Agricultural Sci. J. 33 : 6 (Suppl.) : 210-213 (2002) **ว. วิทย. กษ. 33 : 6 (พิเศษ) : 210-213 (2545)**

คุณภาพการเก็บรักษาของผักกาดหอมห่อแปรรูปพร้อมบริโภคภายใต้สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

Storage Quality of Minimally Processed Lettuce under Low Temperature and Carbon Dioxide Condition

วิษณุ นิยมเหลา[1] นงลักษณ์ นิยมเหลา[1]
ภูวนาท ฟักเกตุ[1] และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์[1]
Wissanu Niyomlao[1], Nongluk Niyomlao[1],
Puvanart Fuggate[1] and Sirichai Kanlayanarat[1]

Abstract

The study on effects of low temperature (2 and 8 °C) and high CO_2 atmosphere (5 and 10%) on storage quality of minimally processed lettuce. Crisps head lettuce cv. Grate Lake was chopped in 2-3 cm and placed to storage conditions. It was found that, minimally processed lettuce storage at 2 °C could be delay respiration rate, ascorbic acid content, L-value and microbial growth (Total bacteria and yeast content) more than storage at 8 °C. However, the high CO_2 storage conditions not are effect on each change with the same temperature. The storage condition with 10% CO_2 could be delayed browning symptom more than 5% CO_2.

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่ำ (2 และ 8 องศาเซลเซียส) ร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูง (ความเข้มข้นร้อยละ 5 และ 10) ต่อคุณภาพการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อแปรรูปพร้อมบริโภค โดยทำการหั่นผักกาดหอมห่อพันธุ์เกรทเลคให้เป็นชิ้นขนาดเล็กมีขนาดประมาณ 2-3 เซนติเมตร แล้วนำไปเก็บรักษาในสภาพต่างๆ ที่กำหนด จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส สามารถลดอัตราการหายใจ การเปลี่ยนแปลง ascorbic acid การเปลี่ยนแปลงค่า L และการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (เชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและเชื้อยีสต์) ได้มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวที่อุณหภูมิการเก็บรักษาระดับเดียวกัน สำหรับการเกิดสีน้ำตาลพบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5 ทั้งสองอุณหภูมิการเก็บรักษา

คำสำคัญ: คาร์บอนไดออกไซด์, คุณภาพ, ผักกาดหอมห่อ, แปรรูปพร้อมบริโภค

คำนำ

การแปรรูปพร้อมบริโภคเป็นวิธีการที่นิยมของผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน เนื่องจากทำให้สะดวกในการเตรียมอาหารและการตรวจเช็คคุณภาพของผลิตผล (Schlimme, 1995) ผลิตผลชนิดต่างๆ ที่นิยมนำมาแปรรูปพร้อมบริโภคได้แก่ หอมหัวใหญ่ ผักกาดหอม ผักกาดหอมห่อ แตงโม สับปะรด เป็นต้น เมื่อผลิตผลต่างๆ ที่ผ่านการแปรรูปจะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเซลล์ของผลิตผลดังกล่าวอยู่ในสภาพที่ถูกทำลายจากขบวนการแปรรูป (Brecht, 1995) อีกทั้งยังง่ายต่อการเข้าทำลายหรือการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการเน่าเสียและความปลอดภัยสำหรับการบริโภค ปัญหาต่างๆ เหล่านี้มีวิธีการป้องกันแก้ไขได้ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ การเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงและควบคุมบรรยากาศ ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของผลิตผลได้ รวมทั้งลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ได้

ผักกาดหอมห่อเป็นผลิตผลอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาแปรรูปพร้อมบริโภค ซึ่งที่พบมากที่สุดได้แก่การหั่น (shredded) ปัญหาที่สำคัญของผักกาดหอมห่อแปรรูปพร้อมบริโภคได้แก่การเกิดสีน้ำตาล (browning) วิธีการที่สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ โดยการเก็บรักษาในสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูง (Mateos *et al*., 1993) และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (Toivonen, 1997) นอกจากนี้การเก็บรักษาในสภาพดังกล่าวยังสามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Hong and Pyun, 1999; Marth, 1998) ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิต่ำร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคุณภาพการเก็บรักษาของผักกาดหอมห่อแปรรูปพร้อมบริโภค

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

อุปกรณ์และวิธีการ

ผักกาดหอมห่อพันธุ์เกรทเลค คัดเลือกหัวที่ไม่มีตำหนิ (โรค) มาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดกว้าง 1.5-2.0 เซนติเมตร ล้างในสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm โดยมีอุณหภูมิของสารละลายเท่ากับ 5-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที นำผักที่เตรียมเสร็จแล้วมาบรรจุในถุงพลาสติก PP บรรจุถุงละ 50 กรัม วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) บันทึกผลการทดลองทุกวัน ดังนี้

1. อัตราการหายใจ

นำผักที่ผ่านการชั่งน้ำหนักเก็บในกล่องปิดสนิทที่ทราบปริมาตร เก็บรักษาเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในอุณหภูมิที่ใช้สำหรับการเก็บรักษา แล้วเก็บตัวอย่างก๊าซภายในกล่องโดยดูดก๊าซด้วยกระบอกฉีดยาที่เป็นสูญญากาศปริมาตร 1 มิลลิลิตร ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas chromatography ยี่ห้อ SHIMUDZU รุ่น GC-8A สำหรับการวิเคราะห์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รายงานผลเป็น mg CO_2/kg.hr

2. ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมกรดแอสคอร์บิกต่อ 100 มิลลิกรัมน้ำคั้น) (AOAC, 1996)

ปริมาณวิตามินซีวัดจากน้ำคั้นของผักแต่ละชนิดนำน้ำคั้น 2 มิลลิลิตร ใส่ลงใน flask เติม metaphosphoric acid 5 มิลลิลิตร แล้วไตเตรทด้วย dichlorophenolindophenol (dye solution) จนถึง end point คือสารละลายมีสีชมพูอย่างน้อย 5 วินาที แล้วจึงคำนวณหาปริมาณวิตามินซีโดยใช้สูตร

$$\text{mg ascorbic acid/100 ml juice} = (X- B)(F/E)(V/Y) \times 100$$

3. การเปลี่ยนแปลงสี (ค่า L)

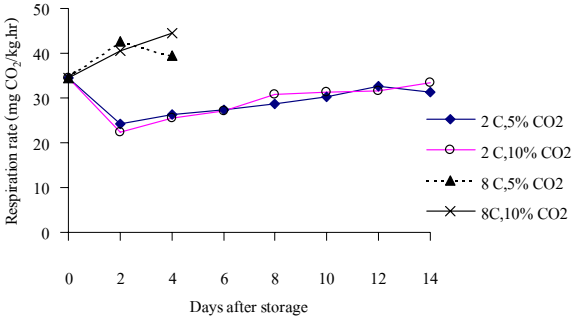
โดยใช้เครื่อง Hunter lab tristimulus colorimeter (CR-300 Minolta Colorimeter) ปรับสีโดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐาน (L = 80.62, a = -1.73, b = 19.78) แล้วทำการวัดโดยบรรจุผักกาดหอมห่อลงในเพตริดิสที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 11 เซนติเมตร รายงานเป็นค่า L

4. การปนเปื้อนของจุลินทรีย์

การหาจำนวนเชื้อยีสต์โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Yeast Extract Agar และการหาจำนวนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Standard methods agar, SMA Agar ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Spread plate รายงานผลเป็น Log CFU /g

ผลและวิจารณ์

อัตราการหายใจพบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถลดอัตราการหายใจได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับอื่นๆ (ภาพที่ 1) สอดคล้องกับ Watada และคณะ (1996) ส่วนผลของคาร์บอนไดออกไซด์พบว่าสามารถลดการหายใจได้เนื่องจากมีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์และการสะสมของสารตัวกลางในกระการหายใจ

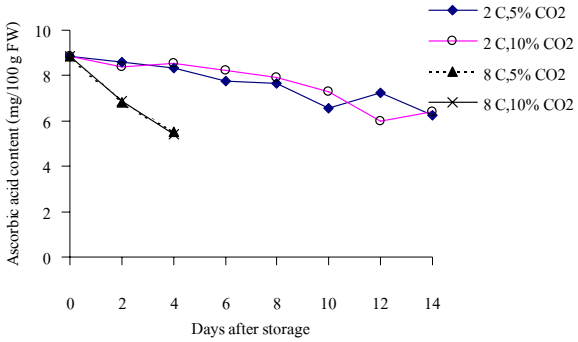


ภาพที่ 1 อัตราการหายใจของผักกาดหอมห่อแปรรูปพร้อมบริโภคเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 8 องศาเซลเซียส ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 และ 10

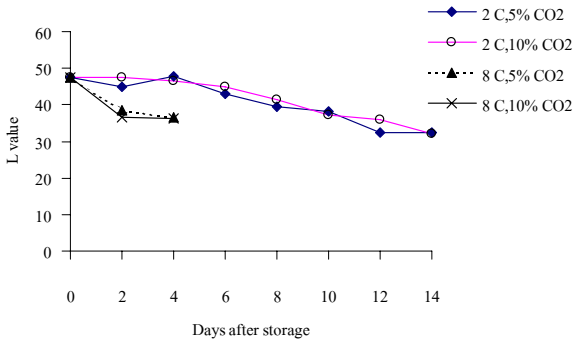
ปริมาณวิตามินซีของผักพร้อมบริโภคพบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ร่วมกับการให้คาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถรักษาปริมาณวิตามินซีของผักพร้อมบริโภคได้ดีที่สุด (ภาพที่ 2) เช่นเดียวกับการทดลองของ Barry-Ryan and O'Beirne (1999) พบว่าการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อตัดสดที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส สามารถรักษาปริมาณ ascorbic acid ได้มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส สภาพบรรยากาศในการเก็บรักษาที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงสามารถลดการสูญเสียวิตามินซี (Ahvenainen, 1996) การเก็บรักษาผักพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 2 องศา

เซลเซียส ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10 มีผลในการชะลอการลดลงของค่า L ซึ่งใช้เป็นดัชนีการเกิดสีน้ำตาลหรือการเกิด browning (ภาพที่ 3) ซึ่งโดยปกติการเกิด browning สามารถยับยั้งได้โดยการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำและมีคาร์บอนไดออกไซด์สูง (Mateos *et al*., 1993; Toivonen, 1997)

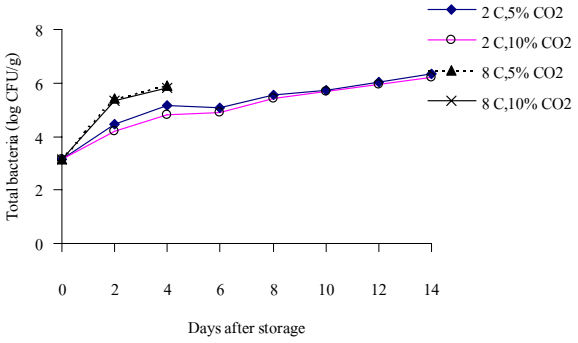
การเก็บรักษาผักพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ร่วมกับการให้คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10 สามารถลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด (เชื้อยีสต์และแบคทีเรียทั้งหมด) (ภาพที่ 4 และ 5) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีผลโดยตรงต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Marth, 1998) สำหรับผลของสภาพบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงและปริมาณออกซิเจนต่ำสามารถลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ซึ่งจากการทดลองพบว่าการเก็บรักษาในสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10 สามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด สอดคล้องกับ Segall and Scanlon (1996) พบว่าการเก็บรักษาผักกาดหอมชนิด Romaine ในสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10 สามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ภายในภาชนะบรรจุได้ดีกว่าการเก็บรักษาในสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 6



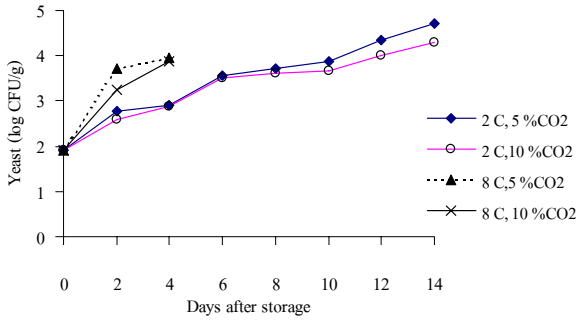
ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ ascorbic acid ของผักกาดหอมห่อแปรรูปพร้อมบริโภคเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 8 องศาเซลเซียส ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 และ 10



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่า L ของผักกาดหอมห่อแปรรูปพร้อมบริโภคเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 8 องศาเซลเซียส ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 และ 10



ภาพที่ 4 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดของผักกาดหอมห่อแปรรูปพร้อมบริโภค เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 8 องศาเซลเซียส ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 และ 10



ภาพที่ 5 ปริมาณเชื้อยีสต์ของผักกาดหอมห่อแปรรูปพร้อมบริโภคเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 8 องศาเซลเซียส ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 และ 10

สรุป

การเก็บรักษาผักกาดหอมห่อแปรรูปพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส สามารถลดอัตราการหายใจ การเปลี่ยนแปลง ascorbic acid การเปลี่ยนแปลงค่า L และการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (เชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและเชื้อยีสต์) ได้มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5 ทั้งสองอุณหภูมิการเก็บรักษา แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านอื่นๆ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

เอกสารอ้างอิง

Agar, I.T., J. Streif and F. Bangeth. 1997. Effect of high CO_2 and controlled atmosphere concentrations on the ascorbic acid, dehydroascorbic acid content of some berry fruits. Postharvest Biol. Technol. 11: 47-55.

Ahvenainen, R. 1996. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. Trends in Food Sci. & Tech. 7: 179-187.

Barry-Ryan, C. and D. O' Beirne. 1999. Ascorbic acid retention is shredded iceberg lettuce as affected by minimally processing. Food Sci. 64(3): 498-500.

Brecht, J.K. 1995. Physiology of lightly processed fruits and vegetable. HortSci. 30(1): 18-22.

Schlimme, D.V. 1995. Marketing lightly processed fruits and vegetables. HortSci. 30(1): 15-17.

Hong, S.-I and Y-R. Pyun. 1999. Inactivation kinetics of *Lactobacillus plantarum* by high pressure carbon dioxide. Food Sci. 64(4): 728-733.

Marth, E.H. 1998. Extended shelf life refrigerated foods: microbiological quality and safety. Food Technol. 52(2): 57-62.

Mateos, M., D. Ke, M. Cantwell and A.A. Kader. 1993. Phenolic metabolism and ethanolic fermentation of intact and cut lettuce exposed to CO_2-enriched atmospheres. Postharvest Biol. and Technol. 3: 225-233.

Segall, K.I. and M.G. Scanlon. 1996. Design and analysis of a modified-atmosphere package for minimally processed romaine lettuce. J. Amer.Soci. Hort. Sci. 121(4): 722-729.

Toivonen, P.M.A., 1997. Quality changes in packaged, diced onions (*Allium cepa* L.) containing two different absorbent materials. Proc. Seventh Inter. Controlled Atmosphere Research Confer. University of California. Davis. 5: 1-6.

Watada, A.E., N.P. Ko and D.A. Minott. 1996. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. Postharvest Biol. and Technol. 9: 115-125.