Agricultural Sci. J. 38 : 5 (Suppl.) : 82-86 (2007) ว. วิทย. กษ. 38 : 5 (พิเศษ) : 82-86 (2550)

ผลของกรดอินทรีย์ต่อการเกิดสีน้ำตาลและคุณภาพของกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภค

Effect of organic acids on browning and quality of fresh-cut cauliflower

ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์*[1] และ กฤษณ์ สงวนพวก[1]
Pongphen Jitareerat*[1] and Krish Sa-nguanpuag[1]

Abstract

Browning causes the quality reduction of fresh-cut cauliflower. This research was to study the effects of organic acids; citric acid and acetic acid at the concentrations of 0 (distilled water), 0.25 and 0.5% on the inhibition of browning and quality of fresh-cut cauliflower which stored at 4°C. The data showed that both of citric acid and acetic acid treatments at all tested concentrations was better to delay browning (maintained L* value), weight loss, and to reduce the population of yeast and mold, coliform bacteria and total bacteria than non-treatment. Fresh-cut cauliflower treated 0.25 and 0.5% acetic acid showed the best reduction in browning and polyphenoloxidase activity. However, fresh-cut cauliflower treated with 0.5% acetic acid had significantly lower weight loss than treated with 0.25% acetic acid.

Keywords: Organic acids / Cauliflower / Quality

บทคัดย่อ

การเกิดสีน้ำตาลเป็นสาเหตุที่ทำให้คุณภาพของกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคลดลง ดังนั้นการวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของกรดอินทรีย์ ได้แก่ กรดซิตริกและกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0 (น้ำกลั่น) 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ต่อการเกิดสีน้ำตาลและคุณภาพของกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่ากรดซิตริกและกรดอะซิติกที่ความเข้มข้นต่างๆ สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลของสีกะหล่ำดอก (รักษาค่าความสว่าง, L*) การสูญเสียน้ำหนักสด และสามารถลดปริมาณยีสต์และรา แบคทีเรียโคลีฟอร์ม และเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ดีกว่ากะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่จุ่มในน้ำกลั่น โดยการจุ่มกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการคล้ำของสีดอก และชะลอกิจกรรมของเอ็นไซม์ polyphenoloxidase (PPO) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม กะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยกว่ากะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: กรดอินทรีย์ กะหล่ำดอก คุณภาพ

คำนำ

กะหล่ำดอก *(Brassica oleracea* L.*)* เป็นผักที่มีเนื้อแน่น ไม่อวบน้ำ และทนทานต่อการขนส่งสูง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550) แต่การนำกะหล่ำดอกมาทำเป็นกะหล่ำดอกแปรรูปพร้อมบริโภค มักจะประสบปัญหาการเกิดสีน้ำตาลบริเวณดอก ทำให้คุณภาพของผลผลิตลดลงและไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ซึ่งการเกิดสีน้ำตาลนั้นอาจมีสาเหตุจากการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลภายในผลิตผล เช่น polyphenoloxidase (PPO) และ peroxidase (POD) เป็นต้น หรืออาจไม่ได้เกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ เช่น การสูญเสียน้ำ (Scott และคณะ, 1982) การเกิดปฏิกิริยาของกลุ่มคาร์บอนิล การเกิดไฮโดรไลซิสของคาร์โบไฮเดรต และการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากไขมัน เป็นต้น (McEvily และคณะ, 1992) ซึ่งแนวทางในการแก้ไขปัญหาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ สามารถทำได้โดยใช้กรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้แก่ กรดซิตริก กรดซักซินิก กรดมาลิค และกรดทาร์ทาริก โดยกรดอินทรีย์และอนุพันธ์ของกรดอินทรีย์เหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นสารป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตผล การเกิดสีน้ำตาล และทำให้ผลิตผลมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น (Rahman, 1999) Ibrahim และคณะ (2004) พบว่าการใช้กรดอะซิตริก 0.1 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลในกะหล่ำปลีหั่นฝอย Pilizota และ Sapers (2004) พบว่า การใช้กรดซิตริกร่วมกับโซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต ที่ pH 2.9 สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของแอปเปิ้ลตัดแต่งพร้อมบริโภคได้เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นอกจากนี้การใช้กรดซิตริก 1

[1] สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10150
[1] Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology, Thonburi, Bangkok, 10150
* Corresponding authers: pongphen.jit@kmutt.ac.th

เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสภาพดัดแปรบรรยากาศที่มีออกซิเจน 5 เปอร์เซ็นต์และคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการคล้ำลงของมะละกอเส้นและการเจริญของเชื้อ *Escherichia coli* ในมะละกอเส้นได้ (Lichanporn และ Kanlayanarat, 2006) ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกรดอินทรีย์ 2 ชนิด ได้แก่ กรดซิตริกและกรดอะซิติกต่อการเกิดสีน้ำตาลและคุณภาพของกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภค

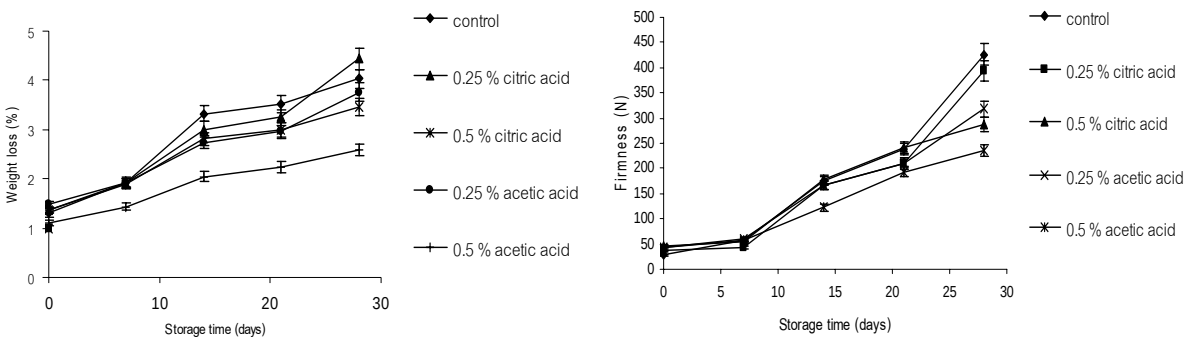
อุปกรณ์และวิธีการ

กะหล่ำดอกเลือกซื้อที่มีสีดอกสม่ำเสมอ ไม่มีร่องรอยสีดำที่ดอก และมีขนาดใกล้เคียงกัน นำมาตัดแต่งออกเป็นเป็นชิ้นๆ ตามขนาดของช่อกะหล่ำดอก จากนั้นจุ่มในสารละลายกรดซิตริกและกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) เป็นเวลา 5 นาที สะเด็ดน้ำให้แห้งก่อนบรรจุลงในถาดโฟม ขนาด 12 X 15 เซนติเมตร ถาดละ 150 กรัม และหุ้มด้วยฟิล์ม Polyvinylcarbonate (PVC) และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน ทำการบันทึกผลการทดลองทุก 7 วัน ดังนี้ การสูญเสียน้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงสี (L* หรือค่าความสว่าง) โดยใช้เครื่อง Minolta model CR-100 ความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer model TA/XTi ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราแบคทีเรียโคลิฟอร์ม โดยใช้อาหาร Plate Count Agar, Potato Dextrose Agar และ Eosin Methylene Blue Agar และกิจกรรมของเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO) (Guiwen และคณะ, 1995) โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ (ถาด) และวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์

กะหล่ำดอกที่จุ่มด้วยกรดซิตริกและกรดอะซิติกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยกะหล่ำดอกที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์มีการสูญเสียน้ำหนักสดต่ำที่สุด รองลงมาคือ การจุ่มด้วยกรดซิตริก 0.5 เปอร์เซ็นต์ และกะหล่ำดอกที่จุ่มด้วยน้ำกลั่นมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด (Figure 1a) การใช้กรดอินทรีย์สามารถช่วยรักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่าการไม่ใช้กรดอินทรีย์ โดยพบว่ากะหล่ำดอกที่จุ่มด้วยน้ำกลั่นมีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มสูงขึ้น (Figure 1b) นั่นแสดงว่ากะหล่ำดอกมีความเหนียวเพิ่มขึ้น จึงต้องใช้แรงในการเฉือนเพิ่มมากขึ้น การที่กะหล่ำดอกที่จุ่มด้วยน้ำกลั่นมีค่าแรงเฉือนเพิ่มขึ้นนั้นเป็นเพราะกะหล่ำดอกมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากจึงมีความเหนียวเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองของ Escriche และคณะ (2001) ที่พบว่าเมื่อเห็ดมีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ค่าความแน่นเนื้อของเห็ดเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

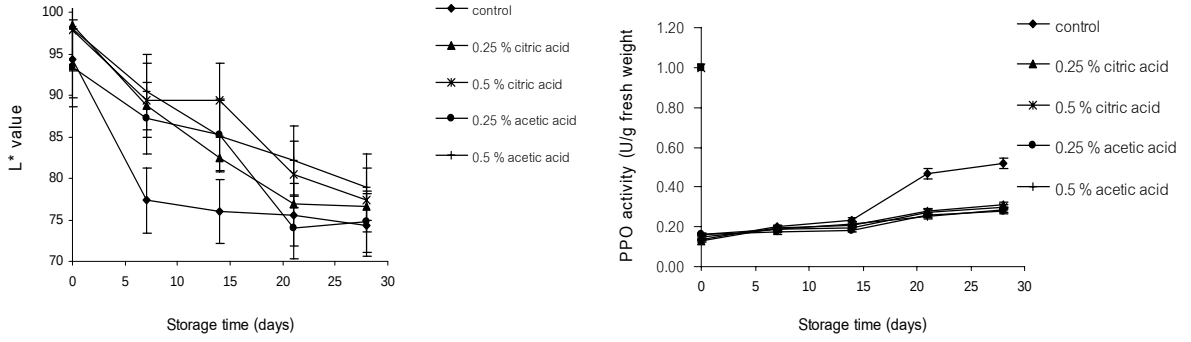
กรดอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของกะหล่ำดอกได้ โดยกะหล่ำดอกที่จุ่มด้วยน้ำกลั่นมีค่าความสว่าง (ค่า L*) ลดลงอย่างรวดเร็วหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน และมีค่าความสว่างน้อยกว่ากะหล่ำดอกที่ใช้กรดอินทรีย์ กะหล่ำดอกที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถรักษาค่าความสว่าง (ไม่เกิดสีคล้ำหรือสีน้ำตาล) ได้ดีกว่ากะหล่ำดอกที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกที่ 0.25 เปอร์เซ็นต์ และกรดซิตริกที่ 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2a) การเกิดสีน้ำตาลบนผลผลิตนั้นเกิดอาจเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ เช่น PPO, POD, phenylalanine ammonia lyase เป็นต้น (Galen และคณะ, 1998) ซึ่งจากการตรวจวัดกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของกะหล่ำดอกในทุกทรีตเมนท์ พบว่าเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (Figure 2b) โดยเฉพาะกะหล่ำดอกที่จุ่มในน้ำกลั่นมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO สูงกว่ากะหล่ำดอกที่จุ่มในกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากเก็บรักษาได้ 14 วัน จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการเกิดสีน้ำตาลของกะหล่ำดอกเกิดจากการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาของเอนไซม์ภายในผลิตผลและการเกิดสีน้ำตาลในกะหล่ำดอกสามารถถูกยับยั้งได้โดยกรดอะซิติกและซิตริก Castener และคณะ (1997) พบว่าการใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 50 กรัมต่อลิตร สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลในผักกาดหอมได้ โดยมีผลไปยับยั้งกิจกรรมของเอ็นไซม์ PPO และ POD เป็นต้น การที่กรดอินทรีย์สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ เนื่องจากกรดอินทรีย์จะทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของผลิตผลต่ำลง และถ้าค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่า 4 จะสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PPO ได้ เนื่องจากเอนไซม์ PPO จะทำงานได้ดีที่ค่าความเป็นกรดด่างระหว่าง 5 – 7 และเมื่อค่าความเป็นกรดด่างของผลิตผลต่ำกว่า 4 จะทำให้บริเวณแอคทีฟไซด์ของเอนไซม์จับกับคอปเปอร์ไว้ได้ไม่ดี จึงมีผลทำให้เอนไซม์ PPO ทำงานได้ไม่ดีด้วย (Martinez และ Whitaker, 1995)



(a) (b)

Figure 1 Effect of 0.25 and 0.5 % citric acid and 0.25 and 0.5 % acetic acid on weight loss (a) and firmness (b) of fresh cut cauliflower stored at 4°C for 28 days.

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ในทุกชุดการทดลองมีปริมาณเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (Figure 3) พบว่าการใช้กรดอินทรีย์สามารถชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้เมื่อเทียบกับทรีตเมนท์ควบคุม โดยเฉพาะกะหล่ำดอกที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกและซิตริกทุกความเข้มข้น สามารถชะลอการเจริญเติบโตของยีสต์และราแบคทีเรียโคลิฟอร์มได้ดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทรีตเมนท์ควบคุม และแม้ว่ากรดอะซิติกและซิตริกทุกความเข้มข้นจะให้ผลลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทั้งหมดได้แต่ก็ไม่พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติกับทรีตเมนท์ควบคุม การที่กรดอะซิติกและซิตริกสามารถควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้นั้นเป็นผลมาจากกรดอะซิติกและซิตริกมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดลง ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (Rahman, 1999) Vasantha และคณะ (2006) พบว่าการใช้กรดแลกติกที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดปริมาณเชื้อ *Escherichia coli, Listeria monocytogenes* และ *Salmonella enterica* ในแอปเปิ้ลตัดแต่งพร้อมบริโภคได้



(a) (b)

Figure 2 Effect of 0.25 and 0.5 % citric acid and 0.25 and 0.5 % acetic acid on changes L*value (a) and polyphenoloxidase activity (b) of fresh cut cauliflower stored at 4oC for 28 days.

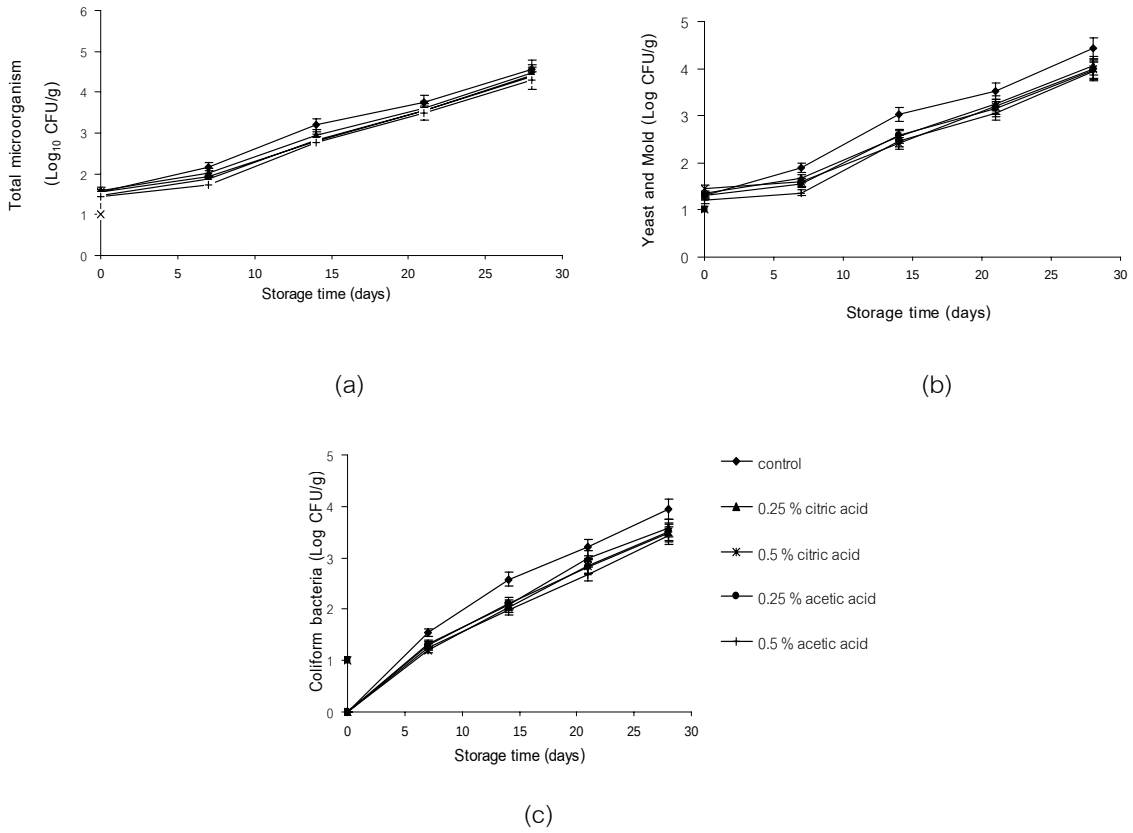


Figure 3 Effect of 0.25 and 0.5 % citric acid and 0.25 and 0.5 % acetic acid on inhibited of Total microorganism (a), Yeast and mold (b) and Coliform bacteria (c) of fresh cut cauliflower stored at 4°C for 28 days.

สรุป

กรดซิตริกและกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการคล้ำของสีกะหล่ำดอก การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณยีสต์และรา แบคทีเรียโคลีฟอร์ม และเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ โดยการจุ่มกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการคล้ำของสีดอกและกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ได้ดีที่สุด

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550. กะหล่ำดอก. http://www.doae.go.th/library/html/detail/kalumdok/ka2.html.

Casteñer, M., Gil, M. I. and Artés, F. 1997. Organic acids as browning inhibitors on harvested “Baby” lettuce and endive. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und - Forschung A. 205(5) : 375 – 379.

Escriche, I., Serra, J. A., Gómez, M., and Galotto, M. J. 2001. Effect of ozone treatment and storage temperature on physiochemical properties of Mushrooms (*Agaris bisporus*). Food. Sci. and Technol. Int. 7(3) : 251 – 258.

Galen P., Gloria L. G., Marita C. and Mikal E. S. 1998. Phenylalanine ammonia lyase inhibitors control browning of cut lettuce. Post. Biol. Tech. 14 : 171 – 177.

Guiwen, W. C. and Carlos H. C. 1995. Browning potential, phenolic composition, and polyphenoloxidase activity of buffer extracts of peach and nectarine skin tissue. J. Amer. Soc. Horts. 120(5):835-838.

Ibrahim, R., Osman, A., Saari, N. and Rahman, R. A. 2004. Effects of anti-browning treatments on the storage quality of minimally processed shredded cabbage. Food, Agri. & Env. 2:54-58.

Lichanporn, I. and Kanlayanarat. S. 2006. Effect of organic acid and modified atmosphere conditions on quality of shredded green papaya (*Caiaca papaya* L.). Acta. Hort. 712(2) : 729 – 733.

Martinez, M. V. and Whitaker, J. R. 1995. The biochemistry and control of enzymatic browning. Trends in Food Sci. and Technol. 6:195 – 200.

McEvily, A. J. Iyengar, R. and Otwell, W. S. 1992. Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages. Crit. Rev. Food Sci. Nutri. 32:253 – 273.

Pilizota V. and Sapers, G. M. 2004. Novel browning inhibitor formulation for fresh-cut apples. J. Food Sci. 69:140 - 143

Rahman, M. S. 1999. Handbook of food preservation. Marcel Dekker Inc. New York. 809 p.

Scott, K. J., Brown, B. I., Chaplin, G. R., Wilcox, M. E. and Bain, J. M. 1982. The control of rotting and browning of litchi fruit by hot benomyl and plastic flim. Sci. Hortic., 16 : 253-262.

Vasantha R., H. P., Boulter-Bitzer, J. and Odumeru, J. A. 2006. Lactic acid improves the efficacy of anti-microbial washing solutions for apples. Food. Agri & Env. 4(2) : 44 – 48.