

ผลของความชื้นสัมพัทธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะละกอดิบเส้น
Effect of Relative Humidity on Quality Changes in Shredded Green Papaya

ณัฐรีณี พระวิชัย^{1,2}, ชัยรัตน์ เตชวุฒิพร^{1,2} และศิริชัย กัลยาณรัตน์^{1,2}
Nattinee Pravichai,^{1,2} Chairat Techavuthiporn^{1,2} and Sirichai Kanlayanarat^{1,2}

Abstract

Quality changes of stored shredded green papaya under 95% and 75% relative humidity at 10 °C were investigated everyday for 6 days. It was found that the quality of stored shreds at 95% RH could be maintained better than at 75% RH. The L*-value and whitish index (WI) of stored shreds at 95% RH slightly decreased during storage. In contrast, the mentioned values at 75% RH increased from day 0 to day 6 and the total color difference (ΔE) of stored shreds at 95% RH slightly increased during storage. This phenomenon related to the weight loss of shreds at lower relative humidity which was greater at higher relative humidity. Moreover, at 95% RH the firmness of shreds slowly decreased throughout the storage time.

Keywords: shredded green papaya, storage, quality

บทคัดย่อ

การศึกษากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะละกอดิบเส้นพร้อมบริโศคที่เก็บรักษาภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ ที่แตกต่างกัน คือร้อยละ 95 และ 75 ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 วัน พบว่า การเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะละกอดิบเส้นได้ดีกว่าที่ร้อยละ 75 โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงค่า L และค่าดัชนีความขาว (whitish index ; WI) โดยที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 มีการลดลงของค่าสีเพียงเล็กน้อยจากวันเริ่มต้นในทางกลับกันการเก็บรักษาที่ร้อยละ 75 ค่า L และค่า WI ของมะละกอดิบเส้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นภายหลังจากการตัดแต่ง ในขณะที่ค่าความแตกต่างของค่าสีทั้งหมด (ΔE) ของการเก็บรักษาที่ร้อยละ 95 นั้น เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากวันเริ่มต้นด้วย โดยสอดคล้องกับการสูญเสียน้ำหนักสด พบว่าที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักสดที่สูงกว่าซึ่งมีลักษณะแห้งบริเวณผิวหน้ารอยตัดของมะละกอดิบเส้น นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของเส้นมะละกอดิบเส้น แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 สามารถชะลอการสูญเสียความแน่นเนื้อได้ดีกว่าที่ร้อยละ 75

คำสำคัญ: มะละกอดิบเส้น, การเก็บรักษา, คุณภาพ

คำนำ

มะละกอเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในอุตสาหกรรมอาหารแปรรูป อีกทั้งมูลค่าการส่งออกสามารถสร้างรายได้จำนวนมากต่อประเทศ มีการบริโภคผลมะละกอทั้งดิบและสุก ผลดิบนิยมนำมาประกอบเป็นส้มตำซึ่งนับว่าเป็นอาหารหลัก โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้ความนิยมในการรับประทานส้มตำก็ยังคงแพร่หลายไปทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ อีกทั้งยังได้รับความนิยมในต่างประเทศด้วย จนกระทั่งได้มีการผลิตเป็นส้มตำพร้อมปรุงเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ผักและผลไม้หลายชนิดนิยมนำมาแปรรูปให้อยู่ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภค โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้และการบริโภคโดยคงคุณภาพทางโภชนาการและความสด อย่างไรก็ตาม การแปรรูปเป็นมะละกอดิบเส้นพร้อมบริโศคชักนำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและชีวเคมีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เป็นผลมาจากการแปรรูปทำให้เนื้อเยื่อหรือเซลล์ของพืชถูกทำลายก่อให้เกิดการสูญเสียน้ำหนัก การหายใจที่เพิ่มขึ้น การผลิตเอทิลีนที่สูงขึ้น เหนี่ยวนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัส รวมทั้งการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลให้มะละกอดิบพร้อมบริโศคเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว และมีอายุการเก็บรักษาลดลง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะละกอดิบเส้นพร้อมบริโศคเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ 10140

¹ Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140

² ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

² Postharvest Technology Innovation Center, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140

อุปกรณ์และวิธีการ

นำมะละกอดิบพันธุ์แขกนวล มาล้างด้วยน้ำสะอาด ปอกเปลือกและล้างน้ำอีกครั้ง ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ ใช้มีดขูดมะละกอให้เป็นเส้น จากนั้นนำเส้นมะละกอที่ได้แช่ในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 200 ppm เป็นเวลา 2 นาที หลังจากแช่เส้นมะละกอแล้ว สลัดน้ำออกโดยใช้เครื่องปั่นเหวี่ยงสลัดน้ำ บรรจุเส้นมะละกอในกล่องพลาสติกใสกล่องละ 100 กรัม นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 และ 75 ตามลำดับ

ทำการบันทึกผลการทดลองทุกวัน ดังนี้ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ (โดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ, TA-XT2 : Texture analyzer) การเปลี่ยนแปลงสี {ค่าความสว่าง (L value), ค่าดัชนีความขาว (whitish index; WI = $100 - [(100 - L^2) + a^2 + b^2]^{1/2}$) และค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (Total color difference; $\Delta E = [(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2]^{1/2}$)} จนนมดอายุการเก็บรักษา โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กล่อง

ผล

หลังจากเก็บรักษามะละกอดิบเส้นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 และ 95 เป็นระยะเวลา 6 วัน พบว่า การสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 7.01 และ 3.63 ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) (Figure 1) นอกจากนี้ความแน่นเนื้อของมะละกอดิบเส้น มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นมีความแน่นเนื้อลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา 6 วัน และมีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ 14.51 และ 11.93 นิวตัน ตามลำดับ ในวันที่ 3 ของการทดลอง (Figure 2) ส่วนการเปลี่ยนแปลงสี พบว่า ค่าความสว่าง และค่าดัชนีความขาวของการเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือ เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นและมีค่าสูงที่สุดในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา (71.35 และ 70.03 ตามลำดับ) ซึ่งแตกต่างกับการเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 ที่ทำให้ค่าความสว่างและดัชนีความขาวมีแนวโน้มคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา โดยเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา และลดลง ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยมีค่า 63.98 และ 62.63 ตามลำดับ (Figure 3) เมื่อพิจารณาความแตกต่างของสีทั้งหมด พบว่า การเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 ทำให้ความแตกต่างของสีทั้งหมดมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและในวันสุดท้ายมีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 8.44 เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 พบว่าค่าความแตกต่างของสีทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นจากวันแรก หลังจากนั้นมีความแน่นเนื้อที่และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 3.82 นอกจากนี้ยังพบว่ามี ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) ตั้งแต่วันที่ 3 ของการเก็บรักษา (Figure 3)

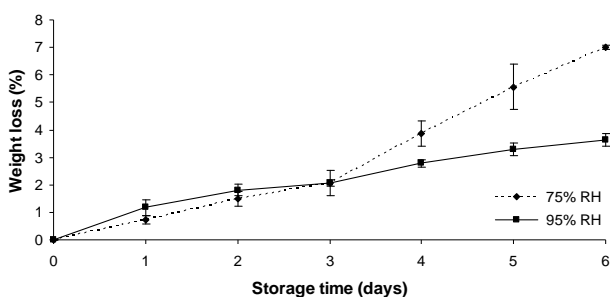


Figure 1 Weight loss of fresh-cut green papaya at 10 °C under 75 and 95% relative humidity during 6 days in storage.

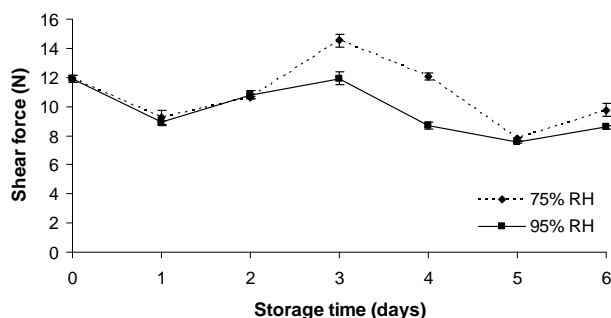


Figure 2 Shear force of fresh-cut green papaya at 10 °C under 75 and 95% relative humidity during 6 days in storage.

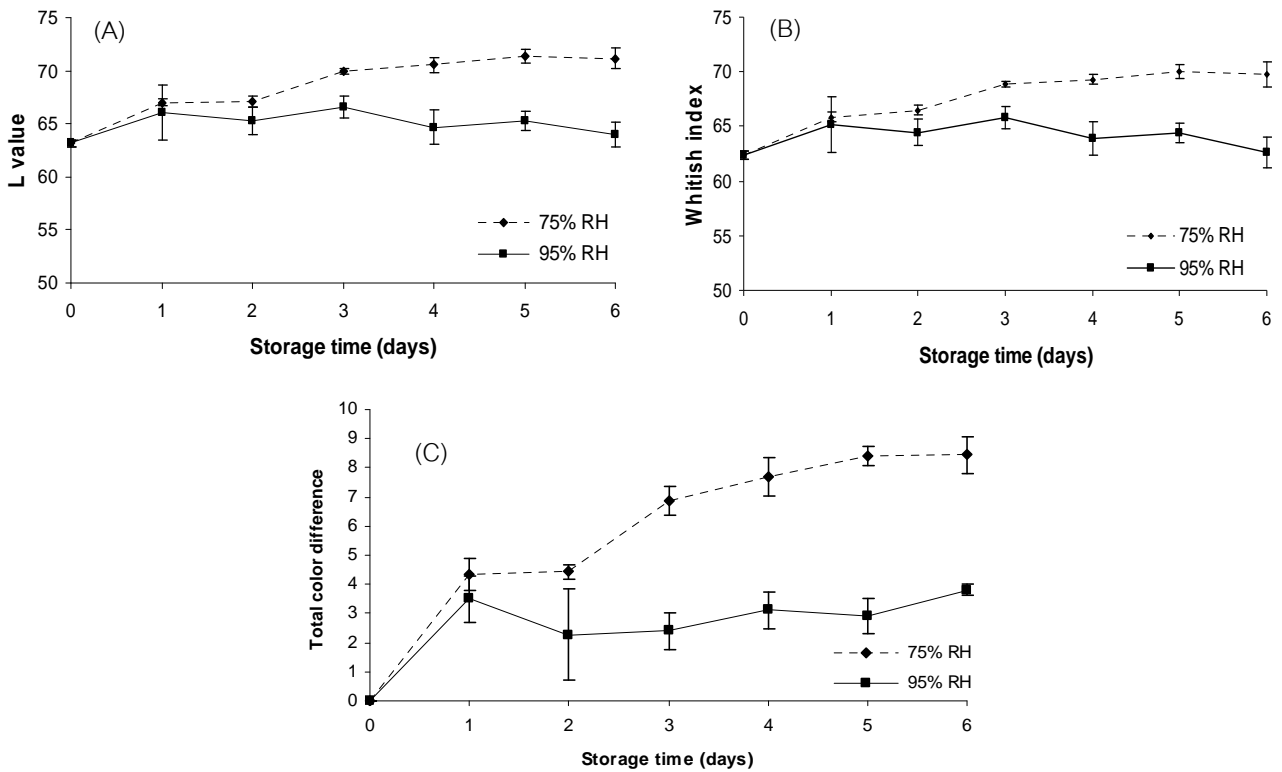


Figure 3 L value (A), whithish index (B), and total different color (C) of fresh-cut green papaya at 10 °C under 75 and 95% relative humidity during 6 days in storage.

วิจารณ์ผล

จากผลการทดลอง พบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อคุณภาพของมะละกอดิบเส้น เนื่องจากเกิดการสูญเสียน้ำหนักของมะละกอดิบเส้นเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยที่การเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 ทำให้ผลิตผลมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 ซึ่งเป็นผลมาจากความแตกต่างของความดันไอน้ำระหว่างบรรยากาศกับผลิตผล (จริงแท้, 2538) ดังนั้นการเก็บรักษาในสภาพความชื้นสัมพัทธ์สูงจึงมีผลในการลดการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลได้ ส่วนความแน่นเนื้อของมะละกอดิบเส้นมีความสัมพันธ์กับการสูญเสียน้ำหนัก เนื่องจากผลิตผลมีน้ำเป็นองค์ประกอบเป็นส่วนใหญ่ เมื่อเก็บรักษาในสภาพความดันไอน้ำต่ำ (ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ) ก็จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของไอน้ำจากบริเวณที่มีความดันไอน้ำสูง (ความชื้นสัมพัทธ์สูง) ไปยังบริเวณที่มีความดันไอน้ำต่ำ (ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ) ทำให้ผลิตผลเกิดการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการเก็บที่ความชื้นสัมพัทธ์สูง และทำให้เกิดอาการเหี่ยวซึ่งส่งผลให้ความแน่นเนื้อมีค่าสูงกว่าการเก็บที่ความชื้นสัมพัทธ์สูง ดังนั้น การเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 จึงช่วยชะลอการสูญเสียความแน่นเนื้อได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 และเมื่อพิจารณาถึงค่าความแตกต่างของสีทั้งหมดก็สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง และดัชนีความขาว ซึ่งการเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 ทำให้ผลิตผลมีค่าดังกล่าวค่อนข้างคงที่ แต่การเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 มีแนวโน้มทำให้การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น สาเหตุที่ค่าความสว่าง และค่าดัชนีความขาวของการเก็บที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา อาจเป็นผลมาจากการสูญเสียของผลิตผลจึงทำให้เกิดอาการชดบริเวณผิวด้านนอกของผลิตผล (Cisneros-Zevallos et al., 1997) ซึ่งเรียกลักษณะอาการนี้ว่า white blush เช่นเดียวกับในแครอท (Toivonen and Brummell, 2008) ซึ่งอาการดังกล่าวนี้สัมพันธ์กับอัตราการสูญเสีย น้ำ ค่าดัชนีความขาวจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่ออัตราการสูญเสียสูงขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 พบว่าค่าความสว่างและค่าดัชนีความขาวค่อนข้างคงที่และลดลงในช่วงหลังของการเก็บรักษา โดยอาจเกิดมาจากเส้นมะละกอกเกิดสีน้ำตาล ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากการทำงานของสารประกอบฟีนอลกับเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase, sPPO) ที่ส่งผลทำให้เกิดสีน้ำตาล (จริงแท้, 2549)

สรุป

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อคุณภาพของมะละกอดิบเส้น โดยการเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 สามารถควบคุมคุณภาพของมะละกอดิบเส้นในด้านการเปลี่ยนแปลงสี อีกทั้งช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักและชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของมะละกอดิบเส้น ดังนั้นจึงเหมาะสมต่อการเก็บรักษามะละกอดิบเส้น นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบภาชนะบรรจุที่ควบคุมอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ เพื่อช่วยลดการสูญเสียและคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือในการทำวิจัย และขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่สนับสนุนทุนและคำแนะนำผลงานในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. กำแพงแสน. นครปฐม. 396 น.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. กำแพงแสน. นครปฐม. 453 น.
- ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย. 2545. คู่มือการปลูกมะละกอ. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน. สำนักพิมพ์เกษตรศาสตร์, นนทบุรี. 104 น.
- Simoes, A. N., M. C. Ventrella, C. L. Moretti, M. A. G. Carmelossi and R. Puschmann. 2010. Anatomical and physiological evidence of white blush on baby carrot surfaces. *Postharvest Biology and Technology* 55 : 45–52.
- Cisneros-Zevallos, L., M.E. Saltveit, and J.M. Krochta. 1995. Mechanism of surface white discoloration of peeled (minimally processed) carrots during storage. *Journal of Food Science* 60 : 320–333.
- Toivonen, P. M. A. and D. A. Brummell. 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 48 : 1–14.