.4 มิลลิเมตร ส่วนสูงเฉลี่ย 24.9 มิลลิเมตร ความหนาเปลือกส่วนขั้วเฉลี่ย 0.8 มิลลิเมตร ส่วนข้าง 0.7 มิลลิเมตร และส่วนล่าง 0.7 มิลลิเมตร แรงดึงสูงสุดที่ทำให้เปลือกส่วนขั้วขาดเฉลี่ย 9.4 นิวตัน ส่วนข้าง 12.0 นิวตัน และส่วนล่าง 11.1 นิวตัน มีความชื้นเปลือกเฉลี่ย 59% เนื้อ 81% และเมล็ด 43%

Table 2. Average of maximum breaking force and Young's modulus of elasticity of cooled fruit.

Press position on fruit	Maximum force (N)		Young's modulus of elasticity (N/mm^2)	
	Ball	Aluminum plate	Ball	Aluminum plate
top	75.9±2.1^a	80.3±2.8^b	35.0±2.1^a	24.6±1.0^a
side	63.5±1.6^c	73.4±4.9^c	24.2±1.6^b	23.6±1.8^b
bottom	74.2±3.9^b	82.9±7.1^a	24.7±2.4^b	24.9±1.4^a
$LSD_{0.05}$	1.3	2.2	0.6	0.5
%CV	1.9	3.0	2.4	2.2

Mean values followed by different letter in the same column are significantly different at $P \leq 0.05$.

จากการทดสอบการกดทับ โดยใช้หัวกด 2 แบบ คือ หัว ball ซึ่งจำลองการถูกกดทับของผลลำไยด้วยกัน และหัว aluminum plate จำลองการถูกกดทับเมื่อผลลำไยอยู่ด้านล่างสุดหรือด้านบนสุดของภาชนะบรรจุ จากผลการทดสอบพบว่าที่ตำแหน่งด้านข้างของผลลำไยจะมีความสามารถใรการรับแรงกดทับน้อยที่สุดหรือมีความอ่อนแอมากที่สุด ทั้งผลสดที่ไม่ผ่านการแช่เย็น (Table 1) และที่ผ่านการแช่เย็น (Table 2)ในระหว่างการทดสอบจะพบว่าเมื่อกดทับที่ตำแหน่งด้านขั้วและด้านล่างผลลำไยจะแตกที่ตำแหน่งด้านข้างทุกผล เนื่องจากว่า เมื่อผลลำไยถูกกดทับ บริเวณที่ถูกกดจะยุบตัวลง และบริเวณด้านข้างจะพองออก เพราะผลผลิตมีความยืดหยุ่น (Satriana, 1993) และเกิดการแพร่กระจายความเค้น และจะเกิดการปริแตกตรงบริเวณที่มีค่า Shearing stress สูง (Holt and Schoorl, 1977) แต่เมื่อกดที่ตำแหน่งด้านข้าง จะพบว่าผลลำไยจะแตกตรงตำแหน่งด้านขั้วเกือบทุกผล เนื่องจากเปลือกลำไยตรงตำแหน่งด้านขั้วจะทนต่อค่า Shearing stress ได้ต่ำกว่าที่ตำแหน่งอื่นๆ จากข้อมูลเบื้องต้นจะพบว่าเปลือกตรงส่วนขั้วจะสามารถทนต่อแรงดึงได้ต่ำกว่าตำแหน่งอื่นๆ ทั้งผลสดที่ไม่ผ่านการแช่เย็นและที่ผ่านการแช่เย็น นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิของผลผลิตไม่มีผลต่อความสามารถในการรับแรงกดทับ โดยเมื่อกดทับที่ตำแหน่งต่างๆของผลลำไยจะพบว่าทั้งผลสดที่ไม่ผ่านการแช่เย็นและที่ผ่านการแช่เย็นจะสามารถทนต่อค่าแรงกดสูงสุดได้ใกล้เคียงกัน

เมื่อเปรียบเทียบค่าแรงกดสูงสุดเมื่อกดด้วยหัวกด 2 ชนิด จะพบว่าเมื่อกดด้วยหัว aluminum plate จะมีค่าแรงสูงสุดมากกว่า เมื่อกดด้วยหัว ball ทั้งผลสดที่ไม่ผ่านการแช่เย็น (Table 1) และที่ผ่านการแช่เย็น (Table 2) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อกดด้วยหัว aluminum plate ผลลำไยจะมีพื้นที่รับแรงกดทับมากกว่าเมื่อกดด้วยหัว ball จึงทำให้แรงกดสูงสุดมีค่ามากกว่า

สำหรับค่า Young' s modulus of elasticity ซึ่งบ่งบอกถึงความยืดหยุ่นของผลผลิตเมื่อถูกกดทับ พบว่าที่ตำแหน่งด้านด้านขั้วจะมีค่าสูงหรือมีความยืดหยุ่นน้อยกว่าตำแหน่งอื่นๆ ทั้งผลสดที่ไม่ผ่านการแช่เย็น (Table 1) และที่ผ่านการแช่เย็น (Table 2) เนื่องจากที่ตำแหน่งด้านขั้วจะเป็นส่วนที่ติดกับเมล็ดด้านในของผล จึงทำให้บริเวณดังกล่าวมีความแข็งและเมื่อทดสอบการกดทับพบว่าจะมีระยะยุบตัวเมื่อผลลำไยเริ่มแตกน้อยกว่าตำแหน่งอื่นๆ

ตอนที่2 ทดสอบการเกิดความช้ำ

(2.1) ข้อมูลทั่วไปของผลสดที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ที่ไม่ผ่านการแช่เย็น

น้ำหนักผลเฉลี่ย 11.4 กรัมเส้นผ่าศูนย์กลางผลส่วนกว้างเฉลี่ย 28.2 มิลลิเมตร ส่วนแคบ 25.7 มิลลิเมตร ส่วนสูงเฉลี่ย 25.2 มิลลิเมตร ความหนาเปลือกส่วนขั้วเฉลี่ย 0.7 มิลลิเมตร ส่วนข้าง 0.7 มิลลิเมตร และส่วนล่าง 0.6 มิลลิเมตร แรงดึงสูงสุดที่ทำให้เปลือกส่วนขั้วขาดเฉลี่ย 8.7 นิวตัน ส่วนข้าง 10.6 นิวตัน และส่วนล่าง 10.3 นิวตัน มีความชื้นเปลือกเฉลี่ย 59 % เนื้อ 91% และเมล็ด 43%

(2.2) ข้อมูลทั่วไปของผลสดที่ผ่านการแช่เย็นที่ 10° ซ เป็นเวลา 72 ชม.

น้ำหนักผลเฉลี่ย 11.4 กรัมเส้นผ่าศูนย์กลางผลส่วนกว้างเฉลี่ย 28.5 มิลลิเมตร ส่วนแคบ 26.2 มิลลิเมตร ส่วนสูงเฉลี่ย 25.7 มิลลิเมตร ความหนาเปลือกส่วนขั้วเฉลี่ย 0.7 มิลลิเมตร ส่วนข้าง 0.7 มิลลิเมตร และส่วนล่าง 0.6 มิลลิเมตร แรงดึงสูงสุด

ที่ทำให้เปลือกส่วนขั้วขาดเฉลี่ย 9.7 นิวตัน ส่วนข้าง 11.1นิวตัน และส่วนล่าง 11.8นิวตัน มีความชื้นเปลือกเฉลี่ย 59% เนื้อ 89% และเมล็ด 43%

Table 3. Average percentage of electrolyte leakage of freshly harvested and cooled fruits when compressed at 4 deformation

Deformation	Electrolyte leakage (%)	
	Freshly harvested fruit	Cooled fruit
0%	37.3±3.2^{c}	32.3±2.8^{b}
5%	36.4±2.9^{c}	34.2±2.1^{ab}
15%	44.9±3.9^{b}	36.1±1.9^{ab}
25%	53.4±4.4^{a}	39.1±8.1^{a}
$LSD_{0.05}$	4.0	6.0
%CV	8.2	13.7

Mean values followed by different letter in the same column are significantly different at $P \leq 0.05$.

การทดสอบการเกิดความช้ำที่ระยะยุบตัวต่างๆ บนตำแหน่งด้านข้าง ซึ่งเป็นตำแหน่งที่อ่อนแอมากที่สุด โดยวัดการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ของเนื้อลำไย พบว่าที่ระยะยุบตัว 25% ผลสดที่ไม่ผ่านการแช่เย็นจะมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์มากกว่าที่ระยะยุบตัวอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ (Table 3) โดยมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เฉลี่ย 53.4±4.4% ส่วนผลที่ไม่ถูกกดทับมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เฉลี่ยเพียง 37.3±3.2% ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในผลแอปเปิ้ล โดยพบว่าขนาดของความช้ำจะผันแปรตามขนาดของน้ำหนักที่กดลงไป (Nelson and Mohsenin, 2003)

สำหรับผลสดที่ผ่านการแช่เย็นก่อนการถูกกดทับจะพบว่ามีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) โดยที่ระยะยุบตัว 5, 15 และ 25% มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เฉลี่ย 34.2±2.1, 36.1±1.9 และ 39.1±8.1% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าผลที่ถูกกดทับจนมีระยะยุบตัว 25% จะมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ต่างจากผลที่ไม่ถูกกดทับอย่างมีนัยสำคัญ (Table 3) นอกจากนี้ยังพบว่าผลสดที่ไม่ผ่านการแช่เย็นจะมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์มากกว่าผลสดที่ผ่านการแช่เย็น (Table 3) เพราะว่าการลดอุณหภูมิของผลผลิตสามารถลดความเสียหายเชิงกลได้ (Martinez-Romero *et al*, 2003)

สรุป

จากการทดสอบการกดทับพบว่า ที่ตำแหน่งด้านข้างของผลลำไยจะมีความสามารถในการรับแรงกดทับน้อยที่สุดหรือมีความอ่อนแอมากที่สุด ทั้งผลสดที่ไม่ผ่านการแช่เย็นและที่ผ่านการแช่เย็น สำหรับการทดสอบการเกิดความช้ำนั้นพบว่าการลดอุณหภูมิผลลำไยก่อนถูกกดทับสามารถลดการเกิดความช้ำได้ โดยผลสดที่ไม่ผ่านการแช่เย็นจะเริ่มเกิดความช้ำเมื่อถูกกดทับที่ระยะยุบตัว 15% ในขณะที่ผลสดที่ผ่านการแช่เย็นจะเริ่มเกิดความช้ำเมื่อถูกกดทับที่ระยะยุบตัว 25%

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่มอบเงินทุนสนับสนุนและเอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการในการทำวิจัย และสนับสนุนการนำเสนอผลงานครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Creencia, R. P. and W. J. Bramlage. 1971. Reversibility of chilling injury to corn seedling. *Plant Physiol.* 47: 389-392.

Holt, J. E. and D. Schoorl. 1977. Bruising and energy dissipation in apples. Journal of Texture Studies 7: 421-432.

Martinez-Romero, D., S. Castillo and D. Valero. 2003. Forced – air cooling applied brfore fruit handlin to prevent mechanical damage of plums (*Prunus salicina* Lindl.) *Postharvest Biol. Technol.* 28: 135-142.

Mohsenin, N. N. 1996. *Physical Properties of Plate and Animal Materials*. Bibliography. 4th ed. Gordon and Breac, New York. 541 pp.

Nelson, W. C. and N. N. Mohsenin. 2003. Maximum allowable static and dynamic loads and effect of temperature for mechanical injury in apples. *J. Agric. Engng. Res.* 13(4): 305-317.

Satriana, V. 1993. *Maturity, Precooling and Storage Condition in Relation to Mechanical Damage in Mango Variety Nam Dok Mai*. Thesis of Master Degree of Engineering. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand. 64 pp.