Agricultural Sci. J. 37 : 5 (Suppl.) : 160-163 (2006) ว. วิทย. กษ. 37 : 5 (พิเศษ) : 160-163 (2549)

ผลของโอโซนต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเปอร์ออกไซด์ในผลลำไยพันธุ์ดอ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

Effect of Ozone on Peroxide Content Changes in Longan Fruit cv. "Daw" During Low Temperature Storage

ศรัณยา เพ่งผล[1] กานดา หวังชัย[2] และ กอบเกียรติ แสงนิล[2]
Sarunya Pengphol[1], Kanda Whangchai[2] and Kobkiat Saengnil[2]

Abstract

Changing of total peroxide content in peel and pulp of longan fruit cv. "Daw" after ozonation during low temperature storage was studied. Longan fruits were exposed to ozone with concentration 200 ppm and fumigated with sulfurdioxide then stored at 5 °C for 2 weeks. The total peroxide levels were measured using a titanium assay method. It was found that all treated fruits had peroxide content in the peel higher than the pulp. The content of treated fruits were found to decrease after first day in storage at ambient temperature. When treated fruits stored at 5 °C it's increased in total peroxide content. By comparison, treated fruit with sulfurdioxide decreased in the peroxide at first week and also induced in increasing at second week in storage. Moreover, peroxide of the peel after ozonation significantly higher level than sulfurdioxide and control. While in the pulp, its content of all treatments were quite similar during storage time. These results indicated that the onset of oxidation stress by low temperature condition might be correlated with an increasing of peroxide content of fruit. The information from this study will be useful for further investigation to optimize exposure time of ozone without any oxidation stress of the fruits.

Key words: Longan, Peroxide, Ozone

บทคัดย่อ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเปอร์ออกไซด์ทั้งหมดในเปลือกและเนื้อผลลำไยพันธุ์ดอ หลังจากรมด้วยโอโซนความเข้มข้น 200 ppm เปรียบเทียบกับการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และชุดควบคุม เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยใช้การวิเคราะห์แบบวิธี titanium พบว่า ปริมาณเปอร์ออกไซด์ทั้งหมดในเปลือกผลลำไยมากกว่าในเนื้อทุกกรรมวิธีทดลอง โดยปริมาณเปอร์ออกไซด์ในเปลือกผลทุกชุดการทดลอง มีปริมาณลดลงหลังจากวันแรกเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทุกชุดการทดลองมีปริมาณเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา แต่พบว่าการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ปริมาณเปอร์ออกไซด์ลดลงในสัปดาห์ที่ 1 และเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 นอกจากนี้ การรมด้วยโอโซนจะมีปริมาณเปอร์ออกไซด์สูงที่สุดโดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์และชุดควบคุม ส่วนเนื้อของลำไยมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนักตลอดอายุการเก็บรักษา ดังนั้น การเพิ่มขึ้นของปริมาณเปอร์ออกไซด์ในส่วนเปลือกผลลำไย น่าจะความสัมพันธ์กับความเครียด เนื่องจากอุณหภูมิต่ำ มากกว่าปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของโอโซน ซึ่งข้อมูลนี้น่าจะเป็นประโยชน์ในการศึกษาการรมโอโซนด้วยระยะเวลาที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาออกซิเดชั่นภายในเนื้อผล

คำสำคัญ : ลำไย เปอร์ออกไซด์ โอโซน

คำนำ

เนื่องจากปัญหาสำคัญในการส่งออกลำไยคือมีอายุการเก็บรักษาสั้นมาก จึงมีการรมผลลำไยด้วยก๊าซ SO_2 ซึ่งก๊าซนี้มีสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และยังเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการฟอกสี โอโซนมีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดซ์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี ปัจจุบันยอมรับว่าโอโซนเป็นสารที่ใช้ได้อย่างปลอดภัย (GRAS :

[1] สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[1] Postharvest Technology Institute, Chiang Mai University
[2] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[2] Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University

generally recognized as safe) (Guzel-Seydim *et al*., 2004) และการใช้โอโซนในการควบคุมโรคเน่าและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาในไม้ผลหลายชนิด เช่น องุ่น (Saring *et al*., 1996) ส้ม (Palou *et al*., 2002) รวมทั้งผลลำไยด้วย (Whangchai *et al*., 2005) เมื่อพืชได้รับความเครียดบางอย่าง เช่น อุณหภูมิต่ำ ความร้อน ก๊าซต่างๆ ทำให้พืชสามารถปรับกลไกป้องกันตนเองโดยการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีต่างๆ เช่นสร้างระบบแอนตีออกซิแดนซ์ (Antioxidant system) ได้แก่ Anti-oxidative enzymes เช่น Superoxide dismutase (SOD), Catalase (CAT), Ascorbate peroxidase (APX) Glutathione peroxide (GPX) และ Glutathione reductase (GR) และ การสร้างสารแอนตีออกซิเดนซ์ เช่น Ascorbic acid (วิตามินซี), แคโรทีนอยด์ (carotenoids) และ Glutathione (GSH) (Mittler, 2002) ธนะชัยและอรุโณทัย (2545) พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินของลิ้นจี่หลังจากได้รับโอโซนและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังพบว่าโอโซนยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบแอนตีออกซิแดนซ์ในพืชป่าบางชนิด ได้แก่ ascorbic acid, เบต้าแคโรทีน (ß-carotene) และ โพลีเอมีน รวมทั้ง เอนไซม์ต่าง ๆ เช่น superoxide dismutase, catalase และ peroxidase (POD) (Scebba *et al*., 2003) ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเปอร์ออกไซด์ของผลลำไยหลังจากรมด้วยก๊าซโอโซนระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งงานวิจัยทางด้านนี้ยังมีการศึกษาน้อยมากในพืชหลังการเก็บเกี่ยว โดยใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ได้นี้เพื่อนำโอโซนมาใช้ในการทดแทนการรมด้วยก๊าซ SO_2 ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการยับยั้งหรือลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผลลำไย รวมทั้งทำให้คุณภาพของลำไยเป็นที่ยอมรับเพื่อการส่งออกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลลำไยมาทำการคัดขนาดผลให้มีความใกล้เคียงกัน นำมารมด้วยก๊าซโอโซนความเข้มข้น 200 ppm เป็นเวลา 60 นาที ในตู้รมโอโซน เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รม (ชุดควบคุม) และชุดที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน และ 2 สัปดาห์ ตามลำดับ บันทึกผลการทดลอง โดยเก็บตัวอย่างทั้งเปลือกและเนื้อ นำไปวิเคราะห์หาปริมาณเปอร์ออกไซด์ทั้งหมด โดยใช้วิธีของ Brennan and Frenkel (1977) โดยชั่งตัวอย่างพืช 1 กรัม ใช้ใส่ titanium reagent 1 มิลลิลิตร (20% titanic tetrachloride ใน HCl เข้มข้น) และนำสารสกัดตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่น 4 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าด้วยเครื่องสเปกโตรโฟรโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร แล้วนำไปค่าไปคำนวณเป็นปริมาณเปอร์ออกไซด์ทั้งหมด เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

ผลและวิจารณ์ผล

จากการทดลองในครั้งนี้พบว่า การรมลำไยสดด้วยโอโซนด้วยระยะเวลา 60 นาที สามารถลดการเกิดโรคระหว่างการเก็บรักษาเมื่อเทียบกับชุดที่ไม่ได้รม (Figure 1) ซึ่งโอโซนเป็นสารออกซิเดชั่นที่มีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับ Ishizaki *et al*., (1987) พบว่า โอโซนมีการซึมผ่านผนังเซลล์ แล้วทำปฏิกิริยากับสารที่อยู่ใน cytoplasm ทำให้แบคทีเรียมีการแบ่งเซลล์ลดลง โดยการทดลองนี้พบว่ามีปริมาณเปอร์ออกไซด์ทั้งหมดในเปลือกผลลำไย (Figure 2a) มากกว่าในเนื้อ (Figure 2b) ทุกกรรมวิธีทดลอง เนื่องจากว่าในขณะที่เกิด stress พืชจะเกิดการสร้างอนุมูลสารอิสระต่างๆ เช่น superoxide radical, hydrogen peroxide หรือ singlet oxygen ที่ทำให้เกิดอาการผิดปกติในเซลล์แมนเบรน (Purvis and Shewfelt, 1993) แต่ปริมาณเปอร์ออกไซด์ในเปลือกผลทุกชุดการทดลอง มีแนวโน้มปริมาณลดลงหลังจากวันแรกเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (Figure 2a) อาจเนื่องจากโอโซนมีการสลายตัวโดยอัตโนมัติอย่างรวดเร็ว ทำให้พบปริมาณ total peroxide ลดลง

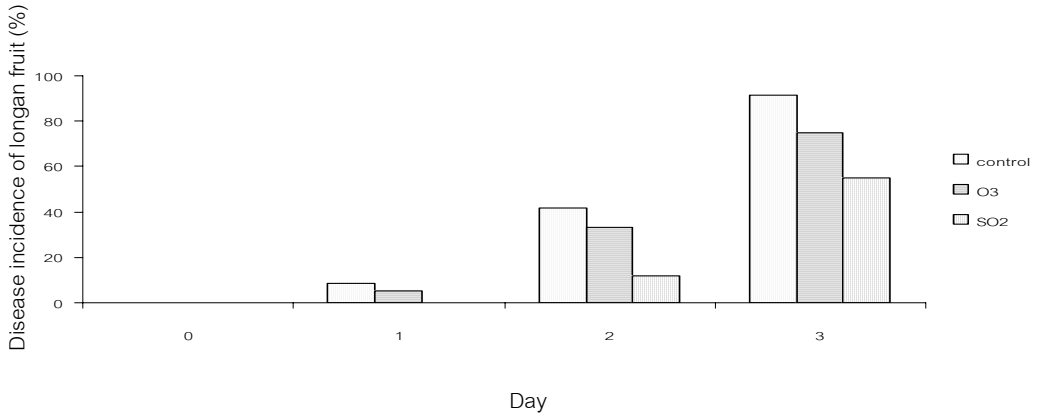

Figure 1 Percent disease incidence of longan fruit when stored at ambient temperature for 3 days

ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ปริมาณเปอร์ออกไซด์ในเปลือกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา โดยเฉพาะการรมด้วยโอโซน จะพบปริมาณเปอร์ออกไซด์สูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 รองลงมาคือชุดควบคุม และชุดที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Figure 3a) ซึ่งอุณหภูมิต่ำสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยา Lipid peroxidation ของเซลล์แมมเบรน ทำให้เกิดสารอนุมูลอิสระ และเซลล์พืชได้รับความเสียหาย เช่นเดียวกับการศึกษาของ Prasad *et al*., 1994 พบว่า อุณหภูมิต่ำสามารถกระตุ้นให้เกิด oxidative stress และ singlet oxygen ภายในเซลล์ของต้นกล้าข้าวโพดได้ ซึ่งปริมาณที่เพิ่มขึ้นนี้น่าจะเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา preoxidation ของเซลล์แมนเบรน อุณหภูมิต่ำ ส่วนเนื้อของลำไยมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนักตลอดอายุการเก็บรักษา (Figure 3b) อาจจะเนื่องจากโอโซนไม่สามารถแทรกซึมผ่านเข้าไปยังเนื้อผลได้ ดังนั้น การเพิ่มขึ้นของปริมาณเปอร์ออกไซด์ในส่วนเปลือกผลลำไย น่าจะความสัมพันธ์กับความเครียด เนื่องจากอุณหภูมิต่ำ มากกว่าปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของโอโซน ซึ่งข้อมูลนี้น่าจะเป็นประโยชน์ในการศึกษาการรมโอโซนด้วยระยะเวลาที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาออกซิเดชั่นภายในเนื้อผล

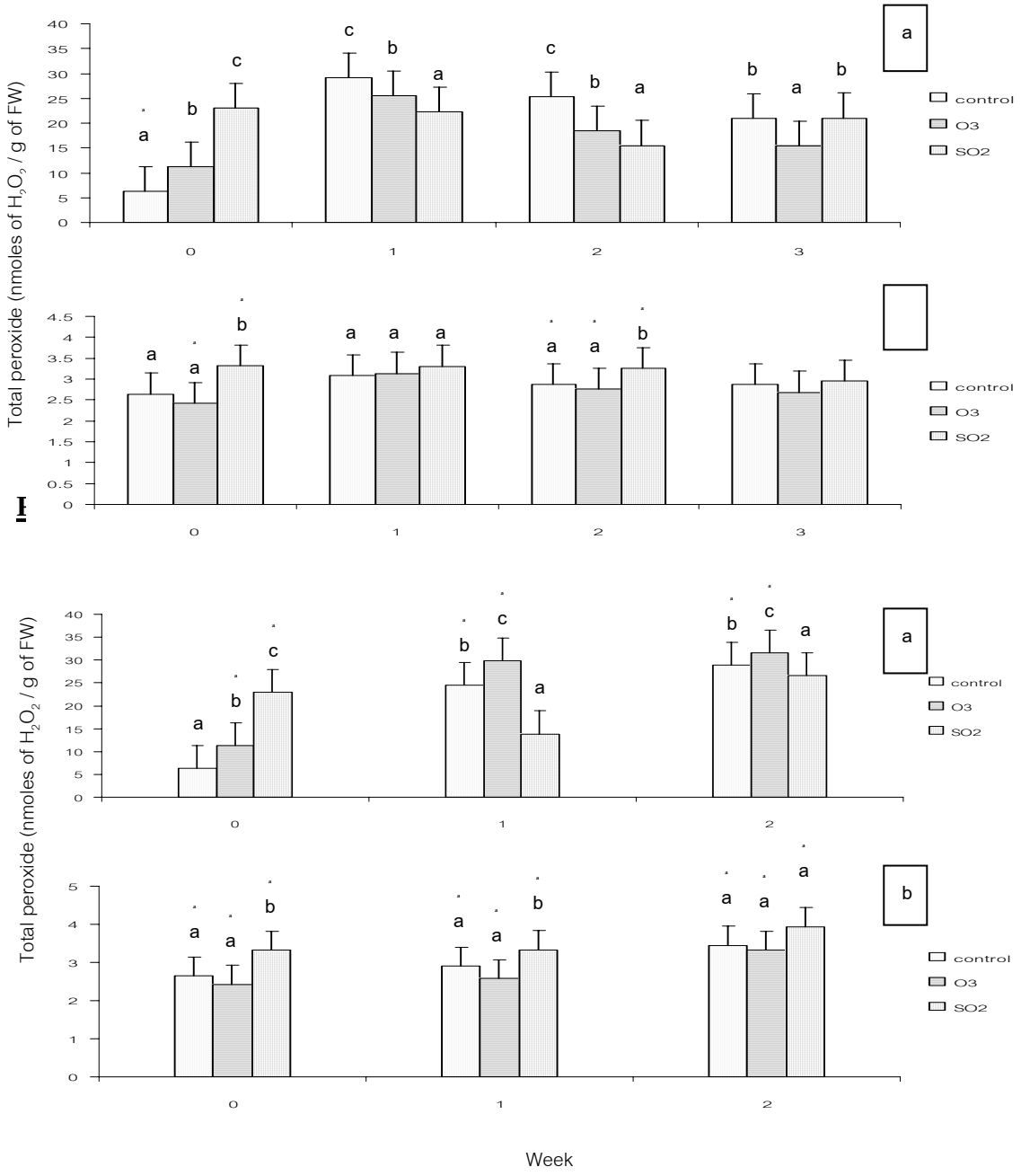

Figure 3 Total peroxide in peel (a) and pulp (b) of longan fruit when stored at 5 °C for 2 weeks

สรุป

การรมลำไยสดด้วยโอโซนสามารถลดการเกิดโรคระหว่างการเก็บรักษา โดยระยะเวลาการรมเหมาะสมที่ 60 นาที โดยการทดลองนี้พบว่ามีปริมาณเปอร์ออกไซด์ทั้งหมดในเปลือกผลลำไยมากกว่าในเนื้อทุกกรรมวิธีทดลอง และปริมาณเปอร์ออกไซด์ในเปลือกผลจะมีเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 1 หลังจากการรมด้วยโอโซน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C ส่วนในเนื้อผลพบการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ธนะชัย พันธ์เกษมสุข, และอรุโณทัย ซาววา. 2545. ผลของโอโซนและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่ออายุการเก็บรักษาลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ. หน้า 188. ใน: การประชุมสัมมนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว/หลังการผลิตแห่งชาติ ครั้งที่ 1. 22-23 สิงหาคม 2545. โรงแรมอิมพีเรียลแม่ปิง, เชียงใหม่.

Brennan, T. and C. Frenkel. 1977. Involvement of hydrogen peroxides in the regulation of senescence in pear. *Plant physiology*. 59 : 411 – 416.

Guzel-Seydim Z. B., Greene A. K. and Seydim A. C. 2004. Use of ozone in the food industry. Lebensm. –Wiss. U. –Technol. 3 : 453-460.

Ishizaki, K., D. Sawadaishi, Kl Miura and N. Shinriki. 1987. Effect of ozone on plasmid DNA of *Escherichia coli in situ*. *Water Res*. 21(7) : 823-828.

Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science* 7:405-410.

Palou, L., J. L. Smilanick, C. H. Crisosto, M. Mansour and P. Plaza. 2003. Ozone gas penetration and control of the sporulation of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* within commencial packages of oranges during cold storage. *Crop*. *Protection*. 22 : 1131-1134.

Prasad, T. K., M. D. Anderson, B. A. Martin and C. R. Stewart. 1994. Evidence for chilling-induced oxidative stress in maize seedling and a regulatory role for H_2O_2. *Plant Cell*. 6 : 65-74.

Purvis, A. C. and R. L. Shewfelt. 1993. Dose the alternative pathway ameliorate chilling injury in sensitive plant tissue. *Physiol*. *Plant*. 88 : 712-718.

Sandermann, H. R., Schmitt, W. Heller, D. Rosemann, and C. Langebartels. 1989. Ozone-induced early biochemical reactions in conifers. pp. 243-254. *In*: JWS Longhughurst, (ed.), *Acid Depositio*. *Sources, Effect and Controls*. British Library, London.

Saring, P., T. Zahavi, Y. Zutkhi, S. Yannai, and N. Lisker. 1996. Ozone for control of postharvest decay of table grapes caused by *Rhizopus stolonifer*. *Physiol*. *Mol*. *Plant*. *Pathol*. 48: 403-415.

Whangchai, K., K. Saengnil, and J. Uthaibutra. 2005. Control of postharvest disease in longan fruit by ozone. *Acta Hort*. 682 : 2121-2126.