Agricultural Sci. J. 38 : 5 (Suppl.) : 17-20 (2007) ว. วิทย. กษ. 38 : 5 (พิเศษ) : 17-20 (2550)

การใช้รังสี UV-C ชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์และรักษาคุณภาพของคะน้า

UV – C irradiation treatment delays chlorophyll degradation and maintain qualities of Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*)

ชัยรัตน์ บูรณะ[1] ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ[1] และ วาริช ศรีละออง[1]
Chairat Burana[1] Nutthachai Pongprasert[1] and Varit Srilaong[1]

Abstract

The effect of UV-C irradiation (1.8, 3.6, 5.4 and 7.2 kJ m^{-2}) on chlorophyll degradation and quality changes of Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) at 20 ^{O}C was determined. The irradiation dose of 5.4 kJ m^{-2} maintained the highest total chlorophyll, chlorophyll a and chlorophyll b contents, and delayed decreasing of hue angle compared with other treatments. Furthermore, weight loss, respiration rate and ethylene production were also reduced by 5.4 kJ m^{-2} UV-C treatment concomitantly with the maintenance of vitamin C during storage. The results suggest that UV-C irradiation treatment could be a useful non-chemical method to delay chlorophyll degradation and maintain the quality in Chinese kale.

Keywords: Chinese kale, UV-C irradiation, Chlorophyll degradation

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้รังสี UV-C ต่อการชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และรักษาคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวของคะน้า (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) โดยการฉายรังสี UV-C ที่ระดับความเข้มแสง 0 (การทดลองควบคุม) 1.8 3.6 5.4และ 7.2 กิโลจูลต่อตารางเมตร และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่าการฉายรังสี UV-C ที่ระดับความเข้มแสง 5.4 กิโลจูลต่อตารางเมตร สามารถช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองโดยสังเกตจากการชะลอการลดลงของค่า Hue อีกทั้งยังสามารถชะลอการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ซึ่งมีค่าสูงกว่าในความเข้มแสงอื่นๆ และชุดควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าการฉายรังสี UV-C ยังช่วยรักษาคุณภาพของคะน้าภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยสามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก การรักษาปริมาณของวิตามินซี และยังลดอัตราการหายใจ และการผลิตเอทธิลีนในระหว่างการเก็บรักษา

คำสำคัญ: คะน้า ยูวีซี การสลายตัวของคลอโรฟิลล์

คำนำ

คะน้า (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชียและมีปลูกกันมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศจีน ฮ่องกง ไต้หวัน มาเลเซียและประเทศไทย ซึ่งเป็นที่นิยมบริโภคกันทั่วทุกภาคของประเทศ (สุนทร, 2540) ภายหลังการเก็บเกี่ยวคะน้ามีการเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองภายใน 2-3 วันเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่า แต่หากเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำที่ 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 สามารถเก็บรักษาคะน้าให้คงความสดได้ 10 -14 วัน (Poochai et al., 1984; Wilson et al., 1988) ทั้งนี้การเปลี่ยนไปเป็นสีเหลืองเนื่องจากการสลายตัวของ chlorophyll a ไปเป็น chlorophyllide a (Hortensteiner, 1999; Matile et al., 1999) และ chlorophyllide a ถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูป pheophorbide a โดยการกระตุ้นของเอนไซม์ Mg – dechlelatase ต่อจากนั้นวงแหวน Tetrapyrrolic จะถูกเปิดออกเป็นอนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์ที่ไม่มีสี (Matile, 1980; Fumamoto et al., 2002) จากงานวิจัยของ Costa et al.(2006) พบว่าการฉายรังสี UV-C สามารถชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในบล็อคโคลี่ ผลของรังสี UV-C ต่อเนื้อเยื่อพืชคือทำให้การสังเคราะห์โปรตีนลดลง ดีเอ็นเอเสียสภาพ และยับยั้งการทำงานของคลอโรพลาสต์ (Donon and Gallois, 1998; Brosche et al., 1999) นอกจากนี้รังสี UV-C กระตุ้นการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระในใบเลี้ยงของทานตะวัน (Costa et al, 2002) ที่ความเข้มแสงต่ำสามารถลดการเน่าเสียของ grapefruit (D'hallewin et al., 2000) และสตรอเบอรี่ (Baka et al., 1999, Pan et al., 2004) รวมทั้งชะลอกระบวนการสุก (Barka et al., 2000) และลดอาการสะท้านหนาวในพริก (Vicente et al., 2005) เพื่อแก้ปัญหาอัน

[1] สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140
[1] Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok. 10140

เนื่องมาจากการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวที่กล่าวไว้ข้างต้น งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาผลของรังสี UV-C ในการชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์และรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของคะน้า

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการคัดเลือกคะน้าที่มีขนาดสม่ำเสมอและไม่มีตำหนิจากการเข้าทำลายของเชื้อโรคและบาดแผล ทำการลดอุณหภูมิทันทีด้วยน้ำเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการฉายรังสี UV-C ที่ระดับความเข้มแสง 0 (ชุดควบคุม) 1.8 3.6 5.4 7.2 กิโลจูลต่อตารางเมตร เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ 4 ซ้ำ ทำการบันทึกผลการทดลองทุก 2 วัน ได้แก่ อัตราการหายใจ อัตราการผลิตก๊าซเอทธิลีน การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณวิตามินซี การเปลี่ยนแปลงสี (L a b และ Hue) และการสูญเสียน้ำหนักสด

ผลและวิจารณ์

การฉายรังสี UV-C ที่ความเข้มแสง 1.8 3.6 5.4 และ 7.2 กิโลจูลต่อตารางเมตร สามารถชะลอการเปลี่ยนไปเป็นสีเหลือง โดยชะลอการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์รวมและการเปลี่ยนแปลงสี (Hue angle) (Figure 1 และ 2) ซึ่งพบว่าคะน้าที่ฉายรังสีที่ความเข้มแสง 5.4 กิโลจูลต่อตารางเมตร มีค่า Hue angle สูงสุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Costa et al. (2006) ซึ่งใช้รังสี UV-C ชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ โดยยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้แก่ chlorophyllase Mg-dechelatase และ chlorophyll peroxidase นอกจากนี้คะน้าที่ฉายรังสี UV-C ที่ความเข้มแสง 5.4 กิโลจูลต่อตารางเมตร มีอัตราการหายใจ การผลิตเอทธิลีน และอัตราการสูญเสียน้ำหนักสดต่ำกว่าชุดควบคุม (Figure 3, 4 และ 5) เช่นเดียวกับการใช้รังสี UV-C ในพริก (Vicente et al., 2005) สามรถลดอัตราการหายใจอันเนื่องมาจากชะลอการเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อ และพบว่าการฉายรังสี UV-C กระตุ้นให้เกิดการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (Adrain et al., 2000; Costa et al., 2006) โดยในผักคะน้าที่ฉายรังสี UV-C ที่ความเข้มแสง 3.6 และ 5.4 กิโลจูลต่อตารางเมตร สามารถชะลอการลดลงของปริมาณวิตามินซีและมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าชุดควบคุม (Figure 6) ดังนั้นการฉายรังสี UV-C นอกจากสามารถชะลอการสลายคลอโรฟิลล์ของคะน้าแล้ว ยังสามารถรักษาคุณภาพและปริมาณวิตามินซีระหว่างการเก็บรักษาได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามการฉายรังสีที่ความเข้มสูงจะทำให้เกิดอาการผิวไหม้ เนื่องมาจากการดูดคลื่นพลังงานทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการฉายรังสีทำให้เซลล์เกิดการเสียสภาพ (Ben-Yehoshua et al., 1992)

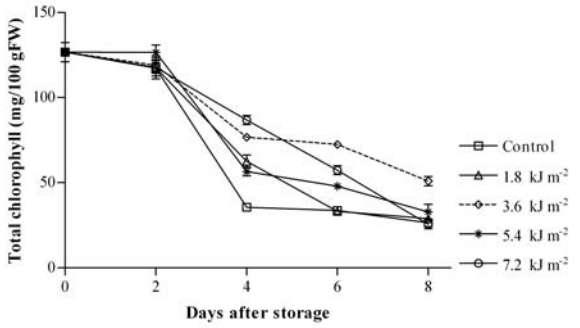

Figure 1 Total chlorophyll of Chinese kale after treated with UV-C during storage at 20 °C.

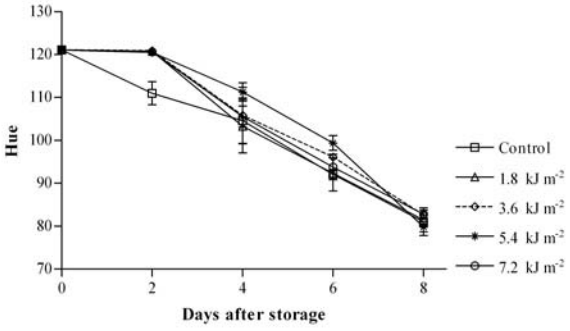

Figure 2 Hue angle of Chinese kale after treated with UV-C during storage at 20 °C.

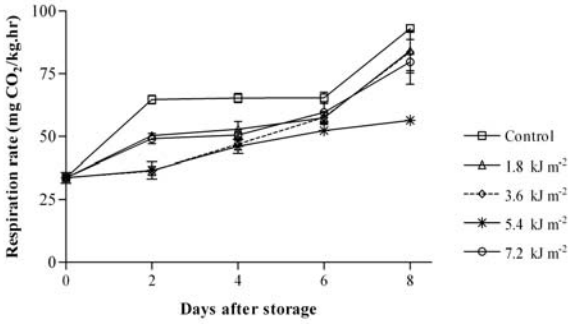

Figure 3 Respiration rate of Chinese kale after treated with UV-C during storage at 20 °C.

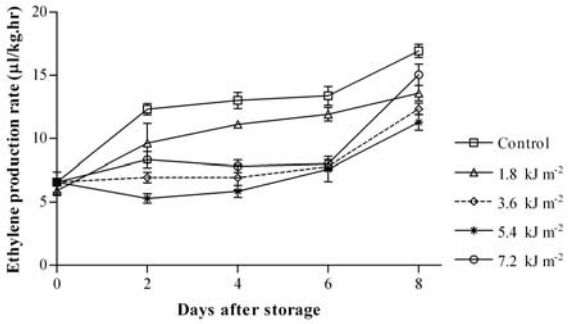

Figure 4 Ethylene production rate of Chinese kale after treated with UV-C during storage at 20 °C.

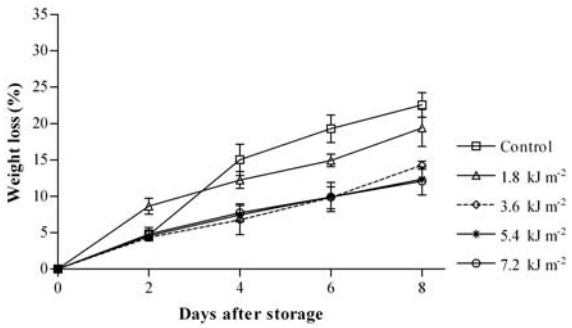

Figure 5 Weight loss of Chinese kale after treated with UV-C during storage at 20 °C.

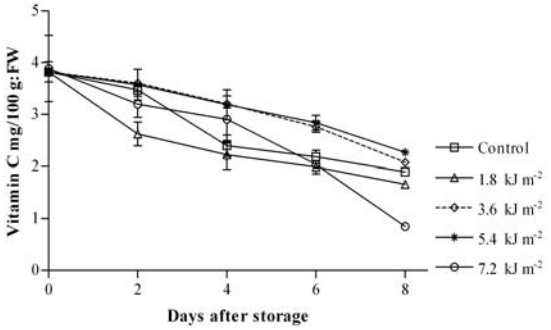

Figure 6 Vitamin C of Chinese kale after treated with UV-C during storage at 20 °C.

สรุป

การฉายรังสี UV-C ที่ 3.6 และ 5.4 กิโลจูลต่อตารางเมตร สามารถชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ลดอัตราการหายใจ การผลิตเอทธิลีน การสูญเสียน้ำหนักสด และรักษาคุณภาพของคะน้าหลังการเก็บเกี่ยวโดยลดการสูญเสียวิตามินซีในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารอ้างอิง

สุนทร เรืองเกษม. 2540. ผักกินใบ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. 88 น.

Adrian, M., Jeandet, P., Douillet Breuill, A.C., Tesson, L., Bessis, R., 2000. Stilbene content of mature *Vitis vinifera berries* in response to UV-C elicitation. J. Agric. Food Chem. 48, 6103-6105.

Baka, M., Mercier, J., Corcuff, F., Castaigne, F., Arul, J., 1999. Photochemical treatment to improve storability of fresh strawberries. J.Food Sci. 64, 1068–1072.

Barka, E.A., Kalantari, S., Makhlouf, J., Arul, J., 2000. Impact of UVC irradiation on the cell wall-degrading enzymes during ripening of tomato (*Lycopersicon esculentum L.*) fruit. J. Agric. Food Chem. 48, 667–671.

Ben-Yehoshua, S.B., V. Rodov, J.J. Kim and S. Carmeli. 1992. Preformed and induced antifungal materials of citrus fruit in relation to the enhancement of decay resistance by heat and ultraviolet treatments. Journal of Agriculture Food Chemical. 40, 1217-1221.

Brosche, M., Fant, C., Bergkvist, S.W., Strid, H., Svensk, A., Olsson, O., Strid, A., 1999. Molecular markers for UV-B stress in plants: alteration of the expression of four classes of genes in *Pisum sativum* and the formation of high molecular mass RNA adducts. Biochim. Biophys. Acta 1447, 185–198.

Costa, M.L., Civello, P.M., Chaves, A.R., Martinez, G.A., 2002a. Characterization of Mg-dechelatase activity obtained from Fragaria ananassa fruit. Plant Physiol. Biochem. 40, 111–118.

Costa, M.L., Vicente, A., Civello, P.M., Chaves, A.R., Martinez, G.A., 2006. UV-C treatment delays postharvest senescence in broccoli florets. Postharvest Biol. Technol. 39, 204-230.

Danon, A., Gallois, P., 1998. UV-C radiation induces apoptotic-like changes in *Arabidopsis thaliana*. FEBS Lett. 437, 131–136.

D'hallewin, G., Schirra, M., Pala, M., Ben-Yehoshua, S., 2000. Ultraviolet-C irradiation at 0.5 kJm^{-2} reduces decay without causing damage or affecting postharvest quality of star ruby grapefruit (*C. paradisi* Macf.). J. Agric. Food Chem. 48, 4571–4575.

Funamoto, Y., Yamauchi, N., Shigenaga, T., Shigyo, M., 2002. Effects of heat treatment on chlorophyll degrading enzymes in stored broccoli (*Brassica oleracea* L.). Postharvest Biol. Technol. 24, 163–170.

Hortensteiner, S., 1999. Chlorophyll breakdown in higher plants and algae. Cell. Mol. Life Sci. 56, 330–347.

Matile, P., 1980. Catabolism of chlorophyll. Involvement of peroxidase. Z. Pflanzenphysiol. 99, 475–478.

Matile, P., Hortensteiner, S., Thomas, H., 1999. Chlorophyll degradation. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 50, 67–95.

Pan, J., Vicente, A., Martinez, G., Chaves, A., Civello, M., 2004. Combine use of UV-C and heat treatment to improve postharvest life of strawberry fruit. J. Sci. Food Agric. 84, 1831-1838.

Poochai, S., Ketsa, S., Kosiyachinda, S., 1984. Effects of temperatures and packaging materials on quality and storage life of Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *acephala* D.C.). Kasetsart J. (Nat. Sci.) 18, 1-6.

Vicente, A.R., Pineda, C., Lemoine, L., Civello, P.M., Martinez, G.A.,Chaves, A.R., 2005. UV-C treatments reduce decay, keep quality and alleviate chilling injury in pepper. Postharvest Biol. Technol. 35, 69–78.

Wilson, D.W., Barwick, J.M., Lomax, J.A., Jarvis, M.C., Ducan, H.J., 1988. Lignified and non-lignified cell walls from kale. Plant Sci. 57, 83-90.