Agricultural Sci. J. 46 : 3/1 (Suppl.) : 299-302 (2015) ว. วิทย. กษ. 46 : 3/1 (พิเศษ) : 299-302 (2558)

ผลของสารประกอบฟอสเฟตต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาใบผักกาดขาวที่อุณหภูมิต่ำ

Effect of Phosphate Compounds on Quality and Storage Life of Chinese Cabbage Leaves Stored at Low Temperature

อินทิรา ลิจันทร์พร[1] กิตติชัย ไกรพา[1], วนิดา ศรีสัมฤทธิ์[1], และชูเกียรติ มณีวงศ์[1]
Intira Lichanporn[1] Kittichai Kripa[1] Wanida Srisamrit[1] and Chukiet Maneevong[1]

Abstract

Effect of phosphate compounds on quality and shelf life of Chinese cabbage stored at low temperature was investigated. Fresh-cut Chinese cabbage leaves were separated and cleaned with 200 ppm sodium hypochlorite. The leaves were then dipped in 0.5 and 1.0% sodium hexameta phosphate (SHMP), sodium tripolyphosphate (STPP) or tetrasodium pyrophosphate (TSPP) solutions for 1 minute, placed on trays that were loosely over-wrapped with low linear density polyethylene film, and stored at low temperature (8±2 °C) for 7 days. Samples non-treated with phosphate compounds were used as the control. The weight loss, L* value, firmness, pH, total soluble solids, phosphate residue, total bacterial count, *E. coli* and sensory quality were evaluated. The results showed that Chinese cabbage leaves dipped in 0.5 and 1.0% STPP and 0.5% TSPP had less weight loss than those dipped with SHMP at both concentrations. Phosphate compounds maintained the color and firmness of the leaves, compared with the control. Dipping in 0.5% STPP resulted in the lowest *E. coli* (0.77 log cfu/g) on day 7. The leaves dipped in 0.5% SHMP had the highest rating for overall acceptance on the first day and there was no significant difference in overall acceptance between dipped and non-dipped leaves in phosphate at the end of storage.

Keywords: phosphate compound, Chinese cabbage, low temperature

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสารประกอบฟอสเฟตต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผักกาดขาวที่อุณหภูมิต่ำ โดยนำผักกาดกาดมาแยกใบออก ทำความสะอาดด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้น 200 ส่วนในล้านส่วน และจุ่มในสารประกอบฟอสเฟต 3 ชนิด คือ sodium hexameta phosphate (SHMP) sodium tripolyphosphate (STPP) และ tetrasodium pyrophosphate (TSPP) แต่ละชนิดใช้สารละ 2 ความเข้มข้น คือ ความเข้มข้น 0.5% และ 1.0% จุ่มนาน 1 นาที วางในถาดโฟมที่หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด low linear density polyethylene และ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน ตัวอย่างที่ไม่จุ่มในสารฟอสเฟต ใช้เป็นชุดควบคุม ทำการวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนัก ค่าสี ความแน่นเนื้อ พีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ สารฟอสเฟสที่ตกค้าง ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด เชื้ออีโคไล และคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากผลการทดลองพบว่า ผักกาดขาวที่จุ่มในสารละลายฟอสเฟตความเข้มข้น STPP 0.5 และ 1.0% และ TSPP 0.5% มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าผักกาดขาวที่จุ่มในสาร SHMP ที่ทั้งสองความเข้มข้น การใช้สารละลายฟอสเฟตช่วยรักษาสีและความแน่นเนื้อของผักกาดขาวได้ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ผักที่จุ่มใน STPP 0.5% มีปริมาณเชื้อ *E. coli* น้อยที่สุด (0.77 log cfu/g) ในวันที่ 7 ผักกาดขาวที่จุ่ม SHMP 0.5% มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุดในวันแรก และไม่พบความแตกต่างระหว่างผักกาดขาวที่จุ่มและไม่จุ่มฟอสเฟตในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา

คำสำคัญ: สารประกอบฟอสเฟต ผักกาดขาว อุณหภูมิต่ำ

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง มีความสด หรือใกล้เคียงของสด (fresh like) อีกทั้งยังต้องการความสะดวกรวดเร็วในการเตรียมอาหารที่ไม่ต้องเสียเวลานาน จึงได้มีการเตรียมผักผลไม้พร้อมบริโภคหรือผักผลไม้ตัดแต่งเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้บริโภค ผักพร้อมบริโภคจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีความสำคัญและเป็นแหล่งของคุณค่าทาง

[1] สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12130
[1] Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala Univerisity of Technology Thanyaburi , Bangkok 12130

อาหาร และมีประโยชน์ต่อร่างกาย คือ มีวิตามินและเกลือแร่ที่ร่างกายต้องการ นอกจากนี้ยังมีเซลลูโลสและเส้นใยซึ่งช่วยในการขับถ่าย ผักกาดขาวเป็นผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากใช้บริโภคสด และสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายประเภท เช่น ผัด แกง ต้ม รวมทั้งส่งเข้าร้านอาหาร ภัตตาคาร ต่างๆ ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร จึงมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงกระบวนการผลิตหรือเทคโนโลยี รวมทั้งมีการใช้เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ เพื่อรักษาคุณภาพของอาหารและยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น วิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ คือ การประยุกต์ใช้สารประกอบฟอสเฟต ซึ่งเป็นวัตถุเจือปนอาหารชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์ต่อวงการอุตสาหกรรมอาหารมาก เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตมีคุณสมบัติป้องกันการเกิดสีน้ำตาล (Weller *et al*, 2002) ช่วยปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้น และลดปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร (Ash and Ash,1996; Budavari, 2001;Committee on Food Chemicals Codex, 1996) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารประกอบฟอสเฟตต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผักกาดขาวที่อุณหภูมิต่ำ

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกผักกาดขาวสดที่ไม่มีตำหนิ หรือแตกหัก หรือบาดแผลจากแมลงหรือโรคที่เกิดจากจุลินทรีย์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 16-18 เซนติเมตร นำมาดึงใบออกทีละใบจากนั้น ล้างทำความสะอาดโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้น 200 ส่วนในล้านส่วน วางทิ้งไว้ให้แห้ง ประมาณ 30 นาที นำใบผักกาดขาวจุ่มลงในสารละลายฟอสเฟต ได้แก่ sodium tripolyphosphate (STTP), tetrasodium phosphate (TSPP) และ sodium hexameta phosphate (SHMP) โดยนำมาเตรียมให้มีความเข้มข้น 0. 5% และ 1.0% จุ่มนาน 1 นาที จากนั้นรอให้แห้งประมาณ 20 นาที บรรจุใส่ถาดโฟม แต่ละถาดปริมาณ 100 กรัม นำมาหุ้มด้วยฟิล์มพอลิเอทิลีน ชนิด low linear density polyethylene (LLDPE) ความหนา 10 ไมโครเมตร เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8$\pm$2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวนข้อมูล 3 ซ้ำ และวางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Dancan's new multiple range test (DMRT) test ประมวลผลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยวิเคราะห์คุณภาพในวันที่ 0 และวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ดังนี้ การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสี ความแน่นเนื้อ พีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณแร่ธาตุด้วยเครื่อง inductively coupled plasma-mass spectrometry, optical emission spectrometer, Optima 2100 DV ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณเชื้อ *E. coli* และการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ด้วยวิธีการทดสอบแบบ 9 – points hedonic scale

ผลและวิจารณ์

จากผลการทดลอง พบว่า การจุ่มใน STPP 0.5 และ 1.0 % และ TSPP 0.5% ชะลอการสูญเสียน้ำหนักของผักกาดขาวได้ ในขณะที่ผักที่จุ่มใน SHMP 0.5 และ 1.0% มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าชุดควบคุม ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตจับโปรตีนในผัก ทำให้ผักมีการอุ้มน้ำได้ดีขึ้น จึงมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยลง (Young and Lyon, 1997) การจุ่มฟอสเฟสไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L^*) ของผักกาดขาวในระยะเวลา 7 วัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 73.42 – 80.29 ผักกาดขาวที่จุ่มใน STPP 0.5 และ 1.0% และ TSPP 0.5% มีความแน่นเนื้อลดลงจากวันแรก ในขณะที่ชุดควบคุม และผักที่จุ่มใน SHMP 0.5 และ 1.0% และ TSPP 1.0% มีความแน่นเนื้อของผักกาดขาวเพิ่มสูงขึ้น อาจเนื่องมาจากการสูญเสียน้ำหนักสดซึ่งส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส และผักกาดขาวมีปากใบจำนวนมาก เมื่อก้านเหี่ยวจะเข้าสู่ระยะเสื่อมสภาพ จึงส่งผลให้การสังเคราะห์เส้นใยเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความแน่นเนื้อของก้านผักกาดขาวเปลี่ยนแปลง (อัจฉรา, 2552) ผักที่จุ่มใน STPP 0.5 และ 1.0% และ TSPP 0.5% มีค่าพีเอชต่ำกว่าชุดควบคุม และผักที่จุ่มใน SHMP 0.5 และ 1.0% และ TSPP 1.0% ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผักกาดขาว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากขณะเก็บรักษาผักกาดขาวมีการสูญเสียน้ำหนัก ทำให้สารละลายเข้มข้นมากขึ้น จึงมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น (Wills *et al*., 1981) ปริมาณสารประกอบฟอสเฟตที่กฎหมายกำหนด คือ 3,000 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ซึ่งจากการทดลองพบว่า ผักกาดขาวที่จุ่มในฟอสเฟตมีปริมาณไม่เกินจากที่กำหนดไว้ โดยผักกาดขาวที่จุ่มสารละลายฟอสเฟตมีปริมาณฟอสเฟตมากกว่าผักกาดขาวชุดควบคุม เนื่องจากการนำผักกาดขาวจุ่มลงไปในสารละลายฟอสเฟตอาจไปเพิ่มปริมาณฟอสเฟตมากขึ้นโดยเฉพาะผักกาดขาวที่จุ่ม TSPP มีปริมาณฟอสเฟตมากที่สุด จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่พบในผักกาดขาวระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 ± 2 องศาเซลเซียส ทุกสิ่งทดลองมีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นตลอดอายุ

การเก็บรักษา โดยในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา ผักกาดขาวที่จุ่มใน STPP 1.0% มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดมากกว่าทุกสิ่งทดลอง (3.98 log cfu/g) และสิ่งทดลองที่มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดน้อยที่สุด คือ STPP 0.5% (3.67 log cfu/g) เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้น โดยผักกาดขาวที่จุ่มใน TSPP 0.5% มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดมากที่สุด (4.63 log cfu/g) และ SHMP 1.0% มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดน้อยที่สุด (3.90 log cfu/g) ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุมมีจำนวนเชื้อ *E. coli* มากที่สุด(3.48 log cfu/g) ในขณะที่ผักกาดขาวที่จุ่ม STPP 0.5% มีจำนวนเชื้อ *E. coli* ต่ำสุด (0.77 log cfu/g) จำนวนเชื้อ *E. coli* เพิ่มขึ้นในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ผักกาดขาวที่จุ่มในสารละลายฟอสเฟตที่มีปริมาณเชื้อ *E. coli* ต่ำสุด คือ STPP 0.5% ซึ่งมีจำนวนเชื้อเท่ากับ 2.54 log cfu/g การเพิ่มขึ้นของจำนวนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและเชื้อ *E. coli* เพิ่มขึ้นเล็กน้อย จากวันแรกจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ โดยทำปฏิกิริยากับอนุมูลโลหะ ซึ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Ash and Ash,1996; Budavari, 2001) รวมทั้งการเก็บรักษาผักกาดขาวที่อุณหภูมิต่ำ ยังสามารถยับยั้งการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ได้ด้วย (El – Goorani, 1979 ; Wills *et al*., 1981) จากการทดสอบประสาทสัมผัสของผักกาดขาวทั้ง 7 สิ่งทดลองพบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษา ผักกาดขาวที่จุ่มใน STPP 0.5% มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัสมากที่สุด ในขณะที่ความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน เมื่อเก็บรักษาผ่านไป 7 วัน พบว่า ผักกาดขาวทั้งที่จุ่มฟอสเฟตและไม่จุ่มมีความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน

สรุป

ผักกาดขาวที่จุ่มในสารละลายฟอสเฟตที่ความเข้มข้น STPP 0.5 และ1.0% และ TSPP 0.5% สามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก ยกเว้นการจุ่มผักกาดขาวในสาร SHMP ที่ทั้งสองความเข้มข้น การจุ่มผักกาดขาวในสารละลายฟอสเฟตทำให้ค่าสี L* เพิ่มขึ้น และช่วยรักษาความแน่นเนื้อและพีเอชได้ รวมทั้งลดจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดและเชื้อ *E. coli* ได้ดีกว่าการไม่จุ่มสารละลายฟอสเฟต ซึ่งผักกาดขาวที่จุ่มสารละลายฟอสเฟต STPP ความเข้มข้น 0.5% มีคุณภาพดีที่สุด และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในวันแรกของการเก็บรักษา

คำขอบคุณ

ขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ได้สนับสนุนการนำเสนอผลงานครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

อัจฉรา ฉัตรแก้ว. 2552. ผลของแรงดันไฟฟ้าและชนิดของสารละลายที่นำไฟฟ้าต่อการมีชีวิตรอดของเชื้อ *Erwinia carotovora* และคุณภาพของผักกาดขาวปลีตัดแต่งพร้อมบริโภค. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

Ash, M. and I. Ash. 1996. Handbook of Food Additives. Grower Publishing, Vermont, Brookfield. 1024 p.

Budavari, S. 2001. The Merck Index. 13th ed. Whitehouse Station. Merck and Co Inc., New Jersey. 1818p.

Committee on Food Chemicals Codex. 1996. Food Chemicals Codex. 4th ed. National Academic Press., Washington D.C

Ei - Goorani, M. A. 1979. Effects of modified atmospheres on postharvest pathogens of fruits and vegetables. Hort. Rev. 10: 412-461.

Weller, A., C.A. Sims, R.F. Matlthews, R.P. Bates and J.K. Brecht. 2002. Browning susceptibility and changes in composition during storage of carambola. J. Food Sci. 62(2):256-260.

Wills, R. H. H., T. H. Lee, D. Graham, W. B. McGlasson and E.C. Hall. 1981. Postharvest: An Introduction of the Physiology and Handing of Fruit and Vegetables. New South Wales Univ. Press Ltd., New South Wales. 161p.

Young, L.L and C.E. Lyon. 1997. Effect of postchill aging and sodium tripolyphosphate on moisture binding properties, color and Warner-Blatzler shear values of chicken breast meat. Poultry Science 76: 1587-1590.

Table 1 Changes in physiological, biochemical and microbiological qualities of Chinese cabbage stored at low temperature (8±2°C).

Parameter	Days after storage	Control	Phosphate compounds (%)					
			SHMP		STPP		TSPP	
			0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
Weight loss (%)[1]	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	7	6.05^{c}	9.97^{b}	11.79^{a}	0.38^{e}	1.47^{e}	3.90^{d}	5.57^{c}
L* [ns]	0	74.26	76.77	79.85	77.43	74.48	76.24	76.74
	7	73.42	79.21	80.29	74.56	76.13	76.52	77.20
Firmness (N) [1]	0	6.77^{ab}	5.69^{bc}	5.10^{c}	7.38^{c}	6.98^{ab}	7.50^{a}	6.09^{abc}
	7	7.72^{a}	7.81^{a}	6.60^{ab}	5.46 ^{b}	6.23^{b}	6.14^{b}	6.57^{ab}
pH[1]	0	5.86^{d}	6.18^{c}	6.22^{c}	6.36^{bc}	6.39^{abc}	6.68^{a}	6.57^{ab}
	7	6.27^{d}	6.29^{cd}	6.52^{ab}	6.28^{d}	6.38^{bcd}	6.46^{bc}	6.67^{a}
Total soluble solids[1]	0	3.16^{bc}	2.67^{d}	3.00 ^{cd}	3.33^{bc}	3.73^{a}	3.00^{cd}	3.50^{ab}
	7	3.27^{b}	2.97^{b}	3.20^{b}	3.23^{b}	3.80^{a}	3.00^{b}	3.27^{b}
Phosphate residue[1]	0	204.04^{c}	356.99^{b}	360.90^{b}	282.87^{bc}	642.37^{a}	362.03^{b}	357.17^{b}
	7	230.38^{d}	273.00^{d}	395.03^{c}	246.83^{d}	411.97^{c}	643.67^{a}	526.37^{b}
Total plate count (logCFU/g)[1]	0	3.83^{abc}	3.78^{bc}	3.71^{c}	3.67^{c}	3.98^{a}	3.68^{c}	3.90^{ab}
	7	TNTC	4.15^{abc}	3.90^{c}	4.00^{bc}	4.25^{ab}	4.63^{a}	TNTC
E. coli (logCFU/g)[1]	0	3.48^{a}	2.84^{ab}	2.16^{bc}	0.77^{b}	1.49^{bc}	2.72^{ab}	2.64^{ab}
	7	3.98^{a}	3.55^{b}	3.19^{c}	2.54^{d}	2.91^{c}	3.12^{c}	4.00^{a}

[Ns] Means within the row are not significantly different (P>0.05)

[1] Means within the row followed by different letters are significantly different (P≤0.05)

TNTC = Too numerous to count

Table 2 Sensory score of Chinese cabbage stored at low temperature (8±2°C).

Sensory score	Days after storage	Control	Phosphate compounds (%)					
			SHMP		STPP		TSPP	
			0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
Color[1]	0	7.03^{ab}	6.92^{ab}	7.20^{ab}	8.60^{a}	7.30^{ab}	7.23^{ab}	6.83^{b}
	7	6.87	6.90	6.47	6.53	6.70	6.73	6.67
Flavor[1]	0	6.57^{ab}	6.73^{ab}	6.83^{ab}	6.90^{a}	6.83^{ab}	6.30^{b}	6.67^{ab}
	7	6.83	6.70	6.33	6.47	6.47	6.33	6.63
Taste[1]	0	6.97	6.83	6.77	7.00	6.73	6.67	6.77
	7	7.00	7.10	6.73	6.87	6.70	6.77	6.97
Overall score[1]	0	6.87^{ab}	7.20^{a}	7.07^{ab}	7.03^{ab}	7.10^{ab}	7.17^{ab}	6.83^{b}
	7	7.20^{a}	7.13^{ab}	6.60^{b}	6.80^{ab}	6.80^{ab}	6.67^{ab}	6.77^{ab}

[Ns] Means within the row are not significantly different (P>0.05)

[1] Means within the row followed by different letters are significantly different (P≤0.05)