Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 183-186 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 183-186 (2553)

ความสามารถในการรับแรงกดทับของผลส้มสายน้ำผึ้ง

Compression Tolerance of Tangerine Fruit cv. Sai Nam Peung

นฤมล อุปละ[1], **ศุภศักดิ์ ลิมปิติ**[1] **และดนัย บุณยเกียรติ**[2]
Naruemon Upala[1], Supasak Limpiti[1] and Danai Boonyakiat[2]

Abstract

This research studied the tolerance to compression of tangerine fruit cv. Sai Nam Peung. The information would serve as basic data for transportation of the fruit. The compression test was carried out with texture analyzer at the top and bottom positions of the fruit. Results showed that compression tolerance at the two positions were not significantly different. In fruit bruising test at 0, 10, 20 and 30% deformation, electrolyte leakage and respiration rate were measured to indicate the bruising. The 30% deformation test gave significantly higher electrolyte leakage than the other deformations. Its electrolyte value was 47.5±3.8%, but the leakage of the 10% deformation and the uncompressed fruits was not significantly different. Respiration rate of the tangerine was measured at 1 and 2 hours after compression. Respiration rate of all compressed samples was similar in the first hour, however, in the second hour the rate of the 20% and 30% deformation samples was found to be significantly higher than all other. Respiration of uncompressed and the 10% compressed fruits were not different when measured at 2 hours after compression.

Key word: Tangerine, Compression, Bruising

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาความสามารถในการรับแรงกดทับของผลส้มสายน้ำผึ้ง เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการขนส่ง โดยทดสอบการกดทับด้วยเครื่อง texture analyzer ที่ตำแหน่งด้านขั้วและด้านข้างของผลส้มสายน้ำผึ้งที่ไม่ผ่านการแช่เย็น พบว่าที่ตำแหน่งด้านขั้วและด้านข้างของผลส้มสามารถรับแรงกดทับได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อทดสอบความเสียหายจากการช้ำที่ระยะยุบตัว 0, 10, 20 และ 30% ของความสูงผลส้ม โดยวัดการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกส้ม และวัดอัตราการหายใจ พบว่าที่ระยะยุบตัว 30% มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์มากกว่าที่ระยะยุบตัวอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 47.5±3.8% ส่วนที่ระยะยุบตัว 10% และผลที่ไม่ถูกกดทับมีค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อนำผลส้มไปวัดอัตราการหายใจที่ 1 และ 2 ชั่วโมงหลังจากกดทับ พบว่า ที่ชั่วโมงที่ 1 ไม่เกิดความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง ในชั่วโมงที่ 2 พบว่าอัตราการหายใจของผลส้มที่ไม่ถูกกดทับและถูกกดทับที่ระยะยุบตัว 10% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ต่างจากที่ระยะยุบตัว 20% และ 30% อย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ ส้มสายน้ำผึ้ง, การกดทับ, ความช้ำ

คำนำ

ส้มจัดเป็นผลไม้เศรษฐกิจของประเทศไทย ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ นิยมบริโภคทั่วไปทั้งในรูปผลสดและน้ำส้มคั้น เพราะมีรสชาติดีและมีคุณค่าทางอาหารสูง แต่พบว่าในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวผลส้มมักได้รับความเสียหาย โดยเฉพาะในการขนส่งผลส้มบางส่วนถูกกดทับ ทำให้เกิดการช้ำ แตก และเน่าเสียเร็วกว่าปกติ ซึ่งความเสียหายเหล่านี้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทำให้มูลค่าทางการตลาดลดลงอย่างมาก การทราบถึงข้อมูลด้านคุณสมบัติเชิงกล - กายภาพของผักผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว มีความสำคัญในการนำมาใช้ใน การจัดการผลิตผลด้านบรรจุภัณฑ์ การเก็บรักษาและระบบการขนส่ง (Singh and Reddy, 2006) การศึกษาความสามารถในการรับแรงกดทับของผลิตผลมีการรายงานในลำไย (นวลฉวี, 2550) พบว่าที่ตำแหน่งด้านข้างของผลลำไยมีความสามารถในการรับแรงกดทับน้อยที่สุดหรือมี

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1] Postharvest Technology Research Institute/ Postharvest Technology Innovation Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[2] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[2] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

ความอ่อนแอมากที่สุดทั้งผลสดที่ผ่านการแช่เย็นและไม่ผ่านการแช่เย็น Mohsenin (1996) กล่าวว่าการถูกกดทับในระหว่างการขนส่งหรือการเก็บรักษาซึ่งมีภาระแรงสถิต (static loading) ทำให้ผลิตผลเกิดการแตกช้ำ และ Nelson and Mohsenin (2003) ได้ศึกษาการกดทับในผลแอปเปิล พบว่า ขนาดของความช้ำแปรผันตามน้ำหนักกด โดยเมื่อถูกกดทับจะเกิดการแพร่กระจายของความเค้นตรงบริเวณที่ถูกกดและบริเวณใกล้เคียง จึงทำให้เกิดการช้ำ

สำหรับการศึกษาความสามารถในการรับแรงกดทับในผลส้มนั้นยังไม่มีรายงานการวิจัยมากนัก ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ จึงได้มีการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการรับแรงกดทับของผลส้มสายน้ำผึ้ง เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการลดความเสียหายในระหว่างการขนส่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง เบอร์ 4 – 5 จากสวนเกษตรกร อ.พร้าว จ.เชียงใหม่ เก็บเกี่ยวในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – มิถุนายน พ.ศ. 2552 แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 เป็นการทดสอบความสามารถในการรับแรงกดทับของผลส้ม โดยทดสอบกับผลส้มสดที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ที่ไม่ผ่านการแช่เย็น ด้วยเครื่อง texture analyzer ใช้หัวกดแบบแผ่นเรียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร (aluminum plate) ทดสอบการกดทับบนตำแหน่งด้านขั้ว และด้านข้างของผล บันทึกพื้นที่ผิวสัมผัส ค่าแรงกดทับสูงสุด และระยะทางกดที่ทำให้ผลส้มแตก และคำนวณค่า Young' s modulus of elasticity สำหรับการทดลองที่ 2 ทดสอบการเกิดการช้ำ บนตำแหน่งที่อ่อนแอมากที่สุด (จากผลการทดสอบของการทดลองที่ 1) ของผลส้มที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ไม่ผ่านการแช่เย็น ด้วยเครื่อง texture analyzer กดด้วยหัวกดแบบแผ่นเรียบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร ที่ระยะยุบตัว 0, 10, 20 และ 30% ของความสูงเริ่มต้นของผลส้ม จากนั้นนำผลส้มที่ผ่านการทดสอบมาวัดความช้ำด้วยการวัดการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกผลส้มและวัดอัตราการหายใจ การวัดการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ทำได้โดยการนำผลส้มมาแกะเปลือกออก เจาะเปลือกด้วย cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร จำนวน 5 ชิ้นต่อตัวอย่าง จากนั้นแช่ในสารละลายแมนนิทอล ความเข้มข้น 0.4 โมลาร์ ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำสารละลายมาวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารอิเล็กโตรไลต์ ด้วยเครื่อง conductivity meter แล้วคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ตามสูตรของ Creencia and Bramlage (1971) การวัดอัตราการหายใจทำได้โดยการนำผลส้มที่ผ่านการทดสอบมาชั่งน้ำหนักและวัดปริมาตร นำมาใส่ในภาชนะบรรจุ ขนาด 1 ลิตร ที่ปิดสนิท เก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นดูดก๊าซจากภาชนะบรรจุเมื่อครบ 1 และ 2 ชั่วโมง มาวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph (SHIMADZU, GC – 8A, Japan) นำพื้นที่ใต้กราฟที่ได้มาคำนวณหาปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลส้มปล่อยออกมาโดยเปรียบเทียบกับก๊าซมาตรฐานที่ประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2 เปอร์เซ็นต์และอากาศ จากนั้นคำนวณหาอัตราการหายใจ ตามสูตรของ Bower et al. (1998)

ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การทดสอบความสามารถในการรับแรงกดทับของผลส้ม

ข้อมูลทั่วไปของผลส้มสายน้ำผึ้ง

น้ำหนักผลเฉลี่ย 129.12 กรัม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 63.32 มิลลิเมตร ความสูงเฉลี่ย 56.29 มิลลิเมตร ความหนาของเปลือกด้านขั้วเฉลี่ย 2.43 มิลลิเมตร ด้านข้างเฉลี่ย 2.08 มิลลิเมตร ด้านล่างเฉลี่ย 2.21 มิลลิเมตร ความชื้นของเปลือกเฉลี่ย 70.09 เปอร์เซ็นต์

Table 1 Average of maximum breaking force and Young's modulus of elasticity of tangerine fruit

Press position on fruit	Maximum force (N)	Young' s modulus of elasticity (N/mm^2)
Top	120.7±19.9^a	183.0±62.8^a
Side	116.7±21.0^a	62.3±14.5^b
$LSD_{0.05}$	0.80	2.45
%CV	4.20	5.19

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

จากการทดสอบการกดทับผลส้มสายน้ำผึ้ง ด้วยหัวกดแบบแผ่นเรียบซึ่งจำลองการถูกกดทับเมื่อผลส้มอยู่ด้านล่างสุดของภาชนะบรรจุ จากการทดสอบพบว่าที่ตำแหน่งด้านขั้ว (ตามแนวตั้งของกลีบส้ม) และด้านข้าง (ตามขวางของกลีบส้ม) ของผลส้มมีความสามารถในการรับแรงกดทับได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) และพบว่าเมื่อกดทับที่ตำแหน่งด้านขั้ว ผลส้มจะแตกที่บริเวณด้านข้างทุกผล เนื่องจากเมื่อกดทับบริเวณที่ถูกกดทับจะยุบตัวลง และบริเวณด้านข้างจะพองออก เพราะผลิตผลมีความยืดหยุ่น (Satriana, 1993) และเกิดการแพร่กระจายของความเค้นตรงบริเวณที่ถูกกดและบริเวณใกล้เคียง จึงทำให้เกิดการปริแตกและการช้ำ (Nelson and Mohsenin, 2003) แต่เมื่อกดทับที่ตำแหน่งด้านข้าง พบว่าผลส้มจะแตกบริเวณก้นผล เนื่องจากบริเวณก้นผลเปลือกมีลักษณะบางกว่าจึงเกิดการปริแตกได้ง่ายกว่า

เมื่อพิจารณาถึงค่า Young's modulus of elasticity ซึ่งบ่งบอกถึงความยืดหยุ่นของผลิตผลเมื่อถูกกดทับ พบว่าที่ตำแหน่งด้านข้างมีค่าต่ำกว่าหรือมีความยืดหยุ่นมากกว่าที่ตำแหน่งด้านขั้ว เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่อยู่ในแนวขวางของกลีบส้ม จึงทำให้บริเวณดังกล่าวยืดขยายออกด้านข้างเนื่องจากการงอตัวของกลีบส้มและเกิดแรงดันให้ผิวเปลือกฉีกขาด

การทดลองที่ 2 การทดสอบการเกิดการช้ำที่ระยะยุบตัวต่างๆ

ข้อมูลทั่วไปของผลส้มสายน้ำผึ้ง

น้ำหนักผลเฉลี่ย 119.69 กรัม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 63.61 มิลลิเมตร ความสูงเฉลี่ย 52.77 มิลลิเมตร ความหนาของเปลือกด้านขั้วเฉลี่ย 2.45 มิลลิเมตร ด้านข้างเฉลี่ย 2.36 มิลลิเมตร ด้านล่างเฉลี่ย 2.33 มิลลิเมตร ความชื้นของเปลือกเฉลี่ย 69.75 เปอร์เซ็นต์

Table 2 Average percentage of electrolyte leakage of tangerine fruit when compressed at 4 deformations

Deformation	Electrolyte leakage (%)
0%	35.2±2.8[b]
10%	38.9±2.1[b]
20%	45.8±3.1[a]
30%	47.5±3.8[a]
$LSD_{0.05}$	1.7
%CV	3.9

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

การทดสอบการเกิดการช้ำของผลส้มที่ระยะยุบตัวต่างๆ บนตำแหน่งด้านขั้ว โดยการวัดการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกและวัดอัตราการหายใจ พบว่า ที่ระยะยุบตัว 20% และ 30% ผลส้มมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.8±3.1% และ 47.5±3.8% ตามลำดับ และต่างจากผลส้มที่ถูกกดทับที่ระยะยุบตัว 10% และไม่ถูกกดทับอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2) ซึ่งมีค่าเพียง 38.9±2.1% และ 35.2±2.8% ตามลำดับ เช่นเดียวกับการศึกษาในผลลำไย (นวลฉวี, 2550) ที่พบว่าระยะยุบตัว 25% ของความสูงเริ่มต้นของผลลำไยมีเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์มากกว่าที่ระยะยุบตัวอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในผลแอปเปิ้ล ที่พบว่าขนาดของความช้ำผันแปรตามขนาดของน้ำหนักที่กดทับ (Nelson and Mohsenin, 2003)

Table 3 Average percentage of respiration rate of tangerine fruit when compressed at 4 deformations

Deformation	Respiration rate ($mlCO_2/kg.hr$)	
	1 hour	2 hour
0%	23.7±1.5[b]	22.6±2.4[b]
10%	45.1±2.4[a]	24.8±0.4[b]
20%	50.0±4.4[a]	30.0±3.5[a]
30%	49.8±3.7[a]	32.9±4.0[a]
$LSD_{0.05}$	4.3	3.9
%CV	7.3	8.0

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

สำหรับการวัดอัตราการหายใจ พบว่า ในชั่วโมงแรกผลส้มที่ถูกกดทับที่ระยะยุบตัว 10, 20 และ 30% มีอัตราการหายใจไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 45.1±2.4, 50.0±4.4 และ 49.8±3.7 $mlCO_2$/kg.hr ตามลำดับ ซึ่งต่างจากผลส้มที่ไม่ถูกกดทับอย่างมีนัยสำคัญ (Table 3) ส่วนในชั่วโมงที่ 2 พบว่าที่ระยะยุบตัว 30% และ 20% ผลส้มมีอัตราการหายใจสูงสุด ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 32.9±4.0 และ 30.0±3.5 $mlCO_2$/kg.hr ตามลำดับ ส่วนในผลที่ไม่ถูกกดทับและกดทับที่ระยะยุบตัว 10% มีอัตราการหายใจไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเพียง 22.6±2.4 และ 24.8±0.4 $mlCO_2$/kg.hr ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาในผลส้มพันธุ์ Hamlin และ Valencia ที่พบว่าอัตราการหายใจสูงขึ้นหลังจากได้รับความเสียหายทางกล และเช่นเดียวกันกับในผล apricot ซึ่งมีอัตราการหายใจสูงขึ้นหลังจากที่ได้รับความเสียหายทางกลและมีอัตราการหายใจสูงกว่าผลที่ไม่ได้รับความเสียหายระหว่างการเก็บรักษา โดยจริงแท้ (2549) รายงานว่าการกระทบกระเทือนของผลิตผลนอกจากจะก่อให้เกิดอาการชอกช้ำแล้ว ยังทำให้มีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นด้วย

สรุป

จากการทดสอบการกดทับผลส้มที่ไม่ผ่านการแช่เย็น พบว่าที่ตำแหน่งด้านขั้วและด้านข้างของผลส้มสายน้ำผึ้งสามารถรับแรงกดทับได้ไม่แตกต่างกัน และตำแหน่งด้านข้างของผลส้มมีความยืดหยุ่นมากด้านขั้ว สำหรับการทดสอบการเกิดการช้ำ พบว่าผลส้มเริ่มเกิดการช้ำเมื่อกดทับที่ระยะยุบตัว 20%

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่มอบเงินทุนสนับสนุนและเอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการในการทำวิจัย และสนับสนุนการนำเสนอผลงานครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

นวลฉวี ปงรังษี. 2550. คุณสมบัติในการรับแรงกระแทกและการกดทับของผลลำไยพันธุ์ดอ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 121 หน้า.

Bower, J. H., J. J. Jobling, B. D. Patterson and D. J. Ryan. 1998. A method for measuring the respiration rate and respiratory quotient of detached plant tissues. J. Postharvest Biol. Technol. 13: 263-270.

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

Mohsenin, N. N. 1996. Physical Properties of Plant 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 apple. 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.

Singh, K. K. and B. S. Reddy. 2006. Post-harvest physico-mechanical properties of orange peel and fruit. J. Food Eng. 73: 112-120.