Agricultural Sci. J. 46 : 3/1 (Suppl.) : 219-222 (2015) ว. วิทย. กษ. 46 : 3/1 (พิเศษ) : 219-222 (2558)

การประเมินการสูญเสียคุณภาพของผักกาดขาวระหว่างการเก็บรักษาโดยใช้ค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซ็นซ์

Evaluation of Postharvest Quality Loss of Chinese Cabbage (*Brassica pekinensis*) during Storage by Using Chlorophyll Fluorescence

สายพร ดวงสา[1] และ เรวัติ ชัยราช[1]

Sayphone Douangsa[1] and Raywat Chairat[1]

Abstract

The objective of this study was to evaluate postharvest quality loss of Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*) during storage at 5, 15 and 25°C by using chlorophyll fluorescence together with weight loss, respiration rate, vitamin C and visual quality rating scale. Data were collected at 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25 and 30 days after storage depending on the storage life at each temperature. The results showed that the changes in maximal (F_m) and variable (F_v) values were not clear at all storage temperatures while the minimal (F_o) value of *Brassica pekinensis* kept at all storage temperatures increased throughout the storage period coinciding with increases in weight loss and respiration rate. On the other hand, the variable:maximal (F_v/F_m) ratio decreased during storage in line with decreasing vitamin C content and quality rating scale. Correlation analysis revealed that the minimal (F_o) value and the variable:maximal (F_v/F_m) ratio had either positive or negative significant ($p \leq 0.05$) correlations with weight loss, respiration rate, vitamin C content or quality rating scale. Thus, it is possible to use minimal (F_o) and variable:maximal (F_v/F_m) values as non-destructive method to evaluate postharvest quality loss of *Brassica pekinensis*.

Keywords: Chinese cabbage, chlorophyll fluorescence, storage and quality loss

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการสูญเสียคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผักกาดขาวซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 5, 15 และ 25°C โดยใช้ค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซ็นซ์ร่วมกับการสูญเสียน้ำหนัก อัตราการหายใจ ปริมาณวิตามินซี และค่าคะแนนความสด ทำการบันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25 และ 30 หลังเก็บรักษา ขึ้นอยู่กับอายุการเก็บรักษาที่แต่ละอุณหภูมิ ผลการศึกษา พบว่า ค่า variable (F_v) และ ค่า maximal (F_m) ของผักกาดขาวซึ่งเก็บรักษาที่ทั้ง 3 อุณหภูมิ มีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ชัดเจน ส่วนค่า minimal (F_o) ของผักกาดขาวเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการสูญเสียน้ำหนักและการเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจ ขณะที่ค่า variable: maximal (F_v/F_m) ของผักกาดขาวที่อุณหภูมิทั้ง 3 ระดับ มีการเปลี่ยนแปลงในทางตรงกันข้ามกับการสูญเสียน้ำหนักและอัตราการหายใจ และมีการเปลี่ยนไปในทิศทางเดียวกันกับการลดลงของปริมาณวิตามินซีและค่าคะแนนความสด เมื่อวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ พบว่า ค่า minimal (F_o) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการสูญเสียน้ำหนักและอัตราการหายใจ แต่มีความสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณวิตามินซี ขณะที่ค่า variable:maximal (F_v/F_m) มีค่าความสัมพันธ์ในทางลบกับการสูญเสียน้ำหนักและการเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจ และ variable:maximal (F_v/F_m) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับวิตามินซี และการลดลงของค่าคะแนนความสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในทุกอุณหภูมิเก็บรักษา ดังนั้น ทั้งค่า minimal (F_o) และค่า variable:maximal (F_v/F_m) จึงน่าจะสามารถใช้เป็นค่าประเมินการสูญเสียคุณภาพแบบไม่ทำลายตัวอย่างในผักกาดขาวได้

คำสำคัญ : ผักกาดขาว คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซ็นซ์ การสูญเสียคุณภาพและการเก็บรักษา

[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

[1] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190

คำนำ

ผักกาดขาว (Chinese cabbage, *Brassica pekinensis*) เป็นผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและปลูกกันแพร่หลายทางภาคใต้ของประเทศลาวโดยเฉพาะในเขตอำเภอปากช่อง จังหวัดจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว มีพื้นที่ปลูกผักกาดขาวทั้งหมด 440 เฮกตาร์ (พื้นที่ปลูกฤดูแล้ง 356 เฮกตาร์ และฤดูฝน 84 เฮกตาร์) ในปี 2554-55 มีการส่งออกผักกาดขาวมายังประเทศไทย จำนวน 1,508,200 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 245,482 ดอลลาร์ และในปี พ ศ 2555-56 ส่งออกผักกาดขาวเพิ่มขึ้นเป็น 4,458,700 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 714,066 ดอลลาร์ (แขนงปลูกฝัง แผนกกสิกำ และ ป่าไม้ จังหวัดจำปาสัก, 2556) ผักกาดขาวที่ผลิตในประเทศลาวมีอัตราการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวที่สูง เนื่องจากขาดการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ลักษณะการสูญเสียที่สำคัญ คือ การเหี่ยวและการสูญเสียสีผิวโดยเฉพาะการสูญเสียสีเขียว เนื่องจากการสะลายตัวของคลอโรฟิลล์ ได้มีรายงานการใช้ค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซ็นซ์ (chlorophyll fluorescence) เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตผลพืชสวนหลายชนิด เช่น การใช้ค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซ็นซ์ เพื่อประเมินการสุกและการสูญเสียคุณภาพของมะละกอ (Bron *et al.,* 2004) การประเมินค่าคลอโรฟิลล์ในผักใบที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ (Ferrante and Maggiore, 2007) การเกิดอาการสะท้านหนาวในดอกกุหลาบ (Pompodakis *et al.,* 2005) การได้รับความร้อนในระดับที่ไม่เหมาะสมในแอปเปิล (Song *et al.,* 2001; Fan *et al*., 2011) การเก็บรักษาผลิตผลในสภาพที่มีออกซิเจนในความเข้มข้นต่ำ (Prange *et al.,* 2002) และการเสื่อมตามอายุของเนื้อเยื่อผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว (Yang *et al*., 2011) ข้อดีของการใช้คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซ็นซ์ คือ เป็นเทคโนโลยีที่ไม่ทำลายผลิตผล จึงสามารถใช้ประเมินคุณภาพร่วมกับวิธีอื่นๆ ได้เป็นอย่างดี ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการสูญเสียคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผักกาดขาวระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ โดยใช้ค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซ็นซ์ร่วมกับค่าการสูญเสียน้ำหนัก อัตราการหายใจ ปริมาณวิตามินซี และค่าคะแนนความสด

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองครั้งนี้ใช้ตัวอย่างผักกาดขาวจากแปลงปลูกของเกษตรกรที่ตำบลทุ่งเสด็ด อำเภอปากช่อง จังหวัดจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว มาทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน พ.ศ. 2557 ทำการคัดเลือกขนาด น้ำหนักและรูปร่างให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด มีสีผิวสม่ำเสมอ ไม่มีรอยตำนิ เพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการทดลอง จากนั้นนำมาเก็บในอุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 5, 15 และ 25 °C โดยการวางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomized design) มี 3 ซ้ำ บันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25 และ 30 ของการเก็บรักษา หรือจนกว่าหมดอายุการเก็บรักษา โดยบันทึกค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซ็นซ์ (F_o, F_m, F_v และ F_v/F_m) ด้วยเครื่องวัดคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซ็นซ์ (Hansatech Instrument รุ่น Handy-PEA ประเทศอังกฤษ) อัตราการสูญเสียน้ำหนัก (%) อัตราการหายใจโดยใช้ระบบปิด (closed system) โดยเครื่อง gas analysis (MAPtest 3050 ประเทศเยอรมันนี) แสดงค่าเป็น mL CO_2/kg/h ปริมาณวิตามินซีตามวิธีของ A.O.A.C (1990) โดยการใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Shimadzu รุ่น UV - mini-1240 ประเทศญี่ปุ่น) ที่ความยาวคลื่น 540 nm คำนวณปริมาณวิตามินซี ในผักกาดขาว โดยการเปรียบเทียบกับ standard curve ของกรดแอสคอร์บิกแสดงค่าเป็น mg/100 g FW และ การประเมินค่าคะแนนความสดโดยการให้ค่าคะแนน 5 ระดับ โดยค่าคะแนน 5 คือ ผักกาดขาวมีความสดมากที่สุด และค่าคะแนน 1 มีความสดน้อยที่สุด

ผล

จากการศึกษา พบว่า ค่า minimal (F_o) ของผักกาดขาวเพิ่มขึ้นที่ทุกอุณหภูมิการเก็บรักษา โดยเพิ่มขึ้นเร็วที่สุด ที่อุณหภูมิ 25 °C รองลงมา คือ ที่อุณหภูมิ 15 °C และเพิ่มขึ้นช้าที่สุดที่อุณหภูมิ 5 °C ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการสูญเสียน้ำหนักและอัตราการหายใจ ขณะที่ค่า variable:maximal (F_v/F_m) มีค่าลดลงที่ทุกอุณหภูมิการเก็บรักษา โดยลดลงเร็วที่สุดที่อุณหภูมิ 25 °C รองลงมา คือ ที่อุณหภูมิ 15 °C และลดลงช้าที่สุดที่อุณหภูมิ 5 °C ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณวิตามินซีและค่าคะแนนความสด (Figure 1) จากการวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ พบว่า ทุกค่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (Table 1)

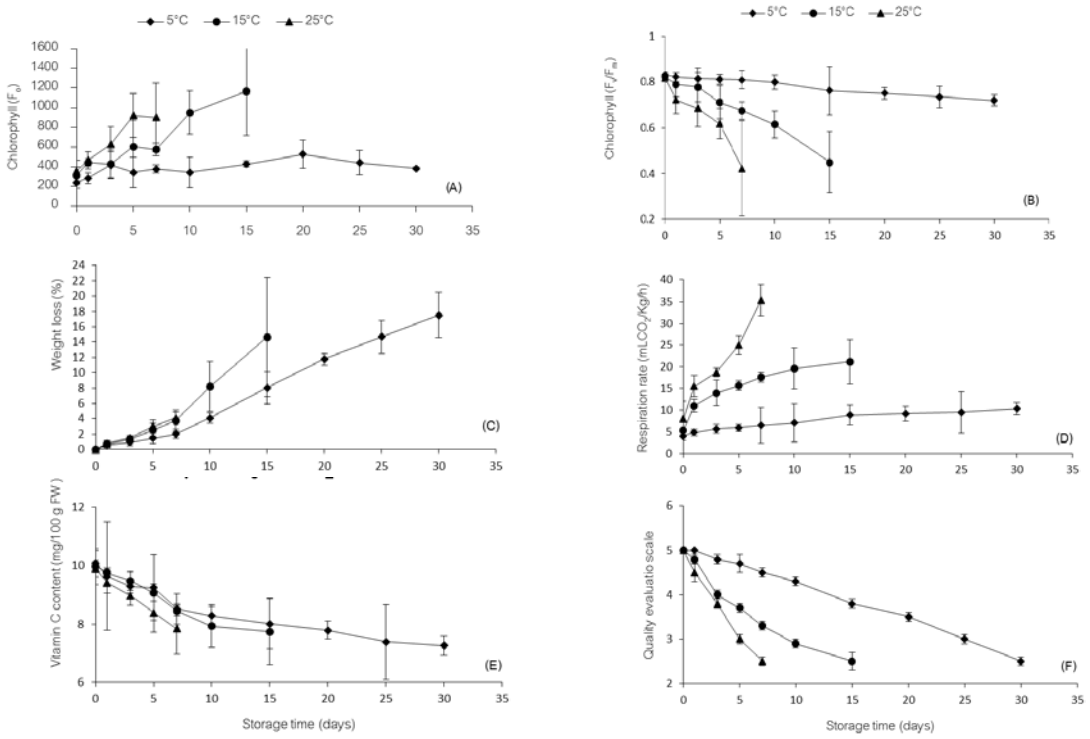

Figure 1 Changes in chlorophyll fluorescence minimal (F_o) (A) and variable:maximal (F_v/F_m) (B), weight loss (C), respiratory rate (D), vitamin C content (E) and quality evaluation scale (F) of Chinese cabbage stored at 5, 15 and 25°C

Table 1 Correlation between minimal (F_o) or variable:maximal (F_v/F_m) chlorophyll fluorescence and weight loss, respiration rate and vitamin C content (n = 30, 21 and 15 for 5, 15 and 25°C, respectively)

Parameter	Minimal (F_o)			Variable:maximal (F_v/F_m)		
	5°C	15°C	25°C	5°C	15°C	25°C
Weight loss	0.423*	0.917**	0.707**	-0.668**	-0.908**	-0.754**
Respiration rate	0.384*	0.647**	0.729**	-0.754**	-0.714**	-0.771**
Vitamin C content	-0.384*	-0.821**	-0.708**	0.496**	0.851**	0.783**

**, * Significant at $p \leq 0.01$ and ≤ 0.05, respectively

วิจารณ์ผล

จากงานวิจัยของ Yang *et al.* (2011) ซึ่งพบว่า ค่า minimal (F_o) และค่า variable:maximal (F_v/F_m) สามารถประเมินการตอบสนองของผลกล้วยต่อสภาวะเครียดจากความร้อนในระดับที่ไม่เหมาะสม ขณะเดียวกัน Prange *et al.* (2002) รายงานว่าค่า F_o และค่า F_v/F_m สามารถใช้ประเมินการตอบสนองของ แอปเปิล สาลี่ กล้วย กีวีฟรุต มะม่วง และแอโวคาโด ต่อสภาวะที่มีออกซิเจนต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ ที่พบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่า F_o และค่า F_v/F_m คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซ็นซ์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทั้งในด้านลบและด้านบวกกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านอื่น ๆ ของผักกาดขาวที่ทุกอุณหภูมิการเก็บรักษา ดังนั้น ค่า F_o และค่า F_v/F_m น่าจะสามารถนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพของผักกาดขาวระหว่างการเก็บรักษาได้ และสามารถนำมาพัฒนาต่อยอดเพื่อประยุกต์ใช้ในการประเมินคุณภาพของผักกาดขาวหรือผลิตผลอื่นได้

สรุป

จากผลการทดลอง พบว่า การเปลี่ยนแปลงของค่า minimal (F_o) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการสูญเสียน้ำหนักและอัตราการหายใจ แต่มีความสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณวิตามินซี ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่า variable:maximal (F_v/F_m) มีความสัมพันธ์ในทางลบกับการสูญเสียน้ำหนักและอัตราการหายใจ แต่มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับปริมาณวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่ทุกอุณหภูมิการเก็บรักษา ดังนั้น ทั้งค่า minimal (F_o) และค่า variable:maximal (F_v/F_m) จึงน่าจะสามารถใช้เป็นค่าประเมินการสูญเสียคุณภาพแบบไม่ทำลายตัวอย่างในผักกาดขาวได้

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานความร่วมมือเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศ กระทรวงการต่างประเทศ ที่สนับสนุนทุนการศึกษา ขอบคุณสาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และ ห้องปฏิบัติการศูนย์นวัตกรรมหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่อนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

แขนงปลูกฝัง แผนกสิกำ และ ป่าไม้ จังหวัดจำปาสัก. 2556. บทสรุปรวบรวมการผลิตกะสิกำ 9 เดือน และ ทิดทางแผนการ 3 เดือนท้ายปี สกปี พ. ศ. 2555 - 56. (เอกสาร) ประเทศลาว เลขที่ 0431/ป ฝ ข. ครั้งวันที่ 22 มิถุนายน พ. ศ. 2556. จังหวัดจำปาสัก.

AOAC. 1990. Official methods of analysis of AOAC. AOAC International, Gaithersberg, MD.

Bron, I.U., R. Vassconcelos, R.M. Azzolini, A.P. Jacomino and E.C. Machado. 2004. Chlorophyll fluorescence as a tool to evaluate the ripening of “Golden” papaya fruit. Postharvest Biology and Technology 33(2): 163-173.

Ferrante, A. and T. Maggiore. 2007. Chlorophyll a fluorescence measurements to evaluate storage time and temperature of *Valeriana* leaf vegetables. Postharvest Biology and Technology 45(2): 73-80.

Fan, L., J. Song, C.F. Forney and M.A. Jordan. 2011. Fruit maturity affects the response of apples to heat stress. Postharvest Biology and Technology 62(1): 35-42.

Pompodakis, N.E., L.A. Terry, D.C. Joyce, D.E. Lydakis and M.D. Papadimitriou. 2005. Effect of seasonal variation and storage temperature on leaf chlorophyll fluorescence and vase life of cut roses. Postharvest Biology and Technology 36(1): 1-8.

Prang, R.K, J.M. Delong, J.C. Leyte and P.A. Harrison. 2002. Oxygen concentration affects chlorophyll fluorescence in chlorophyll-containing fruits. Postharvest Biology and Technology 24(2): 201-205.

Song, J., L. Fan, C.F. Forney and M.A. Jordan. 2001. Using volatile emissions and chlorophyll fluorescence as indicators of heat injury in apples. Journal of the American Society for Horticultural Science 126(6): 771-777.

Yang, X., J. Song, S. Fillmore, X. Pang and Z. Zhang. 2011. Effect of high temperature and color, chlorophyll fluorescence and volatile biosynthesis in green-ripe banana fruit. Postharvest Biology and Technology 62(3): 246-257.