

การประยุกต์ใช้ทรีฮาโลสเพื่อลดการเกิดฝ้าขาวและรักษาคุณภาพของแครอทตัดแต่งพร้อมบริโภค
Application of Trehalose to Reduce White Blush and Maintain the Quality of Minimally Processed Carrots

ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ^{1,2} และ วาริช ศรีละออง^{1,2}
Nutthachai Pongprasert^{1,2} and Varit Srilaong^{1,2}

Abstract

White blush on the surface of peeled carrots is a major problem in marketing this lightly-processed, ready-to-eat product. The loss of quality is exacerbated by surface dehydration. To maintain good appearance and quality, trehalose was tested. Shredded carrots were dipped in distilled water (control), 1 and 2.5% of trehalose solution for 5 min, then stored at 10°C for 8 days. Shredded carrots dipped in 2.5% trehalose showed a lowest symptom of white blush compared with control. Dipped shredded carrots with trehalose also showed a higher content of vitamin C, carotenoid and higher level of shear force at the end of storage. These results indicated that trehalose was effective to reduce white blush symptoms and also could maintain the quality of shredded carrots during storage.

Keywords: shredded carrot, trehalose, white blush

บทคัดย่อ

แครอทเป็นผักชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นผักตัดแต่งพร้อมบริโภค แต่ปัญหาที่สำคัญของแครอทตัดแต่งพร้อมบริโภคคือเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานคือการเกิดฝ้าขาว (white blush) ที่บริเวณผิวของแครอท ดังนั้นงานวิจัยนี้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำตาลทรีฮาโลสต่อการลดการเกิดฝ้าขาวและรักษาคุณภาพของแครอทเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยนำแครอทเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภคแช่ในสารละลายน้ำตาลทรีฮาโลสความเข้มข้นร้อยละ 0 (ชุดควบคุม) 1 และ 2.5 เป็นเวลานาน 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 วัน ผลการทดลองพบว่าการใช้สารละลายน้ำตาลทรีฮาโลสความเข้มข้นร้อยละ 2.5 สามารถลดการเกิดฝ้าขาวได้ดีที่สุด นอกจากนี้แครอทเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายน้ำตาลทรีฮาโลสทุกความเข้มข้น มีปริมาณวิตามินซี แคโรทีนอยด์ และค่าแรงเฉือนสูงกว่าชุดควบคุมเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้สารละลายน้ำตาลทรีฮาโลส สามารถลดการเกิดฝ้าขาวและช่วยรักษาคุณภาพของแครอทเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภคได้

คำสำคัญ: แครอทเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภค, น้ำตาลทรีฮาโลส, ฝ้าขาว

คำนำ

ผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค (fresh cut) เป็นที่นิยมของผู้บริโภคโดยเฉพาะกลุ่มผู้บริโภคในสังคมเมืองซึ่งผู้บริโภคต่างใช้ชีวิตค่อนข้างเร่งรีบ ผักผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคจึงเป็นตัวเลือกหนึ่งที่จะช่วยประหยัดเวลาในการเตรียมอาหาร แครอทเป็นผักหนึ่งในหลายชนิดที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นผักตัดแต่งพร้อมบริโภค (Howard and Devi, 1996) แต่ปัญหาที่สำคัญของแครอทตัดแต่งคือเนื้อสัมผัสและลักษณะที่ปรากฏเปลี่ยนไป โดยเฉพาะการเกิดฝ้าขาว (white blush) ซึ่งเป็นผลมาจากการสูญเสียที่บริเวณผิวของรอยตัด น้ำตาลทรีฮาโลสเป็นน้ำตาลประเภท non-reducing ซึ่งสามารถพบได้ทั่วไปในสิ่งมีชีวิตและพืช เช่นแบคทีเรีย ยีสต์ รา พืชชั้นต่ำ ชั้นสูง รวมไปถึงแมลง เป็นต้น (Eldein, 2003) ในสิ่งมีชีวิตนั้นทรีฮาโลสมีความเกี่ยวข้องกับกลไกในการป้องกันอันตรายจากสภาวะ abiotic stress ในอดีตนั้นการผลิตน้ำตาลทรีฮาโลสมีต้นทุนที่สูงเนื่องจากต้องสกัดจากยีสต์ (Richards *et al.*, 2002) เป็นผลให้เกิดข้อจำกัดในการนำมาใช้ประโยชน์ในระดับอุตสาหกรรม แต่ในปัจจุบันนั้นกระบวนการผลิตทรีฮาโลสสามารถผลิตได้โดยใช้แป้งเป็นวัตถุดิบและใช้เอนไซม์ 2 ชนิด ได้แก่ maltooligosyl-trehalose synthase (MTSase) และ maltooligosyl-trehalohydrolase (MTHase) ซึ่งสกัดได้จากแบคทีเรีย *Arthrobacter* sp. (Muruta *et al.*, 1995) ในสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันนั้นน้ำตาลทรีฮาโลสมีหน้าที่แตกต่างกัน ในสิ่งมีชีวิตบางชนิดน้ำตาลทรีฮาโลสทำหน้าที่

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

² School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140

³ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กทม. 10400

⁴ Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400, Thailand

เป็นแหล่งพลังงานในบางช่วงของการพัฒนา เช่น ระหว่างการออกของสปอร์ (Eldein, 2003) ใน *Escherichia coli* พบว่า น้ำตาลทรีฮาโลสทำหน้าที่ปกป้องเซลล์จากความเครียดจากความเป็นกรด โดยทำหน้าที่รักษาเสถียรภาพของเซลล์เมมเบรน ป้องกันการเสื่อมสภาพของโปรตีน (Hounsa *et al.*, 1998) อีกทั้งน้ำตาลทรีฮาโลสยังทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้อีกด้วย (Benaroudj *et al.*, 2001) ในสิ่งมีชีวิตที่สามารถทนต่อสภาวะขาดน้ำนั้นพบว่าการสะสมของน้ำตาลทรีฮาโลสมากภายในเซลล์ เพื่อให้มีชีวิตรอดในสภาวะขาดน้ำ (Dreannan *et al.*, 1993) โดยทำหน้าที่รักษาเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตในระหว่างสภาวะขาดน้ำ (Crowe *et al.*, 1984) อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้น้ำตาลทรีฮาโลสในแครอทตัดแต่งพร้อมบริโภคนั้นยังไม่มีรายงาน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษา ความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้น้ำตาลทรีฮาโลสในการลดการเกิดฝ้าขาวและการรักษาคุณภาพของแครอทตัดแต่งพร้อมบริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้ใช้แครอทสดที่ซื้อมาจากตลาดค้าส่งในกรุงเทพมหานคร หลังจากนำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำให้สะอาด จากนั้นปอกเปลือกแล้วตัดแต่งโดยหั่นเป็นแท่ง นำแครอทที่ผ่านการตัดแต่งแช่ในสารละลายน้ำตาลทรีฮาโลสที่มีความเข้มข้น 1 และ 2.5 % เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่น โดยทำการแช่นาน 5 นาที หลังจากนั้นนำมาสะเด็ดน้ำแล้วบรรจุใส่กล่อง clamshell น้ำหนักกล่องละ 50 กรัม และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 วัน และทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ผลการทดลองทุก 2 วัน โดยทำการวิเคราะห์ผลการทดลองดังนี้ whiteness index (Color meter, Minolta, model CR-300 Series) ค่าแรงเคียน (Texture analyser รุ่น TA-Xii/50) ปริมาณวิตามินซี (AsA) และปริมาณแคโรทีนอยด์ วางแผนการทดลองแบบ CRD แต่ละทรีทเมนต์มี 4 ซ้ำ

ผลและวิจารณ์ผล

ในการทดลองนี้ใช้ค่า whiteness index ในการประเมินการเกิดฝ้าขาวที่ผิวของแครอทตัดแต่งพร้อมบริโภค ซึ่งพบว่าในทุกชุดการทดลองนั้นมีการเกิดฝ้าขาวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นอาการเกิดฝ้าขาวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามการแช่แครอทตัดแต่งพร้อมบริโภคในสารละลายน้ำตาลทรีฮาโลสมีการเกิดฝ้าขาวน้อยกว่าชุดควบคุม โดยสารละลายน้ำตาลทรีฮาโลสความเข้มข้น 2.5% มีประสิทธิภาพในการลดการเกิดฝ้าขาวในแครอทตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ดีที่สุด (Figure 1) อาการฝ้าขาวที่ผิวรอยตัดของแครอทเป็นผลมาจากการสูญเสียน้ำที่บริเวณผิวของรอยตัดในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งทรีฮาโลสมีสมบัติในการรักษาแรงดันออสโมติก รักษาเสถียรภาพและความชุ่มชื้นของเซลล์ (Elbein *et al.*, 2003) ส่งผลให้สามารถลดการเกิดฝ้าขาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

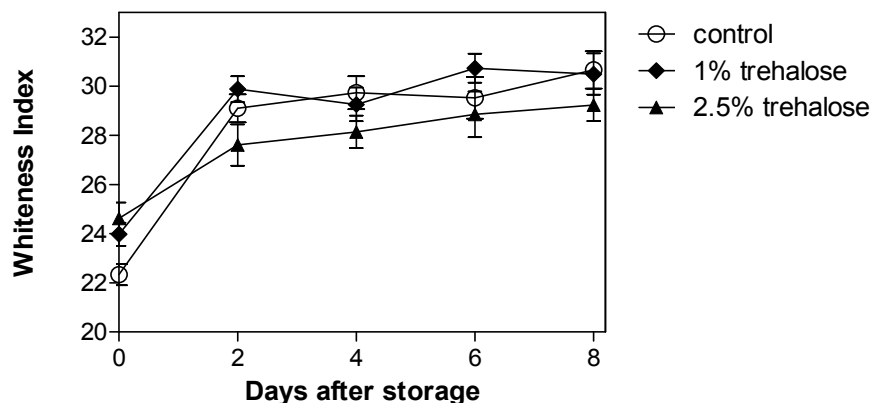


Figure 1 Whiteness index of minimally processed carrots after treatment with different concentrations of trehalose solution and storage at 10 °C for 8 days. (85-90% RH.)

นอกจากนี้ทรีฮาโลสยังมีผลต่อเนื้อสัมผัสของแครอทตัดแต่ง ซึ่งผลการทดลองพบว่าค่าแรงเคียนของแครอทตัดแต่งที่แช่ในสารละลายน้ำตาลทรีฮาโลสทุกความเข้มข้นมีค่าสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาและมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยแครอทตัดแต่งที่ทำการแช่ในสารละลายน้ำตาลทรีฮาโลสความเข้มข้น 2.5% มีค่าแรงเคียนสูงที่สุด ในขณะที่แครอทในชุดควบคุมมีค่าแรงเคียนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงวันที่ 6 ของการเก็บรักษาและลดลงในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (Figure 2)

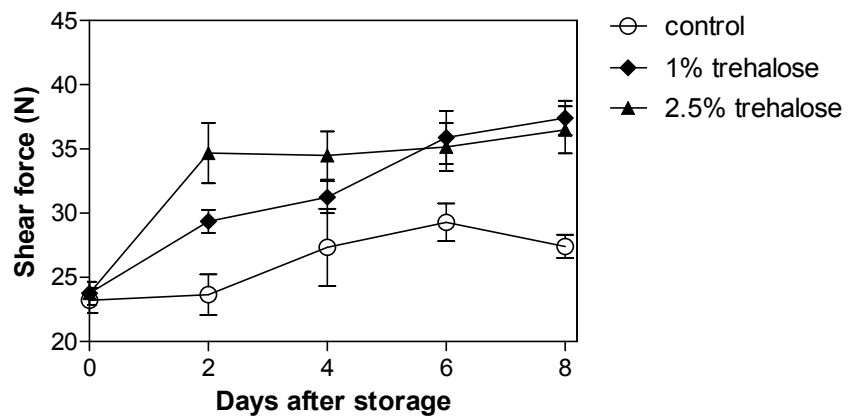


Figure 2 Shear force of minimally processed carrots after treatment with different concentrations of trehalose solution and storage at 10°C for 8 days. (85-90% RH.)

ปริมาณวิตามินซีของแครอทตัดแต่งพร้อมบริโภคนั้นในสารละลายน้ำตาลทรีฮาโลสเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงวันที่ 4 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นปริมาณค่อนข้างคงที่ ในขณะที่ชุดควบคุมมีปริมาณวิตามินซีน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่แช่ในสารละลายน้ำตาลทรีฮาโลส (Figure 3A) นอกจากนี้การแช่แครอทตัดแต่งพร้อมบริโภคนั้นในสารละลายน้ำตาลทรีฮาโลสทุกความเข้มข้นยังช่วยรักษาปริมาณแคโรทีนอยด์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแครอทที่ทำการแช่ในสารละลายทรีฮาโลสความเข้มข้น 2.5% นั้นมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงที่สุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา (Figure 3B)

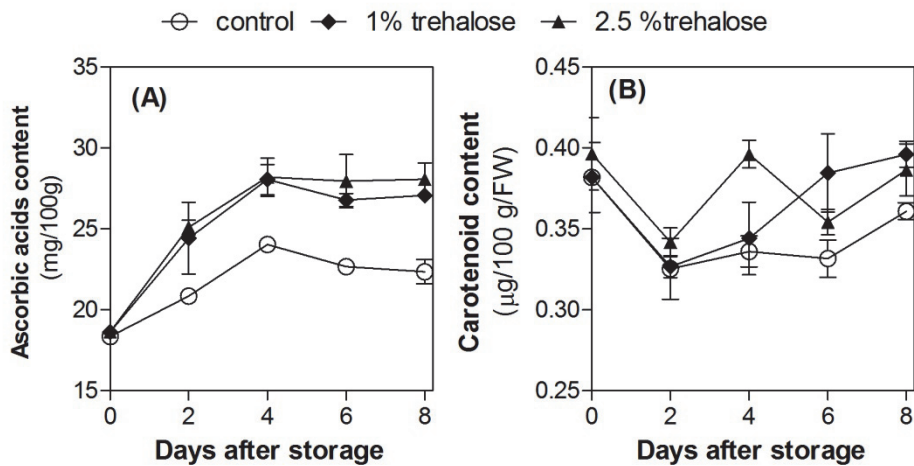


Figure 3 Ascorbic acids content (A) and carotenoid content (B) of minimally processed carrots after treatment with different concentrations of trehalose solution then stored at 10°C for 8 days. (85-90% RH.)

สรุปผล

การใช้สารละลายน้ำตาลทรีฮาโลสที่ความเข้มข้น 2.5% มีประสิทธิภาพในการลดการเกิดฝ้าขาวและรักษาคุณภาพของแครอทตัดแต่งพร้อมบริโภค ส่งผลให้ช่วยยืดอายุการวางจำหน่ายของแครอทตัดแต่งพร้อมบริโภค ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมผักผลไม้ตัดแต่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- Crowe, J.H., L.M. Crowe, D. Chapman. 1984. Preservation of membranes in anhydrobiotic organisms: the role of trehalose. *Science* 223: 701-703.
- Elbein, A.D., Y.T. Pan, I. Pastuszak and D. Carroll. 2003. New insights on trehalose: a multifunctional molecule. *Glycobiology* 13: 17-27.
- Drennan, P.M., M.T. Smith, D. Goldsworthy and V. Staden. 1993. The occurrence of trehalose in the leaves of the desiccation-tolerant angiosperm *Myrothamnus flabellifolius* Welw. *Plant Physiology* 142: 493-496.
- Hounsa, C.G., E.V. Brandt, J. Thevelein, S. Hohmann and B.A. Prior. 1998. Role of trehalose in survival of *Saccharomyces cerevisiae* under osmotic stress. *Microbiology* 144: 671-680.
- Howard, L.R. and T. Devi. 1996. Minimal processing and edible coating effects on the composition and sensory quality of mini peeled carrots during storage. *Journal of Food Science* 61:645-51.
- Muruta, K., T. Nakada, M. Kubota, H. Chanen, T. Sugimoto, M. Kurimoto and Y. Tsujisaka. 1995. Formation of trehalose from maltooligosaccharides by a novel enzymatic system. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* 59 (10): 1829-1834.
- Richards, A.B., S. Krakiwka, L.B. Dexter, H. Schid, A.P.M. Wolterbeek, D.H. Waalkens-Berendsen, A. Shigoyoki and M. Murimoto. 2002. Trehalose: a review of properties, history of use and human tolerance and results of multiple studies. *Food and Chemical Toxicology* 40(7): 871-898.