Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 685-688 (2011)　　　　ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 685-688 (2554)

ผลของสภาพบรรยากาศดัดแปรต่อปริมาณสารฟีนอลและกิจกรรมการต้านออกซิเดชันในแครอทตัดแต่งพร้อมบริโภค

Effect of modified atmospheric conditions on total phenolic compounds and antioxidant activity of fresh-cut carrot

รุ่งอรุณ สาสนทาญาติ[1]
Rungarun Sasanatayart[1]

Abstract

Carrots are the major sources of fiber, minerals, vitamin precursors and antioxidative compounds. They provide positive health benefits on reducing risk of some chronic diseases such as cancer and heart disease. The objective of this study was to investigate effect of modified atmospheric conditions on total phenolic compounds and antioxidant activities of minimally processed carrot. The prepared samples were packed in polypropylene bag with different oxygen transmission rate (OTR) of 5000 ml /m^2.day (PP 5000) and OTR 6000 ml /m^2.day (PP 6000). Carrots packed in macro-perforated polyethylene bag served as control. Samples were stored at 5±1 $^{\circ}$C for 5 days and were then taken everyday for analysis. PP5000 and PP6000 bags created modified atmosphere in which O_2 reduced from 21% to 9-13 % and 10-14% whereas, CO_2 increased from 0.03% to 5-8 % and 3-6%, respectively. During storage, total phenolic compounds, DPPH- and ABTS-radical scavenging activity remained unchanged. In addition, no significant differences were found among samples kept under modified atmosphere and under atmospheric air.

Keywords: Fresh-cut carrot, modified atmosphere, total phenolic compounds, antioxidant activity

บทคัดย่อ

แครอทเป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร แร่ธาตุ สารตั้งต้นของวิตามินและสารต้านอนุมูลอิสระต่างๆ ซึ่งให้ประโยชน์ต่อสุขภาพโดยช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรัง เช่น มะเร็งและโรคหัวใจ เป็นต้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเก็บรักษาแครอทตัดแต่งพร้อมบริโภคภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปรต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและกิจกรรมการต้านออกซิเดชัน การทดลองทำโดยนำแครอทตัดแต่งบรรจุในถุงพลาสติกพอลีโพรพีลีนที่มีอัตราการซึมผ่านของออกซิเจน 5000 ml /m^2.day (PP 5000) และ 6000 ml /m^2.day (PP 6000) และมีตัวอย่างควบคุมซึ่งบรรจุในถุงพลาสติกพอลีเอทิลีนเจาะรู นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน สุ่มตัวอย่างแครอทเพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทุกวัน พบว่าฟิล์ม PP5000 และ PP6000 ทำให้เกิดสภาพบรรยากาศดัดแปรภายในถุง โดยทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลงจากร้อยละ 21 เหลือเพียงร้อยละ 9-13 และร้อยละ 10-14 ตามลำดับ และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.03 เป็น 5-8 และร้อยละ 3-6 ตามลำดับ ในระหว่างการเก็บรักษาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและกิจกรรมการต้านออกซิเดชันที่วัดโดยสองวิธีคือ DPPH- และ ABTS-radical scavenging activity ไม่มีการเปลี่ยนแปลงและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่เก็บรักษาภายใต้บรรยากาศดัดแปรและบรรยากาศปกติ

คำสำคัญ: แครอทตัดแต่ง สภาพบรรยากาศดัดแปร สารประกอบฟีนอลทั้งหมด กิจกรรมการต้านออกซิเดชัน

คำนำ

แครอท (*Daucus carota* L.) อุดมด้วยสารบีต้า-แคโรทีนซึ่งเป็นสารสีเหลืองส้มและสามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ ได้ในร่างกาย นอกจากนี้ยังมีวิตามินบี1 บี2 และวิตามินซี มีแร่ธาตุสำคัญได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก มีเส้นใยอาหารในปริมาณสูง (Goncalves และคณะ, 2010) ผู้บริโภคจึงนิยมนำแครอทมารับประทานสดหรือปรุงอาหารประเภทต่างๆ ลักษณะการเสื่อมสภาพของแครอทภายหลังการตัดแต่ง ได้แก่ ผิวแห้งเป็นสีขาว (white blush) เนื่องจากการสูญเสียความชื้นบริเวณผิวที่ผ่านการปอก (Tatsumi และคณะ, 1991) การสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะวิตามินซี นอกจากนี้ยังเกิดรสขมหรือ

[1] สาขาเทคโนโลยีการจัดการผลิตผลเกษตรและการบรรจุ สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง เชียงราย 57100
[1] Program of Technology Management of Agricultural Produce and Packaging, School of Agro-industry, Mae Fah Luang University, Chiang Rai, 57100

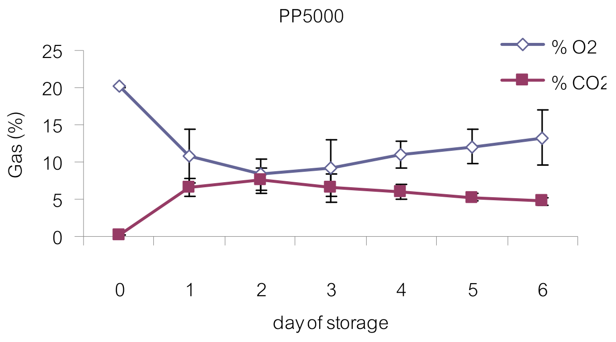
เฝื่อนเนื่องจากการเพิ่มปริมาณของสารประกอบฟีนอล (Lafuente และคณะ, 1989) ผลการศึกษาการใช้บรรจุภัณฑ์ดัดแปรสภาพบรรยากาศเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาแครอทตัดแต่งพร้อมบริโภค โดย Gorny (2001) แนะนำให้เก็บรักษาแครอทหั่นฝอยในสภาวะบรรยากาศดัดแปรที่มีออกซิเจน 15-20% และคาร์บอนไดออกไซด์ 2-5% ร่วมกับอุณหภูมิต่ำ 0-5 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม Alasalvar และคณะ (2005) ทดลองบรรจุแครอทตัดแต่งในสภาพบรรยากาศดัดแปร (5%O_2+5%CO_2 และ 95%O_2+5%CO_2) เปรียบเทียบกับการบรรจุในสภาพบรรยากาศปกติ (21%O_2+0.03%CO_2) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่าบรรจุภัณฑ์ที่ดัดแปรสภาพบรรยากาศทั้งสองแบบไม่ส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของแครอทตัดแต่งแต่อย่างใด งานวิจัยนี้ทำการเก็บรักษาแครอทตัดแต่งในสภาวะบรรยากาศดัดแปรที่มีปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์แตกต่างจากงานวิจัยที่มีมาก่อนหน้านี้ และศึกษาผลที่มีต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและกิจกรรมการต้านออกซิเดชัน

อุปกรณ์และวิธีการ

นำแครอทที่เก็บเกี่ยวใหม่จากแหล่งปลูกใน อ. แม่จัน จ. เชียงราย ปอกและตัดแต่งให้เป็นแท่งขนาด กว้างxยาวxสูง 1x1x4 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 5-7 กรัมต่อชิ้น ล้างในน้ำผสมคลอรีน 150-200 ppm และจุ่มในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.5 เป็นเวลา 5 นาที ปั่นเหวี่ยงให้สะเด็ดน้ำด้วยเครื่อง centrifuge ด้วยอัตราเร็วรอบประมาณ 200 รอบต่อนาที และนำมาบรรจุในฟิล์มพลาสติก 3 ชนิด ได้แก่ (1) ถุงพอลีเอทิลีนเจาะรู (ตัวอย่างควบคุม) (2) ถุงพอลีโพรพีลีน PP 5000 ความหนา 48 ไมครอน มีอัตราการซึมผ่านของออกซิเจน 5000 ml/m^2.day และอัตราการซึมผ่านของคาร์บอนไดออกไซด์ 16,000 ml /m^2.day และ (3) ถุงพอลีโพรพีลีน PP 6000 ความหนา 30 ไมครอน มีอัตราการซึมผ่านของออกซิเจน 6000 ml /m^2.day และอัตราการซึมผ่านของคาร์บอนไดออกไซด์ 25,000 ml /m^2.day โดยถุงมีขนาดกว้างxยาว เท่ากับ 6x8 นิ้ว และมีน้ำหนักบรรจุ 300 กรัมต่อถุง การบรรจุทำโดยอัดก๊าซในสภาวะบรรยากาศปกติ (ออกซิเจนร้อยละ 21 คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 0.03) ใส่ถุงจนพองลมเต็มที่และปิดผนึกสนิทเพื่อให้มีลักษณะเป็น pillow pack หลังจากนั้นนำมาบรรจุในตะกร้าโปร่ง ตะกร้าละ 10 ถุง โดยจัดวางให้มีระยะห่างระหว่างถุงอย่างน้อย 1 เซนติเมตรนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 เป็นเวลา 5 วัน และสุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทุกวัน ได้แก่ ปริมาณก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในช่องว่างภายในถุงโดยเครื่อง Gas analyzer (PBI Dansensor Checkmate 9900, Denmark) ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteau colorimetry (ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Sun และคณะ, 2007) และกิจกรรมการต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH และ ABTS-radical scavenging assay (ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Sun และคณะ, 2007) และรายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของ Trolox ต่อน้ำหนักแครอทสด

ผลและวิจารณ์ผล

การเก็บรักษาแครอตัดแต่งในถุงพลาสติก PP5000 และ PP6000 ทำให้เกิดสภาพบรรยากาศดัดแปรภายในถุงระหว่างการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 1-5 (Figure 1) โดยฟิล์ม PP5000 ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลงจากร้อยละ 21 เหลือเพียงร้อยละ 9-13 และคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.03 เป็น 5-8 (9-13%O_2+5-8%CO_2) ในขณะที่ฟิล์ม PP6000 มีปริมาณออกซิเจนลดลงเหลือร้อยละ 10-14 และคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 3-6 ตามลำดับ (10-14%O_2+3-6%CO_2) สำหรับถุงพอลีเอทิลีนที่เจาะรูไม่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงสภาพบรรยากาศ



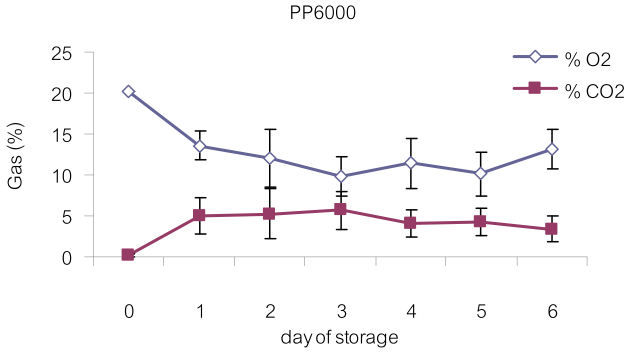


Figure 1 O_2 and CO_2 headspace composition in package of fresh-cut carrot during storage for 5 days at 5 °C.

ในระหว่างการเก็บรักษาแครอทตัดแต่งในถุงพลาสติกทั้งสองชนิดเป็นระยะเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและกิจกรรมการต้านออกซิเดชันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 2) สำหรับค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันที่วัดโดยวิธี DPPH-free radical scavenging แม้จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ปริมาณที่เพิ่มขึ้นในช่วงท้ายของการเก็บรักษาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับค่าเริ่มต้น ($p>0.05$) ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับรายงานโดย Alasalvar และคณะ (2005) ซึ่งศึกษาการบรรจุและเก็บรักษาแครอทหั่นฝอยสีส้มและสีม่วงที่ในสภาพบรรยากาศดัดแปรซึ่งมีออกซิเจนต่ำและสูง (5%O_2+5%CO_2 และ 95%O_2+5%CO_2) เปรียบเทียบกับการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ (21%O_2+0.03%CO_2) พบว่าในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันในแครอทสีส้ม แต่มีการลดลงของค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันอย่างมีนัยสำคัญในแครอทสีม่วงโดยเฉพาะในสภาพบรรยากาศดัดแปรที่มีออกซิเจนสูง ความแตกต่างดังกล่าวเกิดจากองค์ประกอบและลักษณะทางสรีรวิทยาพื้นฐานของแครอทสองสายพันธุ์ งานวิจัยนี้ศึกษาในแครอทตัดแต่งซึ่งเป็นพันธุ์สีส้มและพบว่าสภาพบรรยากาศดัดแปรทั้งสองสภาวะ (9-13%O_2+5-8%CO_2 และ 10-14%O_2+3-6%CO_2) ไม่ส่งผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและกิจกรรมการต้านออกซิเดชันแต่อย่างใด

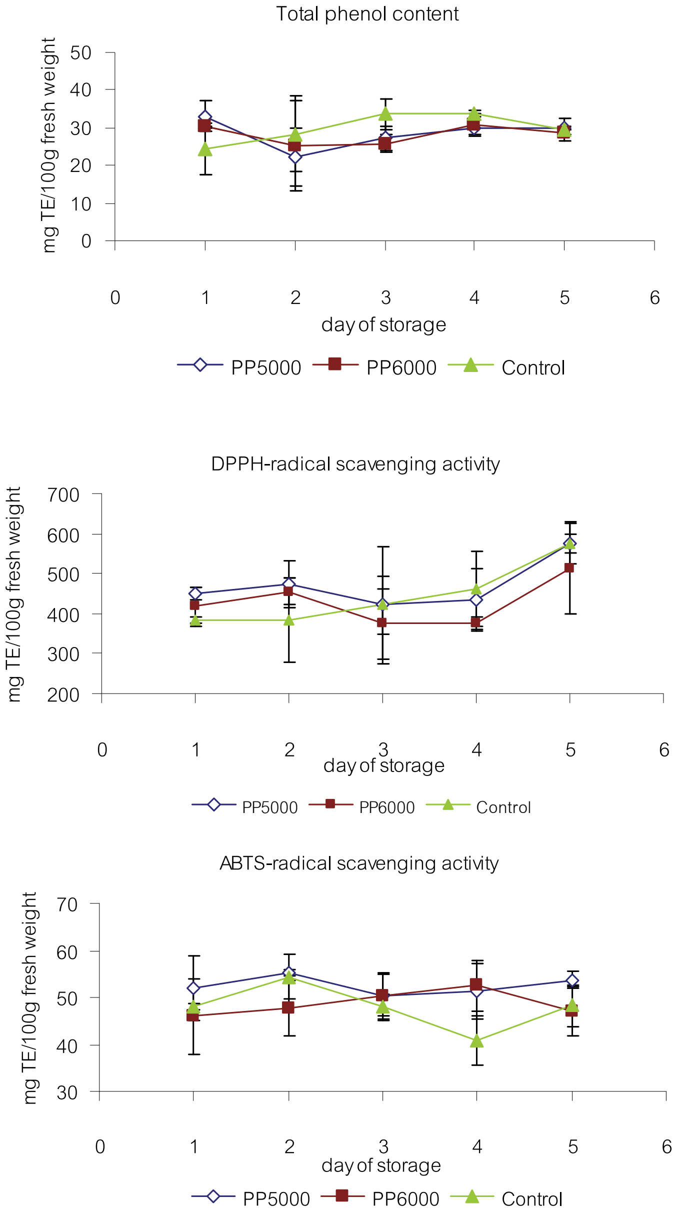


Figure 2 Changes in total phenol content and free radical scavenging activity of fresh-cut carrot during 5 days at 5 °C.

สรุป

การเก็บรักษาแครอทตัดแต่งในถุงพลาสติก PP5000 และ PP6000 ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้สร้างสภาพบรรยากาศดัดแปลงให้เกิดขึ้นภายในถุงระหว่างวันที่ 1-5 ของการเก็บรักษา โดยในถุง PP5000 มีปริมาณก๊าซออกซิเจนร้อยละ 9-13 และคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5-8 และในถุง PP6000 มีปริมาณก๊าซออกซิเจนร้อยละ 10-14 และคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 3-6 แต่ไม่ส่งผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและกิจกรรมการต้านออกซิเดชันของแครอท และไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ

เอกสารอ้างอิง

Alasalvar, C., M. Al-Farsi, P.C. Quantick, F. Shahidi, R. Wiktorowicz and J.M. Grigor. 2005. Effect of chill storage and modified atmosphere packaging (MAP) on antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, phenolics and sensory quality of ready-to-eat shredded orange and purple carrots. Food Chemistry 89: 69–76.

Gonçalves, E.M., J. Pinheiro, M. Abreu, T.R.S. Brandão and C.L.M. Silva. 2010. Carrot (*Daucus carota* L.) peroxidase inactivation, phenolic content and physical changes kinetics due to blanching. Journal of Food Engineering 97(4): 574-581.

Lafuente, M. T., M. Cantwell, S.F. Yang and V. Rubatzky. 1989. Isocoumarin content of carrots as influenced by ethylene concentration, storage temperature and stress conditions. Acta Horticulturae (ISHS) 258: 523–534.

Tatsumi, Y., A.E. Watada and P.P. Ling. 1993. Sodium chloride treatment or waterjet slicing effects on white tissue development of carrot sticks. Journal of Food Science 58(6): 1390–1392.

Sun, T., J.R. Powers and J. Tang. 2007. Evaluation of the antioxidant activity of asparagus broccoli and their juices. Food Chemistry 105: 101-106.