

## ผลของกรดอินทรีย์และเกลือต่อการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ในผักสลัดคอสอินทรีย์ Effects of Organic Acids and Salts on Enzymatic Browning Inhibition of Organic Cos Lettuce

อุมพร อาลัย<sup>1</sup>, แสงดาว นาคปาน<sup>1</sup>, ปราโมทย์ เอมมา<sup>1</sup> และ สุนทรีย์ พรหมดีมิตร<sup>1</sup>  
Aumaporn Arai<sup>1</sup>, Sangdaw Nakpan<sup>1</sup>, Pramote amma<sup>1</sup> and Suntraree promdemitte<sup>1</sup>

### Abstract

During recent years there has been a growing interest in organic products, especially fresh organic fruits and vegetables. One of the significant problems for those organic products in Thailand is enzymatic browning particularly in cos lettuce that resulted in the limiting shelf life, lowering its commercial value and consumer desire. The research was designed to investigate the effect of organic acids and salts on the enzymatic browning inhibition around the stem of organic cos lettuce (*Lactuca sativa* var. *longifolia*). The experiment was studied by soaking organic cos lettuce in ascorbic acid (0.5, 1 and 1.5%), acetic acid (0.5, 1 and 1.5%), citric acid (0.1, 0.3 and 0.5%), calcium chloride (1, 3 and 5%) and sodium chloride (1, 3 and 5%). The soaking times was varied at 5 and 10 minutes. Those cos lettuces were then packed in a polypropylene bag and stored at 10 ° C for 10 days. Moisture content, brightness (L\*), pH, polyphenol oxidase activities and sensory quality were monitored during storage. The results revealed that soaking organic cos lettuce in citric acid at 0.5% for 5 minutes was the best treatment to slow down the browning reaction as it could extend the shelf life and turned out the highest overall quality from sensory evaluation.

**Keywords:** enzymatic browning, acid, salt

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจอาหารอินทรีย์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะผักและผลไม้เนื่องจากสามารถบริโภคสดได้ทันที และปราศจากสารเคมีตกค้าง แต่ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งของผลิตภัณฑ์อินทรีย์โดยเฉพาะผักสลัดคอสคือการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาสั้น มูลค่าของผลิตภัณฑ์ลดลง และไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกรดอินทรีย์และเกลือต่อการยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลในผักสลัดคอสอินทรีย์ (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) บริเวณโคนและด้านบนของลำต้น ทำการทดลองโดยแช่ผักสลัดคอสอินทรีย์ในกรดแอสคอร์บิก (0.5, 1 และ 1.5%) กรดอะซิติก (0.5, 1 และ 1.5%) กรดซิตริก (0.1, 0.3 และ 0.5%) แคลเซียมคลอไรด์ (1, 3 และ 5%) และโซเดียมคลอไรด์ (1, 3 และ 5%) แปรเวลาในการแช่ผักสลัดคอสอินทรีย์เป็น 5 และ 10 นาที จากนั้นบรรจุในถุงพอลิเอทิลีนแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C เป็นเวลา 10 วัน ตรวจสอบปริมาณความชื้น ค่าความสว่าง (L\*) พีเอช กิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส และคุณภาพทางประสาทสัมผัสตลอดอายุการเก็บรักษาทุกวัน ผลการวิจัยพบว่าวิธีที่ที่ดีที่สุดในการยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลในผักสลัดคอสอินทรีย์คือกรดซิตริกที่ระดับความเข้มข้น 0.5% ระยะเวลาการแช่ 5 นาที เนื่องจากช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผักสลัดคอสอินทรีย์ได้นาน และได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ดีที่สุด

**คำสำคัญ:** ปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์, กรด, เกลือ

### คำนำ

ผักสลัดคอส (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) เป็นผักสลัดที่นิยมรับประทานแบบสด โดยเฉพาะผักสลัดที่ได้จากระบบการเกษตรอินทรีย์ เนื่องจากมีประโยชน์ต่อสุขภาพและปราศจากสารเคมี ปัญหาที่สำคัญของผักสลัดดังกล่าวคือ การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของสารประกอบ monodiphenol ที่อยู่ในเซลล์พืชสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ โดยมีเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้นส่งผลเสียต่อกลิ่นรสและคุณภาพของผักสลัด ทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Saper, 1993) ส่งผลกระทบต่อมูลค่าทางการตลาดและผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์อินทรีย์เป็นอย่างมาก การชะลอการเกิดสีน้ำตาลทำได้หลายวิธี เช่น การ

<sup>1</sup>โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม นครปฐม 73000

<sup>1</sup> Program of Food Science and Technology, Faculty of Sciences and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom 73000

เปลี่ยนแปลงพีเอชของผลิตภัณฑ์ การลดการสัมผัสระหว่างผลิตภัณฑ์กับออกซิเจน และการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ ทั้งนี้เพื่อรักษาสภาพการเป็นผลิตภัณฑ์อินทรีย์ และไม่ทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกิดจากเอนไซม์ PPO โดยการใช้กรดอินทรีย์และเกลือ เพื่อช่วยยืดอายุผักสลัด คอสมินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาเพื่อรอการจำหน่าย โดยกรดอินทรีย์ และเกลือที่ใช้เป็นไปตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ เล่มที่ 1 : การผลิต แปรรูป แสดงฉลากและจำหน่ายเกษตรอินทรีย์ มกอช. 9000 เล่ม 1-2546 ของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 1. ผลของชนิดกรดอินทรีย์และเกลือที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ในผักสลัดคอสมินทรีย์

ผักสลัดคอสมินทรีย์จากบริษัทฝรั่งสิต ฟาร์ม อ.ลำลูกกา จ. ปทุมธานี (ระหว่างเดือน พ.ย. 2551 ถึง มี.ค. 2552) ถูกขนส่งด้วยกล่องพอลิโพรไพลีนและควบคุมอุณหภูมิที่ 10°C เมื่อนำผักมาถึงห้องทดลอง ดำเนินการทำความสะอาด ตัดบริเวณส่วนโคนของผักสลัดคอสมินทรีย์ประมาณ 0.5 cm. เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากสีน้ำตาลที่ได้เกิดขึ้นไปแล้ว จากนั้นแช่ด้วยกรดแอสคอร์บิก (As) แปรความเข้มข้น 0.5, 1 และ 1.5% กรดอะซิติก (Ac) แปรความเข้มข้น 0.5, 1 และ 1.5% กรดซิตริก (Ci) แปรความเข้มข้น 0.1, 0.3 และ 0.5% แคลเซียมคลอไรด์ (Ca) แปรความเข้มข้น 1, 3 และ 5% และโซเดียมคลอไรด์ (Na) แปรความเข้มข้น 1, 3 และ 5% เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น, con) แปรเวลาในการแช่ผักเป็น 5 และ 10 นาที จากนั้นบรรจุในถุงพอลิเอทิลีนแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์โดยใช้ผักสลัดคอสมินทรีย์ จำนวน 15 ต้น ต่อทรีทเมนต์ ทดลอง 3 ซ้ำ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบริเวณโคนและก้านใบ ได้แก่ ปริมาณความชื้น (AOAC, 1995) ค่าความสว่าง (brightness : L\*) ด้วยเครื่องวัดสี Hunter lab รุ่น Miniscan XE Plus วัดพีเอชด้วยเครื่อง pH meter รุ่น WTW 315i กิจกรรมของเอนไซม์ PPO (Benjamin และ Montgomery, 1973) และคุณภาพทางประสาทสัมผัส (9- point hedonic scale) ตลอดอายุการเก็บรักษาทุกวันเป็นเวลา 10 วัน หรือจนกว่าผลิตภัณฑ์จะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

#### 2. คัดเลือกชนิดและระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่ดีที่สุดต่อการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ในผักสลัดอินทรีย์

ผักสลัดคอสมินทรีย์ที่ผ่านการแช่กรดอินทรีย์และเกลือภาวะที่ดีที่สุดจากข้อ 1 บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C เป็นเวลา 10 วัน ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษาทุกวันเช่นเดียวกับข้อ 1

### ผล

#### 1. ผลของกรดอินทรีย์และเกลือต่อการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ในผักสลัดคอสมินทรีย์

เมื่อนำผักสลัดคอสมินทรีย์มาแช่กรดอินทรีย์และเกลือต่างชนิดและระดับความเข้มข้นต่างกัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น ผักสลัดคอสมินทรีย์ที่ผ่านการแช่กรดมีค่า ความชื้น พีเอช และค่าความสว่างลดลง (Figures 1 และ 2) ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ลดลง ยกเว้นผักสลัดคอสมินทรีย์ที่ผ่านการแช่กรดแอสคอร์บิกที่กิจกรรมของเอนไซม์ดังกล่าวเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายของการเก็บรักษา เมื่อนำผักสลัดคอสมินทรีย์มาแช่เกลือพบว่ามีการลดลงของความชื้น ค่าความสว่าง และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เช่นเดียวกับการแช่ด้วยกรด จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผักสลัดคอสมินทรีย์ที่ผ่านการแช่กรดแอสคอร์บิก 1% เป็นระยะเวลา 10 นาที และกรดซิตริก 0.5% เป็นระยะเวลา 5 นาที ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมดีที่สุดและมีอายุการเก็บ 6 วัน (Figure 3) ในขณะที่การแช่ด้วยกรดอะซิติกมีอายุการเก็บเพียง 1 วัน เนื่องจากผักเกิดการช้ำและกลิ่นน้ำส้มสายชูแรง ในขณะที่การแช่ผักสลัดคอสมินทรีย์ด้วยเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 1% เป็นระยะเวลา 5 นาที และโซเดียมคลอไรด์ 3 % เป็นระยะเวลา 10 นาที มีอายุการเก็บรักษา 3 และ 4 วัน ตามลำดับ

#### 2. ผลการคัดเลือกชนิดและระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่ดีที่สุดต่อการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ในผักสลัดคอสมินทรีย์

เมื่อนำผักสลัดคอสมินทรีย์มาแช่กรดอินทรีย์และเกลือที่ระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุด พบว่าผักสลัดคอสมินทรีย์ที่ผ่านการแช่กรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้น 1% และกรดซิตริก 0.5% สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดี โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมดีที่สุด และมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 6 วัน (Table 1)

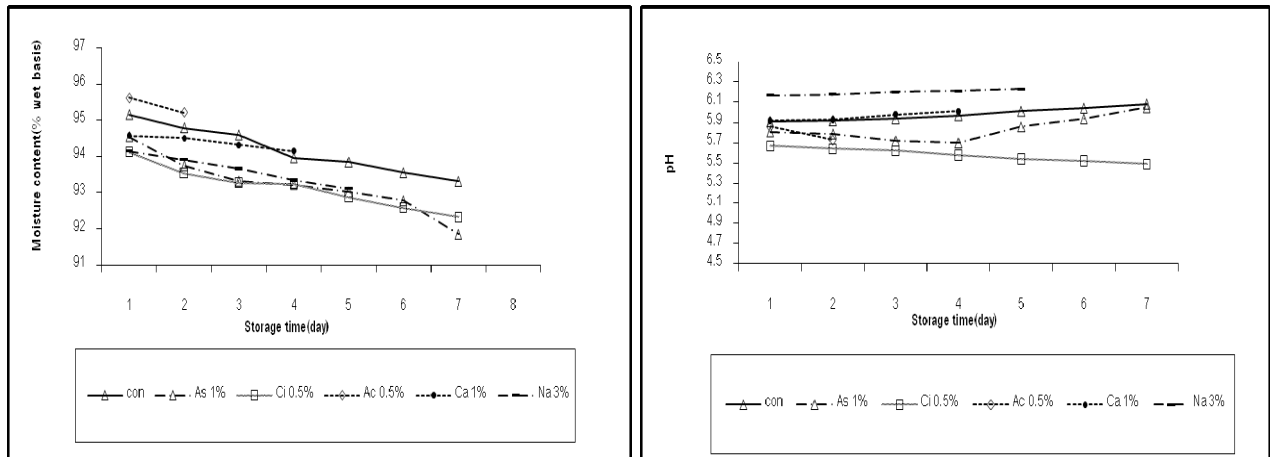


Figure 1 Changes in moisture content and pH of the organic cos lettuce as affected by soaking in different treatments during storage at 10°C.

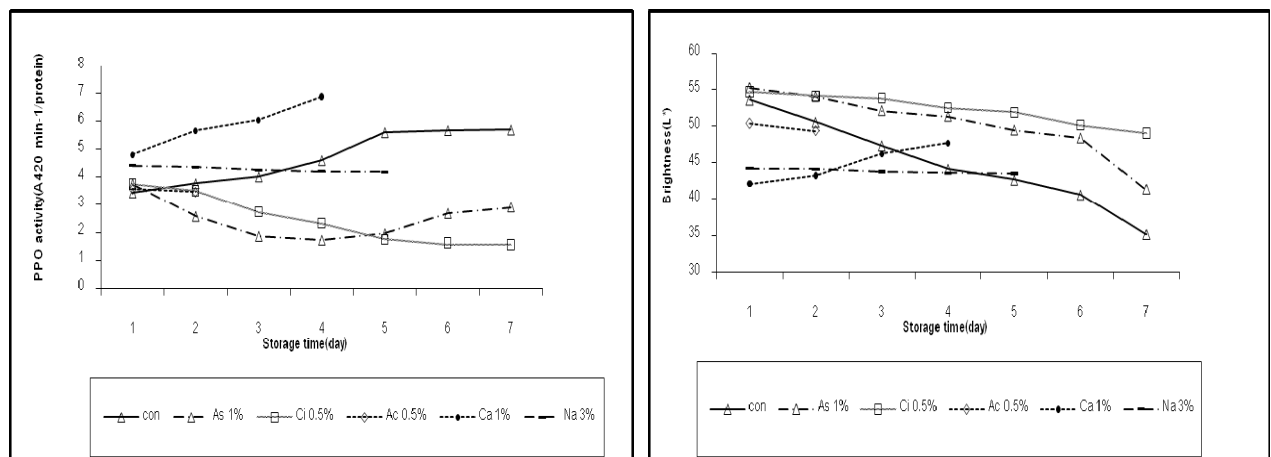


Figure 2 Changes in PPO activity and brightness value of the organic cos lettuce as affected by soaking in different treatments during storage at 10°C.

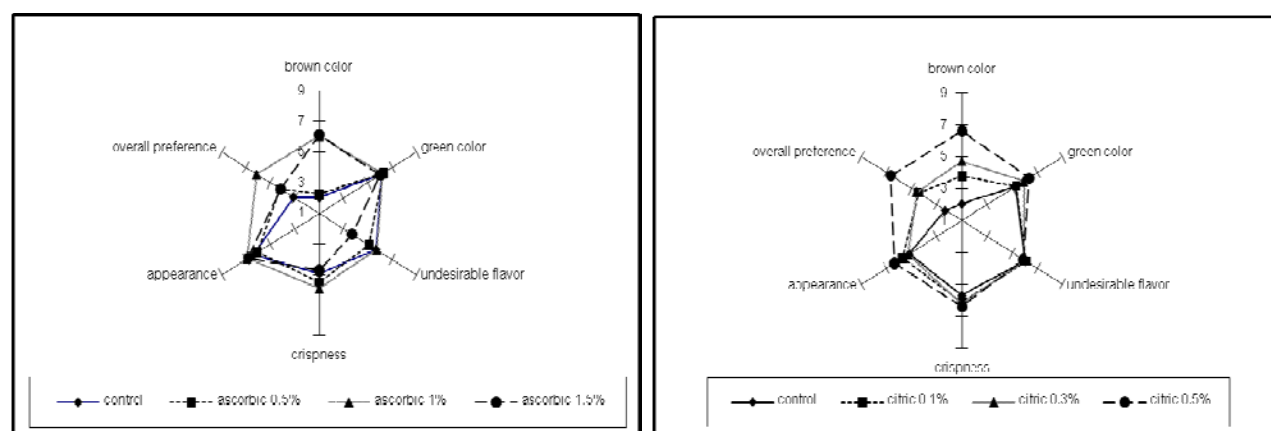


Figure 3 Sensory quality of the organic cos lettuce after soaking in ascorbic acid and citric acid at different concentrations.

Table1 Comparison among brightness (L\*), PPO activity and sensory aspect (overall preference) of the organic cos lettuce after soaking in different treatments.

Treatment	Shelf –life (day)	Brightness (L*)	PPO activity (unit/mg protein)	Overall preference at the extended shelf-life (score)
Ascorbic 1% 10 min.	6	47.89	2.35	5.67
Citric 0.5% 5 min.	6	48.24	1.97	6.83
Acetic 0.5% 5 min.	1	53.28	4.38	3.71
CaCl <sub>2</sub> 1% 5 min.	3	51.20	4.10	6.25
NaCl 3% 10 min.	4	49.67	3.95	5.42

ผักสลัดคอสมอสอินทรีย์ที่ผ่านการแช่กรดอินทรีย์และเกลือสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลบริเวณรอยตัดส่วนโคนและก้านใบได้ โดยผักสลัดคอสมอสอินทรีย์มีค่าความชื้น พีเอช กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากกรดซิตริกและอะซิติกมีคุณสมบัติการเป็น acidulant reducing agent และ chelating agent รวมทั้งสมบัติ antioxidant ของกรดแอสคอร์บิก(Michael, 1991) ในขณะที่เกลือสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้เนื่องจากคุณสมบัติการลด  $a_w$  และ chelating agent (จริงแท้, 2549; Leric *et al.*, 1985) การที่กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของผักสลัดคอสมอสอินทรีย์ที่ผ่านการแช่กรดแอสคอร์บิกมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายของการเก็บรักษา อาจเนื่องจากกรดแอสคอร์บิกถูกออกซิไดส์ไปเป็น dehydroascorbic acid และไม่สามารถเปลี่ยนกลับคืนไปเป็นกรดแอสคอร์บิกได้ ดังนั้นเมื่อกรดถูกใช้หมด กิจกรรมของเอนไซม์จึงดำเนินต่อไปสอดคล้องกับคันทันนีและธนะชัย (2551) ที่รายงานผลของกรดต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผักกาดหอมตัดแต่ง ผลลึ้นจี้และผลลำไย จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผักสลัดคอสมอสอินทรีย์ที่ผ่านการแช่กรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้น 1% ระยะเวลา 10 นาที และกรดซิตริก 0.5% ระยะเวลา 5 นาที ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมดีที่สุดที่อายุการเก็บรักษา 6 วัน

### สรุป

เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารในกลุ่มกรดและเกลือ สามารถยับยั้งกิจกรรมของ PPO และป้องกันการเกิดสีน้ำตาลระหว่างการเก็บรักษาได้ โดยผักสลัดคอสมอสอินทรีย์ที่ผ่านการแช่กรดแอสคอร์บิก 1% และกรดซิตริก 0.5% ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสดีที่สุด และมีอายุการเก็บรักษาระหว่างการรอจำหน่ายที่อุณหภูมิห้อง 6 วัน แต่เนื่องจากกรดซิตริกมีราคาสูงกว่า ดังนั้นจึงพิจารณาเลือก กรดซิตริก 0.5% เวลาในการแช่ 5 นาที เป็นภาวะที่ดีที่สุดในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ PPO ในผักสลัดคอสมอสอินทรีย์โดยไม่ทำให้สภาพความเป็นผลิตภัณฑ์อินทรีย์สูญเสียไป

### คำขอขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยและรังสิตฟาร์มที่ให้ความอนุเคราะห์ผักสลัดคอสมอสอินทรีย์

### เอกสารอ้างอิง

- จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผัก และผลไม้**. พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 396 น.
- คันทันนี กาบบัว และธนะชัย พันธุ์เกษมสุข. 2551. ผลของกรดแอสคอร์บิกต่อการเกิดสีน้ำตาลและกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของผลลำไยพันธุ์ดอหลังการเก็บเกี่ยว. **วารสารเกษตร**. 24 (1): 43-50.
- Leric, C.R., G. Pinnavaia, M.Dalla Rosa and L. Bartolucci. 1985. Osmotic dehydration of fruit: Influence of osmotic agents on drying behaviour and product quality. **J. Food Sci.** 50(5): 1217-1219.
- Michael, D.P. 1991. Food preservatives. **Ency. Agri. Sci.** 2: 341-354.
- Sapers, G.M. 1993. Browning of food: Control by sulfites, antioxidants, and other means. **Food Tech.** 47(10): 75-84.
- AOAC. 1995. **Official Methods of Analysis**. 16<sup>th</sup> edition. Association of Official Analytical Chemistry, Washington, D.C.
- Benjamin, N.D. and M.W. Montgomery. 1973. Polyphenol oxidase of Royal Ann Cherries: Purification and characterization. **J. Food Sci. and Tech.** 38(5):799-806.