

ผลของการฉายรังสีและการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นต่อปริมาณน้ำตาลและกรดอินทรีย์ของลิ้นจี่พันธุ์ค่อม  
Effects of Irradiation on the Sugars and Organic Acids of Hydrocooled Lychee cv. Kom

จรงค์ แก้วประสิทธิ์<sup>1</sup> และ ธีรนุต ร่มโพธิ์ภักดิ์<sup>2</sup>  
Chongrak Kawprasit<sup>1</sup> and Teeranud Romphophak<sup>2</sup>

Abstract

The objective of this study was to determine the effect of irradiation (0 0.4, 0.6 and 0.8 kGy) on sugar and organic acid of hydrocooled lychee cv. Kom, compared with control fruit (not hydrocooled). The results of 5 treatments on day 1 after irradiation showed the total sugars and acid in 15 g/100 g FW and 0.5 g/100 g FW, respectively with the high contents of glucose, fructose and malic acid. Irradiation effects were insignificant for glucose and fructose but high dose decreased sucrose and malic acid. Low dose irradiated fruit also had high content of citric acid. The taste of hydrocooled fruit was preferred probably because of high sugar content. Irradiated fruit can be stored for three to four weeks suitable for export to United States.

**Keywords:** lychee, irradiation, sugars

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการฉายรังสีแกมมาที่ระดับ 0 0.4, 0.6 และ 0.8 kGy ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลและกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในผลลิ้นจี่พันธุ์ค่อมที่ลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็น 4-6 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ลิ้นจี่มีปริมาณน้ำตาลรวม 15 กรัม/100 กรัม น้ำหนักสด มีน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสเป็นส่วนใหญ่ และมีซูโครสน้อย มีปริมาณกรดอินทรีย์รวม 0.5 กรัม/100 กรัม น้ำหนักสด เป็นกรดมาลิกเป็นส่วนใหญ่ กรดซิตริก กรดซัคซินิก เพียงเล็กน้อย การฉายรังสีไม่มีผลต่อปริมาณกลูโคสและ ฟรุกโตส แต่รังสีระดับสูงทำให้ซูโครส และกรดมาลิกลดลงมาก เช่นเดียวกับกรดซิตริก ผลลิ้นจี่ฉายรังสีสามารถเก็บรักษานาน 3 - 4 สัปดาห์ ซึ่งเป็นเวลาที่เพียงพอต่อการส่งไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา และลิ้นจี่ที่ลดอุณหภูมิ มีกลูโคส (5.5-6.4 กรัม/100 กรัม น้ำหนักสด) และฟรุกโตส (5.4-6.8 กรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด) สูงกว่าลิ้นจี่ที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผู้ชิมให้คะแนนความหวานของลิ้นจี่ที่ลดอุณหภูมิตั้งสูงกว่าเช่นเดียวกัน

**คำสำคัญ:** ลิ้นจี่, การฉายรังสี, น้ำตาล

คำนำ

การนำเข้าผลไม้ฉายรังสีจากประเทศไทยจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ มังคุด เงาะ ลำไย มะม่วง สับปะรด และ ลิ้นจี่สู่ตลาดสหรัฐอเมริกาที่ผ่านมามีแนวโน้มดี (<http://www.tucc.co.th/IMS/NewsServlet?NEWSID=14>) ผลผลิตเหล่านี้มีอายุการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่างกัน ตั้งแต่ 5-6 สัปดาห์ (ลำไย), 3-4 สัปดาห์ (มังคุด) จนถึง 2-3 สัปดาห์ ได้แก่ มะม่วง เงาะ สับปะรด ส่วนลิ้นจี่สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1.5 องศาเซลเซียส ได้นาน 3-5 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามเมื่อนำผลไม้มาฉายรังสีเพื่อทำลายและยับยั้งการแพร่พันธุ์ของแมลง ที่ระดับสูง กว่า 250 Gy จนถึง 1,000 Gy ซึ่งเป็นระดับสูงสุดที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ (Follett, 2009) อาจทำให้ผลไม้บางชนิดเกิดความเสียหายได้ (Kader, 2003) โดยทั่วไปการฉายรังสีแล้วผลไม้ มักมีอายุการเก็บรักษาและวางจำหน่ายสั้นลง และ/หรือ อาจเกิดลักษณะผิดปกติบางประการขึ้น ซึ่งการตอบสนองของพืชต่างชนิด หรือพืชชนิดเดียวกันแต่สายพันธุ์ต่างกันอาจตอบสนองต่อระดับของรังสีได้แตกต่างกัน สำหรับการลดอุณหภูมิเพื่อลดอัตราการเปลี่ยนแปลงภายหลังจากการเก็บเกี่ยวและระหว่างการเก็บรักษา จะชะลอการเสื่อมคุณภาพของผลไม้ โดยวิธีการใช้น้ำเย็นสามารถลดอุณหภูมิได้รวดเร็ว ทำให้ผลผลิตคงความสดกว่าวิธีการอื่น ๆ ประกอบกับผู้บริโภคให้ความสนใจในคุณค่าของ

<sup>1</sup> คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

<sup>1</sup> Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

<sup>2</sup> ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

<sup>2</sup> Postharvest Technology Center, Research and Development Institute at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

อาหาร ผัก ผลไม้มากขึ้น ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลและกรดอินทรีย์ในผลลึนที่ฉายรังสีก่อนการเก็บรักษานาน 1 เดือน

### อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวผลลึนที่พันธุ์ค่อมระยะเปลือกสีแดง 100 เปอร์เซ็นต์ จากจ.จันทบุรี ตัดก้านขั้วผลให้เหลือ 0.2 เซนติเมตร แล้วลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็น 4-6 องศาเซลเซียสที่มีสารละลายคลอรีน 200 พีพีเอ็ม นาน 10 นาที บรรจุผลลึนที่หึ่งให้หมดแล้วในถุงพลาสติกสำหรับผลไม้ (ขนาด 10X15 นิ้ว น้ำหนักลึน 1.5 กก./ถุง) ก่อนฉายรังสีแกมมาที่ระดับ 0 (ไม่ฉายรังสี) 0.4, 0.6 และ 0.8 kGy ซึ่งใช้เวลา 8, 11 และ 15 นาที ตามลำดับ (แบบ star track) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 90 % เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยมีลึนที่ไม่ลดอุณหภูมิเป็นชุดควบคุม (Control) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 3 ซ้ำ และตรวจวัดคุณภาพ ได้แก่ การเกิดโรค ชนิดและปริมาณของน้ำตาลและกรดอินทรีย์ด้วยเครื่อง HPLC และคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยผู้ชิม 10 คนตั้งแต่ 1 วันภายหลังการฉายรังสี และเมื่อเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 2-4

### วิธีการวิเคราะห์น้ำตาล

ตัวอย่างเนื้อลึนที่สกัดใน 80%เอทิลแอลกอฮอล์ ทำให้แห้ง แล้วละลายใน mobile phase (0.0001 M CaEDTA) กรองก่อนวิเคราะห์ด้วย HPLC Shimadzu: Sugar-Pak column, RI detector, flow rate 0.5 ml/min at 90C (Wang *et al.*, 2006)

### วิธีการวิเคราะห์กรดอินทรีย์

สกัดตัวอย่างเนื้อลึนที่ในกรดเมตาฟอสฟอริก 0.2% หมุนเหวี่ยงเพื่อเก็บสารละลายใส (ทำ 2 ครั้ง) ปรับปริมาตรแล้วกรอง ก่อนวิเคราะห์ด้วย HPLC Shimadzu: Atlantis C18 column, UV detector at 210 nm, flow rate 1.0 ml/min at 30 C (Wang *et al.*, 2006)

### ผลการทดลอง

ลึนที่ฉายรังสีระดับต่าง ๆ ทั้งที่ลด และไม่ลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็น มีปริมาณกลูโคส และฟรุกโตส ใน 2 สัปดาห์แรกไม่แตกต่างกัน (5.0-6.7 และ 4.9-6.5 กรัม/100 กรัม น้ำหนักสด) เมื่อเก็บรักษา 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่าปริมาณน้ำตาลในลึนที่ลดอุณหภูมิ ยังคงมีปริมาณสูง 5.5-6.4 และ 5.4-6.8 กรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ส่วนลึนที่ไม่ลดอุณหภูมิ มีปริมาณ 5.1-5.5 และ 4.7-4.8 กรัม/100 กรัม น้ำหนักสด และมีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับซูโครสในเนื้อลึนที่ระหว่างการเก็บรักษา มีปริมาณน้อย 1.3-2.5 กรัม/100 กรัม น้ำหนักสด และปริมาณลดลงมากเมื่อได้รับรังสีระดับสูง (Figure 1)

ปริมาณกรดที่พบมากในลึนคือ กรดมาลิก 0.45-0.57 กรัม/100 กรัม น้ำหนักสด และไม่แตกต่างกันเมื่อเก็บรักษาถึง 3 สัปดาห์ ในสัปดาห์ที่ 4 พบว่าลึนที่ฉายรังสีระดับสูง มีกรดมาลิกลดลง (Figure 1) ในขณะที่กรดซิตริกและซักซินิกพบน้อยมาก จนถึงตรวจสอบไม่พบ

อัตราการเกิดโรคของลึนที่เกิดมากเมื่อเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ โดยลึนที่ลดอุณหภูมิเกิดโรค 2.3 % ส่วนลึนที่ลดอุณหภูมิและฉายรังสี 0.4, 0.6 และ 0.8 kGy มีการเกิดโรค 2.1 2.9 และ 1.7 % ตามลำดับ ส่วนผลที่ไม่ลดอุณหภูมิเกิดโรคเพียง 0.3%

สำหรับคะแนนชิมผลลึน (คะแนนที่ยอมรับได้ต้องมากกว่า 2.5 คะแนน) พบว่า คะแนนโดยรวมไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ผู้ชิม (10 คน) ให้คะแนน (ความหวาน ความเปรี้ยว คะแนนสีเปลือก และคะแนนความชอบ) ลึนที่ลดอุณหภูมิทั้งที่ฉายและไม่ฉายรังสีสูงกว่าผลที่ไม่ลดอุณหภูมิ เมื่อเวลา 4 สัปดาห์ ผลที่ฉายรังสีมีคะแนนความชอบลดลงมากมาอยู่ในช่วง 2.2-2.6 คะแนน ส่วนผลที่ไม่ฉายรังสียังได้คะแนนสูง 3.4 คะแนน (Figure 2) แสดงว่า ผู้ชิมชอบผลลึนที่ลดอุณหภูมิอย่างเดี๋ยวมมากกว่าผลที่ฉายรังสีด้วย

ดังนั้นการฉายรังสีแกมมา (0.4-0.8 kGy) ให้ผลลึนที่ลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นแล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ รสชาติและการเกิดโรคทำให้สามารถรักษาคุณภาพไว้ได้ประมาณ 3-4 สัปดาห์

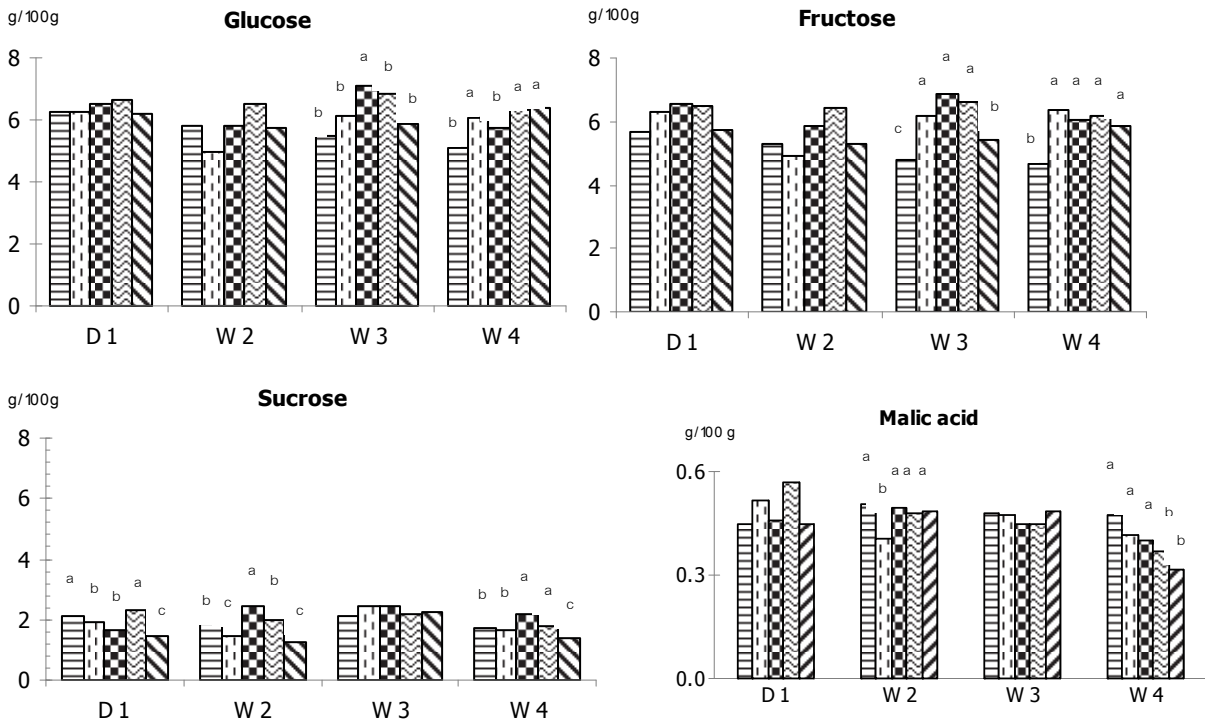


Figure 1 Sugars and organic acid of control (☐), hydrocooled (◻), hydrocooled+0.4kGy (▣), hydrocooled+0.6kGy (▤) and hydrocooled+0.8kGy (▥) of lychee fruit stored at 2 °C for 4 weeks

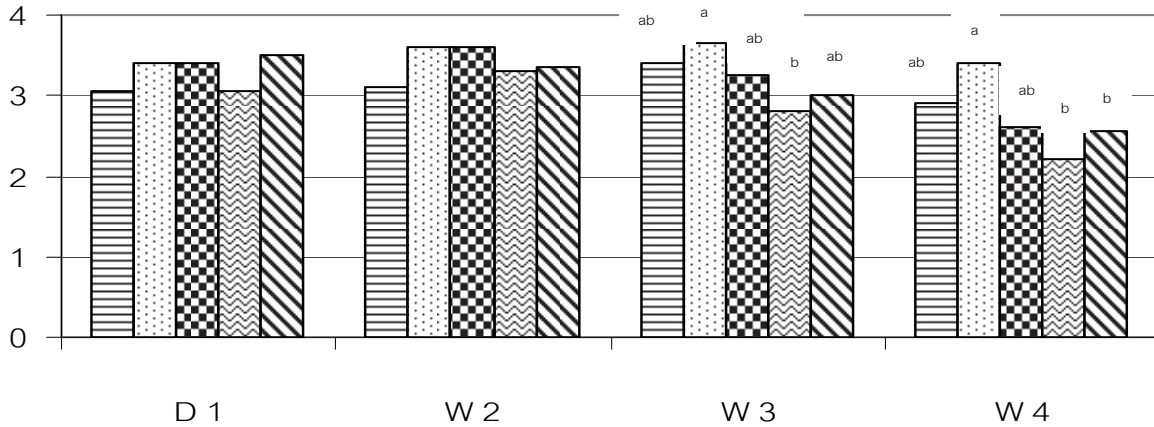


Figure 2 Preference score of control (☐), hydrocooled (◻), hydrocooled+0.4kGy (▣), hydrocooled+0.6kGy (▤) and hydrocooled+0.8kGy (▥) of lychee fruit stored at 2 °C for 4 weeks

**วิจารณ์ผล**

การลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นแล้วฉายรังสีแกมมาในผลลิ้นจี่พันธุ์ค่อม พบว่า น้ำตาลรีดิวซ์ ในเนื้อลิ้นจี่มีปริมาณมาก เช่นเดียวกับรายงานของ Jiang *et al.*, (2006) โดยสัดส่วนของน้ำตาลทั้ง 3 ชนิดขึ้นกับพันธุ์ของลิ้นจี่ (Wang *et al.*, 2006) ลิ้นจี่ที่ลดอุณหภูมิยังมีน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสสูงเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ช นาน 4 สัปดาห์ เนื่องจากการใช้น้ำเย็นช่วยลดความร้อนจากแปลง (Ketsa and Leelawatana, 1990) ซึ่งมีผลต่ออัตราการหายใจโดยพบว่าลิ้นจี่ที่ไม่ลดอุณหภูมิ มีกลูโคสและฟรุกโตสน้อยกว่าลิ้นจี่ที่ลดอุณหภูมิ และมีผลต่อรสชาติ ดังในผลลิ้นจี่ที่ลดอุณหภูมิวิธีการต่าง ๆ มีคะแนนการชิมสูงกว่าลิ้นจี่ที่ไม่ลดอุณหภูมิ (วลัยพร และคณะ, 2554) ส่วนผลของการฉายรังสี พบว่า ผลไม้ที่ได้รับรังสีระดับสูง จะมีคะแนน

ความชอบน้อยและเก็บรักษาได้ระยะเวลาสั้นกว่าผลไม้ที่ไม่ได้ฉายรังสี หรือได้รับรังสีระดับต่ำ ดังเช่นในลิ้นจี่ และมะม่วง (อภิ ตา และคณะ, 2554)

### สรุป

ผลลิ้นจี่พันธุ์คอมพิวเตอร์ทำให้เย็นแล้วนำไปฉายรังสีแกมมา มีปริมาณกลูโคส ฟรุคโตส และกรดมาลิกเป็นส่วนใหญ่ และมีซูโครสน้อย การฉายรังสีไม่มีผลต่อปริมาณกลูโคสและ ฟรุคโตส แต่รังสีระดับสูงทำให้ซูโครส และกรดมาลิกลดลงมาก ลิ้นจี่ที่ลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็น มีกลูโคส และฟรุคโตส มากกว่าลิ้นจี่ที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิ และผู้ชิมก็ให้คะแนนความหวานของลิ้นจี่ที่ลดอุณหภูมิสูงกว่าด้วย ดังนั้นการเก็บรักษาผลลิ้นจี่ที่ลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นและฉายรังสีระดับ 0.4-0.8 kGy สามารถเก็บรักษาประมาณ 3 - 4 สัปดาห์ ซึ่งเป็นเวลาที่เพียงพอต่อการส่งไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

### กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบวิจัยบางส่วนจากสำนักงานที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศ ประจำกรุงวอชิงตัน ดี.ซี.

### เอกสารอ้างอิง

- วลัยพร มุลพุ่มสาย, ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข และ ณภัทร บัวคลี่คล้าย. 2554. ผลของการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วก่อนการเก็บรักษาต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลลำไยพันธุ์ดอ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42 : 228-231.
- อภิตา บุญศิริ, จิตติมา จิรโพธิธรรม, ยุพิน อ่อนศิริ, เจริญ ขุนพรม, สมนึก ทองบ่อ และพิชญ์ บุญศิริ. 2554. ผลของการฉายรังสีต่อคุณภาพของผลมะม่วงเขียวเสวย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42 : 205-208.
- Follett, P. A. 2009. Generic Radiation Quarantine Treatments: The Next Steps J. Econ. Entomol. 102: 1399-1406.
- Jiang, Y. M., Y. Wang, L. Song, H. Liu, A. Lichter, O. Kerdchoechuen, D. C. Joyce and J. Shi. 2006. Postharvest characteristics and handling of litchi fruit-an overview. Aus. J. Exp. Agr. 46: 1541-1556.
- Kader, A. A. 2003. A perspective on postharvest horticulture (1978-2003). HortScience. 38: 1004-1008.
- Ketsa S. and K. Leelawatana. 1990. Effect of pre-cooling and polyethylene film lines in corrugated boxes on quality of lychee fruit. Acta Hort. 321: 726-731.
- Wang, H. C., H. B. Huang, X. M. Huang and Z. Q. Hu. 2006. Sugar and acid compositions in the arils of *Lichi chinensis* Sonn.: cultivar differences and evidence for the absence of succinic acid. Hort. Sci. & Biotech. 81(1): 57-62.